

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE ELECTRICIDAD

Propuesta de rediseño para modernización del sistema eléctrico de fuerza e iluminación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte.

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico en la Universidad
Técnica del Norte

AUTOR:

WILLAN ALCIVAR PUJOTA PACHITO

DIRECTOR:

MSc. ARELLANO BASTIDAS OLGHER GILBERTO

Ibarra – Ecuador

2023

I



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100422736-7		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Pujota Pachito Willan Alcivar		
DIRECCIÓN:	San Pablo del Lago calle Cristóbal Colón		
EMAIL:	wapujotap@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062919368	TELÉFONO MÓVIL:	0990369960

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Propuesta de rediseño para modernización del sistema eléctrico de fuerza e iluminación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte.
AUTOR (ES):	Pujota Pachito Willan Alcivar
FECHA: DD/MM/AAAA	13/11/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Eléctrico
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Arellano Bastidas Olger Gilberto MSc.

Constancia

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de noviembre del 2023

EL AUTOR:



.....
Pujota Pachito Willan Alcivar
C.I. 100422736-7

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Ing. Arellano Bastidas Olger Gilberto MSc.

Certificación

Que después de haber examinado el presente trabajo de investigación elaborado por el señor estudiante: Pujota Pachito Willan Alcivar, certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado **"Propuesta de rediseño para modernización del sistema eléctrico de fuerza e iluminación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte"**. Para la obtención del título de Ingeniero Eléctrico: aprobando la defensa, impresión y empastado.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Olger Bastidas", is written over a horizontal dotted line.

Ing. Arellano Bastidas Olger Gilberto MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

A mis padres, María Celina Pachito Gualacata y Luis Ramiro Pujota Farinango quienes con su apoyo incondicional me dieron el aliento necesario para poder culminar mis estudios, siempre estuvieron presentes de muchas maneras a lo largo de mi carrera animándome para no rendirme y logre exitosamente cumplir mi meta. Este logro lo dedico de todo corazón y me siento feliz de haber sido parte de esta travesía que hoy finaliza.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la vida, por darme la fuerza y vitalidad a lo largo de mi carrera, de tener siempre a mi lado unos padres amorosos que movieron cielo y tierra para que pueda alcanzar mi objetivo de graduarme.

A mis hermanos que siempre me motivaron en la vida para que no me rinda, y sus valiosos consejos de que por más difícil que sea el camino para llegar a la cima nunca decaiga y siga para adelante.

A mis estimados docentes de la Universidad Técnica del Norte por inculcarme sus conocimientos, sobre todo su comprensión y tolerancia durante mi etapa estudiantil. Pero en especial un agradecimiento al Msc. Olger Arellano quien me guio y brindó todo su apoyo para realizar este proyecto, el cual es una inspiración profesional a seguir para mi persona.

CONTENIDO

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	I
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
RESUMEN	XVIII
ABSTRACT	XIX
Introducción	XX
Contextualización	XX
Planteamiento del problema.....	XXIII
Pregunta de investigación	XXIV
Objetivo General.....	XXV
Objetivos Específicos.....	XXV
Alcance	XXVI
Justificación	XXVIII
CAPÍTULO 1	1
1 Introducción	1
1.1 Tipos de instalaciones eléctricas	1
1.1.1 Encubiertas	1
1.1.2 Visibles	1
1.2 Normativa Ecuatoria de construcción.....	2

1.2.1	NFPA 70 National Electrical Code.....	2
1.2.2	CPE INEN 019 Código Eléctrico Ecuatoriano	2
1.2.3	IEC 60617 Graphical Symbols for Diagrams	2
1.2.4	NTE INEN 2345 Alambres y cables con aislamiento termoplástico.	2
1.2.5	Normativa Europea UNE 12464.1	2
1.2.6	Regulación No. ARCERNNR-002/20.....	3
1.2.7	NTE INEN 3098, Voltajes Normalizados	3
1.3	Diseño eléctrico	3
1.4	Rediseño eléctrico.....	4
1.5	Partes de una instalación eléctrica	4
1.6	Elementos y Estructuras de las Instalaciones Eléctricas.....	5
1.6.1	Acometida	5
1.6.2	Medidor Eléctrico.....	5
1.6.3	Caja de Protección.....	5
1.6.4	Tablero de distribución.....	6
1.6.5	Cuadro General de Mando y Protección contra sobre tensiones.....	6
1.6.6	Conductores, Tipos y sus Normativa.....	7
1.6.7	Electrodo	10
1.6.8	Toma de tierra.....	10
1.6.9	Ductos y canales eléctricos	10
1.6.10	Sistema de iluminación	10
1.6.11	Sistema de fuerza.....	11
1.7	Alimentadores.....	12

1.7.1	Alimentadores primarios	12
1.7.2	Alimentadores secundarios	12
1.8	Niveles de voltaje.....	12
1.9	Estudio de la carga eléctrica.....	13
1.10	Circuitos y Derivados	13
1.10.1	Dimensionamiento del conductor.....	13
1.10.2	Caída de voltaje.....	14
1.10.3	Servicio eléctrico.....	14
1.10.4	Calidad del servicio.....	14
1.11	Factor de potencia.....	14
1.12	Diagnóstico y mantenimiento de la instalación eléctrica.....	15
1.13	Sistemas auxiliares.....	15
CAPÍTULO 2	16
1.14	Descripción del área de estudio	16
1.15	Metodología	17
1.16	Toma de datos del transformador.....	18
1.17	Equipo de medición	19
1.17.1	Características generales del equipo de medición.....	20
1.17.2	Capacidad del equipo de medición.....	21
1.17.3	Esquema de conexión del equipo	22
1.17.4	Medición en la red eléctrica	23
1.18	Software Metrel PowerView V2.0.....	23
1.19	Procedimiento para conexión y adquisición de datos	24

1.20	Configuración del analizador de redes Metrel PowerQ4 Plus	26
1.21	Equipo de medición Luxómetro.....	26
1.22	Estado actual de la instalación eléctrica de la FICA.....	27
1.22.1	Levantamiento de cargas del sistema eléctrico de fuerza e iluminación.	28
1.23	Tablero general de distribución.....	34
1.23.1	Tablero de distribución planta baja	36
1.23.2	Tablero de distribución primer piso	38
1.23.3	Tablero de distribución segundo piso	40
1.23.4	Tablero de distribución tercer piso	42
1.23.5	Tablero de distribución cuarto piso	44
1.23.6	Caja de protecciones de laboratorios.....	46
1.11	Sistema de puesta a tierra.....	50
1.12	Adquisición y análisis de datos del equipo de medición	51
1.12.1	Curva de voltaje	51
1.12.2	Curva de corriente	52
1.12.3	Potencia.....	53
1.13	Conclusión del diagnóstico de la instalación eléctrica	54
CAPITULO 3.....		56
1.14	Propuesta de rediseño	56
1.15	Sistema de iluminación.....	56
1.15.1	Circuitos de iluminación planta baja.....	60
1.15.2	Circuito de iluminación primer piso.....	65
1.15.3	Circuito de iluminación segundo piso.....	69

1.15.4	Circuito de iluminación tercer piso	73
1.15.5	Circuito de iluminación cuarto piso	78
1.16	Sistema de fuerza	82
1.16.1	Circuitos de fuerza planta baja	83
1.16.2	Circuitos de fuerza primer piso	88
1.16.3	Circuito de fuerza segundo piso	92
1.16.4	Circuito de fuerza tercer piso	97
1.16.5	Circuito de fuerza cuarto piso	102
1.17	Circuitos especiales.....	106
1.18	Protecciones	107
1.18.1	Dimensionamiento de protecciones.	108
1.19	Diagrama unifilar	109
1.20	Sistema de puesta a tierra.....	120
1.21	Balance de las cargas y corrientes del sistema eléctrico.....	121
1.22	Presupuesto referencial	1
1.23	CONCLUSIONES	2
1.24	RECOMENDACIONES.....	3
1.25	Bibliografía	4

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Voltajes normalizados</i>	3
Tabla 2 <i>Tipos de Conductores</i>	9
Tabla 3 <i>Normativa de diseño del analizador de redes Metrel PowerQ4 Plus</i>	20
Tabla 4 <i>Características del equipo de medición Metrel PowerQ4 Plus.</i>	21
Tabla 5 <i>Capacidad de medición del analizador de redes.</i>	21
Tabla 6 <i>Sistema de iluminación</i>	28
Tabla 7 <i>Niveles de iluminación planta baja</i>	29
Tabla 8 <i>Niveles de iluminación primer piso</i>	31
Tabla 9 <i>Niveles de iluminación segundo piso</i>	31
Tabla 10 <i>Niveles de iluminación tercer piso</i>	32
Tabla 11 <i>Niveles de iluminación cuarto piso</i>	32
Tabla 12 <i>Sistema de fuerza</i>	33
Tabla 13 <i>Tablero general de distribución</i>	35
Tabla 14 <i>Protecciones del tablero de distribución planta baja</i>	37
Tabla 15 <i>Protecciones del tablero de distribución primer piso</i>	39
Tabla 16 <i>Protecciones del tablero de distribución segundo piso</i>	41
Tabla 18 <i>Protecciones del tablero de distribución tercer piso</i>	43
Tabla 19 <i>Protecciones del tablero de distribución cuarto piso.</i>	45
Tabla 20 <i>Protecciones del laboratorio 1</i>	46
Tabla 21 <i>Protecciones del laboratorio 2</i>	46
Tabla 22 <i>Protecciones del laboratorio 3</i>	47
Tabla 23 <i>Protecciones del laboratorio 4</i>	47

Tabla 24	<i>Protecciones del laboratorio 5</i>	48
Tabla 25	<i>Protecciones del laboratorio 6</i>	48
Tabla 26	<i>Protecciones del laboratorio 7</i>	48
Tabla 27	<i>Protecciones del laboratorio 8</i>	49
Tabla 28	<i>Protecciones del laboratorio 9</i>	49
Tabla 29	<i>Protecciones del laboratorio de electrónica</i>	50
Tabla 30	<i>Protecciones del laboratorio de fibra óptica</i>	50
Tabla 31	<i>Sistema de puesta a tierra</i>	51
Tabla 32	<i>Diagnóstico de la instalación eléctrica</i>	54
Tabla 33	<i>Iluminación C1-Fase 1, planta baja.</i>	61
Tabla 34	<i>Iluminación C2- Fase 1, planta baja.</i>	62
Tabla 35	<i>Iluminación C3-Fase 1, planta baja.</i>	63
Tabla 36	<i>Iluminación C4-Fase 1, planta baja.</i>	63
Tabla 37	<i>Iluminación C5-Fase 1, planta baja.</i>	64
Tabla 38	<i>Iluminación C1-Fase 1, primer piso.</i>	66
Tabla 39	<i>Iluminación C2-Fase 1, primer piso.</i>	67
Tabla 40	<i>Iluminación C3-Fase 1, primer piso.</i>	68
Tabla 41	<i>Iluminación C4-Fase 1, primer piso.</i>	68
Tabla 42	<i>Iluminación C5- Fase 1, primer piso.</i>	69
Tabla 43	<i>Iluminación C1-Fase 1, segundo piso.</i>	70
Tabla 44	<i>Iluminación C2- Fase 1, segundo piso.</i>	71
Tabla 45	<i>Iluminación C3-Fase 1, segundo piso.</i>	72
Tabla 46	<i>Iluminación C4-Fase 1, segundo piso.</i>	72

Tabla 47 <i>Iluminación C5-Fase 1, segundo piso.</i>	73
Tabla 48 <i>Iluminación C1-Fase 1, tercer piso.</i>	74
Tabla 49 <i>Iluminación C2-Fase 1, tercer piso.</i>	75
Tabla 50 <i>Iluminación C3-Fase 1, tercer piso.</i>	76
Tabla 51 <i>Iluminación C4-Fase 1, tercer piso.</i>	77
Tabla 52 <i>Iluminación C5-Fase 1, tercer piso.</i>	77
Tabla 53 <i>Iluminación C1-Fase 1, cuarto piso.</i>	79
Tabla 54 <i>Iluminación C2-Fase 1, cuarto piso.</i>	80
Tabla 55 <i>Iluminación C3-Fase 1, cuarto piso.</i>	80
Tabla 56 <i>Iluminación C4-Fase 1, cuarto piso.</i>	81
Tabla 57 <i>Iluminación C5-Fase 1-cuarto piso.</i>	82
Tabla 58 <i>Tomacorrientes C6-Fase 2, planta baja.</i>	84
Tabla 59 <i>Tomacorrientes C7-Fase 2, planta baja.</i>	85
Tabla 60 <i>Tomacorrientes C8-Fase 2, planta baja.</i>	85
Tabla 61 <i>Tomacorrientes C9-Fase 2, planta baja.</i>	86
Tabla 62 <i>Tomacorrientes C10-Fase 2, planta baja.</i>	87
Tabla 63 <i>Tomacorrientes C11-Fase 2, planta baja.</i>	87
Tabla 64 <i>Tomacorrientes C6-Fase 2, primer piso.</i>	89
Tabla 65 <i>Laboratorio 1-fase 1, primer piso.</i>	89
Tabla 66 <i>Laboratorio 2-Fase 2, primer piso.</i>	90
Tabla 67 <i>Laboratorio 3-Fase 3, primer piso.</i>	91
Tabla 68 <i>Laboratorio 4-Fase 1, primer piso.</i>	91
Tabla 69 <i>Laboratorio fibra óptica-Fase 1, primer piso.</i>	92

Tabla 70 <i>Tomacorrientes C6-Fase 2, segundo piso.</i>	93
Tabla 71 <i>Tomacorrientes C7-Fase 2, segundo piso.</i>	94
Tabla 72 <i>Tomacorrientes C8-Fase 2, segundo piso.</i>	94
Tabla 73 <i>Tomacorrientes C9-Fase 2, segundo piso.</i>	95
Tabla 74 <i>Laboratorio 5-Fase 3, segundo piso.</i>	96
Tabla 75 <i>Laboratorio 6-Fase 3, segundo piso.</i>	96
Tabla 76 <i>Laboratorio 7-Fase 3, segundo piso.</i>	97
Tabla 77 <i>Tomacorrientes C6-Fase 2, tercer piso.</i>	98
Tabla 78 <i>Tomacorrientes C7-Fase 2, tercer piso.</i>	99
Tabla 79 <i>Tomacorrientes C8-Fase 2, tercer piso.</i>	99
Tabla 80 <i>Tomacorrientes C9-Fase 2, tercer piso.</i>	100
Tabla 81 <i>Tomacorrientes C10-Fase 2, tercer piso.</i>	100
Tabla 82 <i>Laboratorio de electrónica-Fase 3, tercer piso.</i>	101
Tabla 83 <i>Tomacorrientes C6-Fase 2, cuarto piso.</i>	102
Tabla 84 <i>Tomacorrientes C7-Fase 2, cuarto piso.</i>	103
Tabla 85 <i>Tomacorrientes C8-Fase 2, cuarto piso.</i>	104
Tabla 86 <i>Tomacorrientes C9-Fase 2, cuarto piso.</i>	104
Tabla 87 <i>Laboratorio 8-Fase 3, cuarto piso.</i>	105
Tabla 88 <i>Laboratorio 9-Fase 3, cuarto piso.</i>	105
Tabla 89 <i>Circuitos especiales</i>	107
Tabla 90 <i>Tablero general de distribución</i>	110
Tabla 91 <i>Tablero secundario de distribución de la planta baja</i>	111
Tabla 92 <i>Tablero secundario de distribución del primer piso</i>	113

Tabla 93	<i>Tablero secundario de distribución del segundo piso</i>	114
Tabla 94	<i>Tablero secundario de distribución del tercer piso</i>	115
Tabla 95	<i>Tablero secundario de distribución del cuarto piso</i>	117
Tabla 96	<i>Tablero de distribución de laboratorios</i>	118
Tabla 97	<i>Balance de las fases en cada piso</i>	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 98	<i>Balance de las fases de laboratorios</i>	1
Tabla 99	<i>Balance total de cargas y corrientes</i>	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Partes de una instalación eléctrica</i>	4
Figura 2	<i>Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas UTN</i>	16
Figura 3	<i>Tablero de Control principal de la FICA</i>	17
Figura 4	<i>Transformador que alimenta a la facultad FICA</i>	19
Figura 5	<i>Panel de conectores del analizador de red</i>	22
Figura 6	<i>Sistema trifásico 4 hilos.</i>	22
Figura 7	<i>Interfaz principal Metrel PowerQ4 Plus.</i>	23
Figura 8	<i>Secuencia de las fases y Conexión de pinzas de corriente</i>	25
Figura 9	<i>Orientación del CT e instalación del analizador de redes</i>	25
Figura 10	<i>Configuración para el periodo de medición</i>	26
Figura 11	<i>Luxómetro Light Meter Lux/ Fc TM- 204</i>	27
Figura 12	<i>Tablero general de distribución</i>	34
Figura 13	<i>Plano eléctrico planta baja</i>	36
Figura 14	<i>Diagrama unifilar planta baja</i>	37
Figura 15	<i>Plano eléctrico primer piso</i>	38
Figura 16	<i>Diagrama unifilar primer piso</i>	39
Figura 17	<i>Plano eléctrico segundo piso</i>	40
Figura 18	<i>Diagrama unifilar segundo piso</i>	41
Figura 20	<i>Plano eléctrico tercer piso</i>	42
Figura 21	<i>Diagrama unifilar tercer piso</i>	43
Figura 22	<i>Plano eléctrico cuarto piso</i>	44
Figura 23	<i>Diagrama unifilar cuarto piso</i>	45

Figura 24 <i>Curva de Voltajes</i>	52
Figura 25 <i>Curva de corriente</i>	53
Figura 26 <i>Potencia y energía consumida</i>	53
Figura 27 <i>Especificaciones LED TUBE PC</i>	57
Figura 28 <i>Especificaciones Bombillo led</i>	58
Figura 29 <i>Simbología luminarias</i>	59
Figura 30 <i>Dimensiones para el cálculo de luxes</i>	60
Figura 31 <i>Circuitos de iluminación planta baja</i>	61
Figura 32 <i>Circuitos de iluminación primer piso</i>	65
Figura 33 <i>Circuitos de iluminación segundo piso</i>	70
Figura 34 <i>Circuitos de iluminación tercer piso</i>	74
Figura 35 <i>Circuitos de iluminación cuarto piso</i>	78
Figura 36 <i>Simbología para tomacorriente</i>	83
Figura 37 <i>Circuitos de fuerza planta baja</i>	83
Figura 38 <i>Circuitos de fuerza primer piso</i>	88
Figura 39 <i>Circuitos de fuerza segundo piso</i>	93
Figura 40 <i>Circuitos de fuerza tercer piso</i>	97
Figura 41 <i>Circuitos de fuerza cuarto piso</i>	102
Figura 42 <i>Circuitos especiales</i>	106
Figura 43 <i>Diagrama unifilar TDP</i>	109
Figura 44 <i>Diagrama unifilar planta baja</i>	111
Figura 45 <i>Diagrama unifilar primer piso</i>	112
Figura 46 <i>Diagrama unifilar segundo piso</i>	114

Figura 47 <i>Diagrama unifilar tercer piso</i>	115
Figura 48 <i>Diagrama unifilar cuarto piso</i>	117
Figura 49 <i>Diagrama unifilar de laboratorios</i>	118
Figura 50 <i>Sistema de puesta a tierra</i>	120
Figura 51 <i>presupuesto referencial</i>	1

RESUMEN

La finalidad de este proyecto es un rediseño modernizador del sistema eléctrico de fuerza e iluminación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica Del Norte; puesto que, la instalación eléctrica que presenta actualmente, no cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción, además de no poseer registros que respondan a un adecuado mantenimiento; para lo cual el rediseño reduce el consumo de energía eléctrica de manera eficiente, segura y fiable; utilizando una investigación de campo y mixta. Los resultados obtenidos tras el diagnóstico del sistema eléctrico después de una visita técnica con la finalidad de inspeccionar la distribución de los circuitos y reconocer el lugar donde se encuentran ubicados cada uno de los tableros de distribución; y con la ayuda de un analizador de redes se llegó a determinar la demanda máxima, sobrecarga en varios circuitos; trayendo consigo desbalances en cada una de las fases. Para cumplir con la propuesta se demuestra que el sistema eléctrico requiere de un mejoramiento en los componentes del mismo, aplicando normativas estandarizadas de la legislación nacional que garanticen la eficiencia, seguridad y confiabilidad; El diagnóstico del sistema eléctrico en estudio facultara obtener datos fehacientes y relevantes con el fin de mejorar los parámetros como fuerza e iluminación de la facultad. Mientras que, con el rediseño se da solución a factores expuestos y detallados en el capítulo dos de esta investigación; por lo tanto, se deduce que el rediseño del sistema eléctrico de la facultad mejora parámetros físicos de fuerza e iluminación; con lo cual aumenta la versatilidad de los estudiantes, docentes y personal administrativo en el desarrollo de sus funciones diarias.

Palabras claves: Normativa Ecuatoriana de Construcción, Sistema eléctrico, Tableros de distribución, Protecciones.

ABSTRACT

The purpose of this project is the redesign to modernize the electrical power and lighting system of the Faculty of Engineering in Applied Sciences of the Universidad Técnica Del Norte; since the electrical installation that currently presents does not comply with the Ecuadorian Construction Regulations, in addition to not having records that respond to adequate maintenance; To this end, the redesign will optimize electrical energy consumption efficiently, safely and reliably using field and mixed research. The results obtained after the diagnosis of the electrical system after a technical visit in order to inspect the distribution of the circuits and recognize the place where each of the distribution panels are located and with the help of a network analyzer it was possible to determine the maximum demand, overload in several circuits bringing with it imbalances in each of the phases. To comply with the proposal, it is demonstrated that the electrical system requires an improvement in its components, applying standardized regulations of national legislation that guarantee efficiency, safety and reliability; The diagnosis of the electrical system under study will make it possible to obtain reliable and relevant data in order to improve the power and lighting parameters of the faculty. The redesign provides a solution to factors exposed and detailed in chapter two of this research; Therefore, it can be deduced that the redesign of the electrical system of the faculty improves physical parameters of force and illumination; This increases the versatility of students, teachers and administrative staff in the development of their daily functions.

Keywords: Ecuadorian Construction Regulations, Electrical system, Distribution boards, Protections.

Introducción

Contextualización

Cuando nos enfocamos en un sistema eléctrico, se toma en cuenta variantes y aspectos importantes que conllevan a efectuar un resultado específico. “Las instalaciones eléctricas forman parte del proceso de construcción en viviendas, edificios e industrias, por lo que deben tener planificación, proyección y ejecución en proyectos eléctricos y ser elaborados por personal certificado, aplicando las normas vigentes de seguridad y diseño”. (Fernando, 2020). Dando a entender con ello la importancia que tiene una instalación eléctrica para una sociedad moderna y futura.

El sistema eléctrico de fuerza se refiere al conjunto de dispositivos eléctricos instalados, encaminados a cumplir la función de suministrar, transferir y usar energía eléctrica. “En la actualidad el suministro eléctrico es trascendental. Prácticamente todo el resto de las instalaciones requieren directa o indirectamente de un suministro eléctrico para poder realizar su función de manera eficaz.” (Barcenilla, 2021).

El sistema eléctrico de iluminación tiene su función principal, dotar de luz en áreas externas o internas de una construcción y a su vez dar una mejor estética del lugar. Las fuentes de luz como lámparas fluorescentes e incandescentes o de cualquier otro tipo de material son capaces de cubrir con la iluminación adecuada de todo un espacio fijo. En la mayoría de instalaciones eléctricas modernas se hace uso de componentes que controlan y regulan la iluminación de forma automática, el adecuar detectores de presencia o sensores de movimiento hace más versátil la instalación. (Andrés, 2019).

El uso de nuevas tecnologías dentro de los sistemas eléctricos, presentan grandes ventajas en comparación de otras instalaciones no modernas, El control de la instalación eléctrica de fuerza

e iluminación en áreas determinadas reduce el consumo de manera eficiente y procura, principalmente la sustentabilidad. (Estévez, 2019).

Dentro del estudio de las instalaciones eléctricas se toma en cuenta la demanda, para tener facilidad en el estudio de la energía y de ese modo poder efectuar una carga improvisada. “No todos los sistemas eléctricos están diseñados para atender la demanda energética de todo el usuario, y en algunos sistemas eléctricos ni siquiera para solventar al consumidor para el uso doméstico, frente a este problema se consideran soluciones a corto plazo.” (Vásquez, 2018), por ello todo sistema eléctrico debe cumplir satisfactoriamente la demanda que se le presente y tomar en cuenta el crecimiento a futuro de las nuevas cargas que se instalarán.

Toda instalación eléctrica debe regirse a la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), con la finalidad de que todo sistema eléctrico cuente con medios de protección en casos de choques eléctricos, efectos térmicos, sobre corrientes, corrientes de falla y sobrevoltajes. El cumplimiento responsable de esta norma garantiza el uso de la energía eléctrica de forma segura y eficaz. (Sandoya, Martínez, Ordoñez, & Arias, 2018).

La planificación de un sistema eléctrico es sustancial para definir una estrategia de costes mínimos para la ampliación a largo plazo de los sistemas eléctricos, para atender a la carga pronosticada, en unas condiciones técnicas, económicas y políticas transmitidas. Una planificación tiene “el objeto de asegurar el abastecimiento de la demanda de energía proyectada a futuro, considerando los costos de inversión y operación, los impactos ambientales de los métodos de generación usados, y preservando los recursos no renovables a través de la participación preponderante de la generación con recursos renovables.” (Marco Vecchio & Aguirre, 2018).

La energía eléctrica es un servicio de primera necesidad, para tener una instalación eléctrica idónea en una edificación es indispensable llevar registros de mantenimientos cada cierto tiempo,

análisis del estado actual del circuito, distribución correcta de las cargas y en base a ello proponer un rediseño haciendo uso de las normativas a las cuales se rige nuestro país. Todos los procesos que se lleva a cabo son con el fin de tener un sistema eléctrico eficaz. (Bravo & Solano, 2022).

Planteamiento del problema

Los sistemas de fuerza e iluminación son importantes, ya que toda edificación o residencia hace uso del servicio de energía eléctrica. Sin embargo, conforme transcurre el tiempo se realizan modificaciones de la infraestructura acorde a las necesidades del usuario, lo cual presenta un desbalance en la instalación eléctrica causando deterioros a los conductores o en casos extremos incendios. Es por eso que se presenta la necesidad de verificar la robustez de la instalación para una mejor confiabilidad, seguridad y larga vida de los aparatos eléctricos.

Un sistema eléctrico recién instalado tiene las garantías de cumplir con la funcionalidad de abastecer el servicio de calidad y seguridad de la energía eléctrica. La durabilidad de una instalación eléctrica depende de varios factores como la eficacia del diseño eléctrico, las necesidades del cliente, la técnica de instalación y calidad de los materiales. Debido a remodelaciones dentro de la construcción, estas variables ya no están dentro del rango aceptable y eso trae consigo problemas que afectan a las instalaciones eléctricas.

El edificio de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte tiene una infraestructura modificada. Las aulas, laboratorios y oficinas que albergan a estudiantes, docentes, personal administrativo y de mantenimiento requieren de un sistema eléctrico seguro, fiable y eficiente para el desarrollo de las actividades académicas. El funcionamiento de la facultad data con más de 20 años desde su construcción y con el transcurso de los años se ha ido modificando la instalación eléctrica debido a la incorporación de nuevas áreas de trabajo, lo que implica la ampliación del sistema eléctrico tanto de fuerza e iluminación.

Debido al rediseño del sistema eléctrico la edificación requiere de una nueva planificación ya que, con ausencia de ello, no se tomaría en cuenta el crecimiento de cargas que se han incorporado con el transcurso del tiempo, no cumpliría con algunas especificaciones técnicas de

acuerdo a la normativa y el servicio eléctrico estaría con una calidad ineficiente. El edificio al no tener planos eléctricos actualizados de la expansión que se ha venido realizando en los últimos años y mucho menos registros de algún tipo de mantenimiento que se ha ejecutado en el sistema eléctrico, resulta un problema saber con exactitud la diferenciación de cada circuito.

Pregunta de investigación

¿Qué parámetros y normativas deben aplicarse para realizar el rediseño de las instalaciones eléctricas de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica Norte?

Objetivo General

Proponer un rediseño para la modernización del sistema eléctrico de fuerza e iluminación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte mediante la aplicación de normas eléctricas con el fin de mejorar la calidad del servicio eléctrico.

Objetivos Específicos

- 1.** Describir los componentes que conforman un sistema eléctrico y la Normativa Ecuatoriana de Construcción para instalaciones eléctricas en edificaciones.
- 2.** Realizar un diagnóstico del sistema eléctrico.
- 3.** Realizar la propuesta del rediseño en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte.

Alcance

El presente trabajo de titulación se delimita a identificar los circuitos existentes para realizar la propuesta de rediseño del sistema eléctrico de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la UTN, donde se establecerá el estado actual en el que se encuentra la instalación, desde el punto de alimentación de la acometida hasta la parte interna de la instalación eléctrica del edificio.

La propuesta de rediseño de la instalación eléctrica se regirá a la Normativa Ecuatoriana de Construcción (NEC) y National Fire Protection Association (NFPA 70) que es un estándar a nivel internacional para la seguridad en instalaciones eléctricas. Con las aplicaciones de estas normativas se establecerá los lineamientos sobre los materiales eléctricos, el uso adecuado de cada uno de ellos, mayor seguridad dentro de la instalación, prevención de accidentes, disminución de riesgos y sobre todo salvaguardar la vida de las personas.

En la siguiente etapa con base al diagnóstico del sistema eléctrico, se realizará un estudio de la distribución de las cargas en los diferentes circuitos dentro del edificio, con el propósito de verificar si hay caídas de voltajes, interrupciones en los circuitos, o en general algún evento que afecte la instalación eléctrica y este provoque fallas en los diferentes aparatos eléctricos.

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto se hará uso del software AutoCAD, ya que es indispensable para el diseño de los planos eléctricos, y mediante las herramientas adecuadas que posee lograr identificar fácilmente el estado actual de los circuitos de la instalación eléctrica.

La propuesta de rediseño de modernización optimizará el sistema eléctrico, demanda máxima, confiabilidad y seguridad de los componentes eléctricos, logrando así satisfacer las necesidades del personal que alberga la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la UTN.

Finalmente se realizará un análisis económico, donde se detallará precios unitarios de cada uno de los componentes que conforman el sistema eléctrico, obteniendo así una suma total de los costos en función del resultado del rediseño de modernización, que permita una futura implementación en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte.

Justificación

La facultad FICA cuenta con más de 2000 estudiantes que hacen uso de herramientas tecnológicas y la infraestructura del sistema eléctrico para el beneficio y desarrollo del aprendizaje, por lo que es importante que el sistema eléctrico sea eficiente, seguro y fiable al momento de brindar energía eléctrica proporcionando un óptimo funcionamiento a los aparatos eléctricos y electrónicos.

La propuesta de rediseño del sistema eléctrico debe regirse a la normativa ecuatoriana de construcción (NEC) donde se establece los requisitos mínimos y todas las especificaciones técnicas para una correcta instalación, de la misma forma toda la instalación debe acatarse a la ley de eficiencia energética que obliga a que este tipo de estudios se realicen nuevamente, definiendo la política que establecerá los límites progresivos de niveles de consumo y emisiones de energía.

Las fallas producidas en el sistema eléctrico en la mayoría de casos es ocasionado por la mala instalación, sobredimensionamiento ya que no se rigen de la normativa eléctrica, lo cual trae consecuencias como cortes de servicio eléctrico, que conlleva a la no disponibilidad de los laboratorios y equipos eléctricos, retrasando el efectivo desenvolvimiento de la educación y produciendo pérdidas de horas laborales para el personal que hace uso de la instalación eléctrica.

Mediante el análisis del presupuesto que conlleva el rediseño del sistema eléctrico, se realizarán actividades que implican cotizaciones, movilización para el estudio de campo, evaluaciones de costos y beneficios. De acuerdo a los requerimientos de la edificación y aplicación de la normativa se proporcionará una solución técnica para la infraestructura eléctrica.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y NORMATIVAS ELÉCTRICAS

1 Introducción

Los sistemas eléctricos se conforman de diferentes tipos de elementos, los cuales se encargan de alimentar de energía a todos los dispositivos eléctricos y electrónicos por medio de sus circuitos y fases; puesto que, una instalación eléctrica debe garantizar el buen suministro de energía, además de la seguridad y protección de la vida de las personas al momento de hacer uso los distintos aparatos y dispositivos eléctricos. Toda instalación eléctrica debe regirse a normas dentro de la legislación ecuatoriana que faculte el cumplimiento de los lineamientos y parámetros de seguridad, efectividad y funcionabilidad de una instalación eléctrica.

1.1 Tipos de instalaciones eléctricas

Con base a una planificación y acorde a las necesidades que demande el usuario, los dos tipos más comunes son:

1.1.1 Encubiertas

Son instalaciones eléctricas que se encuentran dentro de los muros, su cableado va dentro de tubos PVC, mangueras u otro tipo de material de tal manera que proteja a los conductores del medio ambiente.

1.1.2 Visibles

Son instalaciones que podemos visualizar de manera directa, el cableado es visible y pasa a través de soportes dentro de la edificación como ductos, canaletas o tuberías. Debido a la estructura, material de los muros o esfuerzos mecánicos que tiene la construcción es necesario no ocultarlas (Piñan, 2020).

1.2 Normativa Ecuatoria de construcción

Todas las instalaciones eléctricas deben regirse a normas vigentes actualizadas que cumplan con los estándares, con la finalidad de establecer las técnicas y requisitos mínimos para el diseño e instalación eléctrica (NEC, 2018).

A continuación, se presenta las normas y estándares nacionales e internacionales:

1.2.1 NFPA 70 National Electrical Code

Establece los lineamientos sobre los materiales eléctricos y el uso adecuado, su aplicación es impórtate para la reducción de riesgos y evitar accidentes (CESE, 2018).

1.2.2 CPE INEN 019 Código Eléctrico Ecuatoriano

Establece lineamientos para la seguridad y técnicas adecuadas en las instalaciones eléctricas, haciendo uso de materiales nacionales y basándose en parámetros aplicados que son válidos internacionalmente. Con el cumplimiento de este código y el mantenimiento adecuado al sistema darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos (INEN_019, s.f.).

1.2.3 IEC 60617 Graphical Symbols for Diagrams

Este código establece la simbología de los componentes del sistema eléctrico, ya sea en diseños o esquemas brindando una fácil identificación dentro de las instalaciones eléctricas (Bueno, s.f.).

1.2.4 NTE INEN 2345 Alambres y cables con aislamiento termoplástico.

Dentro de esta normativa se establece los requisitos para el uso de alambres y cables con aislamiento termoplástico, deben ser unipolares con una capacidad requerida para 600V de acuerdo con el CPE INEN 019 para instalaciones eléctricas (INEN_2345, 2015).

1.2.5 Normativa Europea UNE 12464.1

Dentro de esta normativa se establece el nivel de iluminación adecuado para interiores, las cuales ofrece recomendaciones para que el usuario tenga un mejor confort visual.

1.2.6 Regulación No. ARCERNNR-002/20

Esta regulación establece que cumplan con procedimientos para una correcta medición, registros y evaluaciones de calidad de energía, estableciendo los límites de calidad del servicio de distribución de energía eléctrica.

1.2.7 NTE INEN 3098, Voltajes Normalizados

Dentro de esta norma se especifica los voltajes normalizados para el suministro de energía eléctrica y los valores de referencia para el diseño de equipos y sistemas eléctricos (INEN_3098, 2015).

En la tabla 1 se presenta los valores normalizados dentro del rango de 100V y 1000V según esta normativa:

Tabla 1

Voltajes normalizados

Sistema trifásico de tres hilos	Sistema trifásico de cuatro hilos	Sistema monofásico de tres hilos
Voltaje nominal (V), 60HZ		Voltaje nominal (V), 60Hz
208	120/280	120/240**
240	220/240*	-
-	277/480	-
-	347/600	-
400	-	-
600	-	-

*** Es una configuración delta con fase partida**

**** Los valores de 100/200V también se utilizan en países en sistemas a 60Hz**

Nota. Voltajes Normalizados para Sistemas entre el Rango de 100V a 1000V incluyendo Aparatos Eléctrico. Adaptado de (INEN_3098, 2015).

1.3 Diseño eléctrico

Es un plano en el cual se especifica mediante una simbología los elementos del sistema eléctrico, especificando las conexiones para posteriormente ubicarlos en los distintos puntos de las edificaciones (Valencia, 2018).

- Esquema unifilar es una línea continua en la cual mediante trazos representa al número de conductores de cada circuito que se instalarán.
- Esquema multifilar se representan todos los conductores en los cuales se identifica de manera sencilla el neutro y las fases, son usados generalmente en esquemas de maniobra o automatismo.

1.4 Rediseño eléctrico

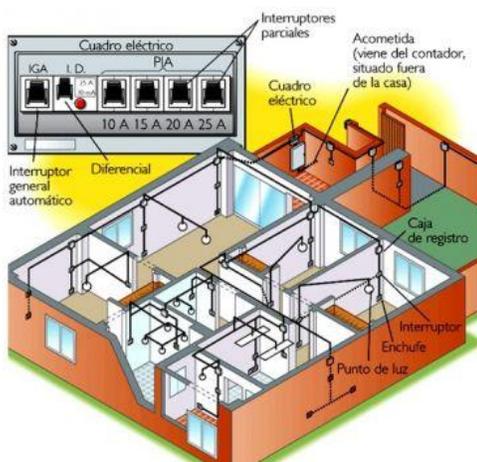
Es la modificación de un diseño antiguo que debido a cambios en la instalación o normas actualizadas deja de tener relación con las normas modernas, lo cual requiere que se adecue toda la instalación mediante un rediseño de todo el sistema eléctrico.

1.5 Partes de una instalación eléctrica

Para el estudio de un sistema eléctrico se debe tener conocimiento de todas las partes que lo conforman, el sistema eléctrico que se aprecia en la Figura 1 muestra como está conformado una instalación.

Figura 1

Partes de una instalación eléctrica



Nota. Adaptado de *Partes de una instalación eléctrica*, por Gregorio, 2022, certicalia.

Los principales elementos que conforman una instalación eléctrica son; la acometida cuadro eléctrico, contador eléctrico, conductores, puntos de luz, tomacorrientes, interruptores y paneles de distribución.

1.6 Elementos y Estructuras de las Instalaciones Eléctricas

1.6.1 Acometida

Es el punto de conexión entre una empresa distribuidora de energía eléctrica con las edificaciones para poder hacer uso del servicio eléctrico. De acuerdo a la Normativa Ecuatoriana de Construcción el calibre de conductor que se debe usar para este tipo de conexiones es el No. 6 AWG de cobre aislado tipo THHN o de aluminio. El calibre del conductor de los sub alimentadores varía si se tiene más de un tablero de distribución y este deberá estar en función a la demanda permitida para cada sub-tablero (NEC, 2018).

1.6.2 Medidor Eléctrico

Es un dispositivo que permite medir el consumo de energía eléctrica del usuario. Generalmente la instalación de este contador o medidor es realizada por la empresa distribuidora de energía. Actualmente existen Medidores automáticos que nos entregan información sobre las irregularidades que pueden darse dentro de la red, detallando la hora y el punto exacto donde fue el mayor consumo de la energía eléctrica. (Lozano, 2020).

1.6.3 Caja de Protección

Es una caja que aloja al medidor y elementos de protección, aislando los conductores que vienen desde la acometida hasta la parte interna de la edificación. El diseño del inmueble del sistema de medición según NEC (2018), nos dice que “debe regirse a la normativa de instalación de acometidas y medidores de cada empresa eléctrica de distribución” (p,14).

1.6.4 Tablero de distribución

Los tableros de distribución de baja tensión sirven para la separación de los circuitos, agrupándolos por zonas a las cuales será distribuida la energía. Dentro de este se alojan los puntos de conexión como interruptores de protección para cortocircuitos y sobrecargas (Orlando, 2021).

El capítulo 6 de la Norma Ecuatoriana de Construcción obliga al instalador de tableros de distribución:

- Ser instalado en lugares secos con fácil acceso para conexión y mantenimiento.
- Tener un esquema unifilar dentro del interior, detallando el listado de los circuitos a los que cada interruptor protege.
- Cargas balanceadas y por cada 5 salidas de alimentación del tablero de distribución deben dejar una salida extra como reserva.
- Cada circuito debe tener su propio interruptor de protección.
- Su instalación debe ser a una altura 1.6m desde el piso y debe tener barra de neutro aislada y barra tierra (NEC, 2018).

1.6.5 Cuadro General de Mando y Protección contra sobre tensiones

La principal funcionalidad del Cuadro General de Mando y Protección es subdividir a la red en partes o zonas dependiendo de la construcción, además de protegerlo contra sobrecargas, contactos indirectos y cortocircuitos.

1.6.5.1 Interruptor general

Este tipo de interruptor protege a la instalación eléctrica contra sobrecargas y cortocircuitos, este dispositivo salvaguarda la vida del usuario cortando de manera inmediata el paso de la corriente (Pereira, 2022).

1.6.5.2 Interruptor termomagnético

Protege a la instalación eléctrica de cortocircuitos que provocan efectos de calentamiento en los conductores, activándose de manera instantánea cortando así el suministro de energía eléctrica (Piñan, 2020).

1.6.5.3 Interruptor diferencial

Es un interruptor instalado cada cierto número de circuitos, estos actúan junto a los tomacorrientes protegiéndolos de posibles derivaciones, caídas de voltaje, evitando así daños en la red (Pereira, 2022).

Según NEC (2018), nos dice que “Los dispositivos de protección contra sobre corrientes (sobrecargas y cortocircuitos) deben ser interruptores termomagnéticos automáticos fabricados bajo la Norma IEC 60898-1, que cumplan con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091” (p,11).

Según esta norma debe tener:

- Dimensionamiento relacionado a la capacidad de carga de los circuitos a proteger.
- Soporte de las influencias del medio ambiente con al menos un grado de protección **IP20**.
- Circuitos especiales de cocina 220/240V debe tener interruptor termomagnético de 40 amperios (NEC, 2018).

1.6.6 Conductores, Tipos y sus Normativa

los conductores transportan el flujo de electrones, debido al material de su fabricante tiene una resistividad baja, lo cual es beneficiosa para trasladar la energía eléctrica, la mayoría de conductores esta formados por tres elementos que son: conductor eléctrico, aislamiento y cubierta (Mecafenix, 2022).

Los tipos de conductores más comunes que podemos encontrar son los siguientes:

1.6.6.1 Conductor de alambre desnudo

Son conductores que no llevan recubrimiento, su principal aplicación es las puestas a tierra debido a que son cables de estado sólido poco flexibles (Juan, 2019).

1.6.6.2 Conductor de alambre aislado

Es un tipo de conductor de alambre desnudo con capa aislante para evitar contacto externo con las personas, evitando así accidentes de cualquier tipo (Juan, 2019).

1.6.6.3 Conductor de cable flexible

Es un conjunto de cables finos diferenciados por colores acorde a su función, son de material maleable y flexibles para su manipulación (MKT, 2021).

1.6.6.4 Conductor de cordón

Contiene varios cables flexibles con doble aislamiento, un interno propio de cada cable y otro externo cubriendo todos en conjunto (MKT, 2021).

Para evitar daños por sobreintensidad la protección adecuada de los conductores debe soportar 15A para N°14 AWG, 20A para N° 12 AWG, 40A para N° 10 AWG con material de cobre (NEC, 2018).

1.6.6.5 Normativa para la instalación de los conductores

Para la instalación de conductores en residencias o edificaciones se debe acatar las siguientes normas:

- Se deben instalar de modo que se pueda manipular con facilidad para remplazos o revisiones.
- Deben seguir la norma vigente NTE INEN 2345 en cuanto a su tipo de aislamiento.
- Si su instalación es en ductos su calibre debe ser mayor a 10 AWG, debe ser cableado.

- Los circuitos especiales de cocina deben tener un conductor de cobre calibre 8 AWG por fase y 10 AWG para la tierra con aislamiento THHN (NEC, 2018).

A continuación, se presenta la tabla 2 con las características de los tipos de conductores:

Tabla 2

Tipos de Conductores

Tipo	Temp.Op. Max °C	Material Aislante	Cubierta Exterior
RH	75	Hule sintético o material termofijo resistente al calor.	Resistente a la humedad, retardadora de a flama no metálica.
RHH	90	Hule sintético o material termofijo resistente al calor y a la flama	Resistente a la humedad y a la propagación de la llama.
RHW	75	Hule sintético o material termofijo resistente al calor, a la humedad y a la flama.	Material elastomérico, termofijo, resistente a la humedad y a la flama.
RHW/RHH	75/90	Material termofijo de etileno propileno. EPR, resistente al calor, a la humedad y a la flama.	Termoplástico resistente a la humedad y a la intemperie
CCE	60	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama.	Ninguna
BM-AL	75	Termoplástico resistente a la humedad y a la intemperie.	Ninguna
TT	75	Termoplástico resistente a la humedad, al calor a la propagación del incendio, baja emisión de humo y gas ácido.	Ninguna
TW	60	Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación del incendio.	Ninguna
TWD	60	Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación del incendio.	Ninguna
TWD-UV	60	Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación del incendio.	Ninguna
THHN	90	Termoplástico resistente a la humedad, la intemperie y la propagación de incendios.	Nylon o equivalente

Nota. Características de los conductores. Tomado de (FARADAYOS, s.f.).

1.6.7 Electrodo

Son varillas de acero recubiertas de cobre especializadas para puestas a tierra, su dimensionamiento debe ser de 16mm de diámetro y con una longitud de 1,80 metros (NEC, 2018).

1.6.8 Toma de tierra

Acorde a la Normativa Ecuatoriana de Construcción los conductores para puestas a tierra deben ser de cobre, sólido y aislado. “Su sección mínima debe estar de acuerdo con la sección del conductor mayor de la acometida o alimentador” (NEC, 2018, p.13). Siguiendo la siguiente relación:

- No. 8 AWG para conductor de acometida hasta No. 2 AWG
- No. 6 AWG para conductores de acometida desde No. 1 AWG hasta 1/0 AWG
- No. 4 AWG para conductores de acometida desde No. 2/0 AWG hasta 3/0 AWG.

1.6.9 Ductos y canales eléctricos

Son fundamentales dentro de las instalaciones eléctricas. Básicamente son tubos de diferente material que varía acorde al ambiente donde se lo instalará, cumplen con la funcionalidad de proteger el cableado de daños exteriores que produzcan la corrosión, ayudando también en una ordenada distribución de cables (Cubas, s.f.).

1.6.10 Sistema de iluminación

Se encarga de la iluminación de áreas convencionales brindándonos una visión clara del aspecto estético en el interior de la edificación. Dentro de los sistemas de iluminación según NEC (2018), nos dice que “Se debe considerar por cada salida de iluminación una carga máxima de 100 Vatios (W)” (p.6).

“Los circuitos de iluminación deben ser diseñados para alimentar una carga máxima de 15 amperios y no exceder de 15 puntos de iluminación” (NEC, 2018, p. 8).

Dentro de los circuitos de iluminación se debe considerar el siguiente acorde a la normativa:

- Calibres iguales con el conductor neutro y fases.
- Hacer uso de conductores de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de $2,5\text{mm}^2$ (14 AWG) para la fase, el neutro y conductor de tierra (NEC, 2018).

Los niveles de iluminación determinan la cantidad de luz que hay un espacio determinado, con los cuales se brinda una comodidad visual, protección y salud a los usuarios. Para cada circunstancia concreta dentro de las diferentes zonas de la edificación le pertenece un nivel de luxes diferente (Simón, 2021).

1.6.11 *Sistema de fuerza*

Son elementos encargados de suministrar energía eléctrica a los diferentes circuitos en base a la demanda del usuario. NEC (2018), nos dice que “Se debe considerar por cada salida de tomacorriente una carga de 200 W” (p. 8).

Los sistemas de fuerza deben estar diseñados tomando en cuenta salidas polarizadas que contengan fase, neutro y tierra para soporte de 20 amperios por circuito sin exceder 10 salidas (NEC, 2018). Dentro de los circuitos de fuerza se debe considerar:

- Calibres iguales con el conductor neutro y fases.
- Usar conductores de cobre aislados de tipo THHN con una sección mínima de 4mm^2 (12 AWG) para la fase y el neutro (NEC, 2018).

1.7 Alimentadores

1.7.1 Alimentadores primarios

Por su estructura radial son monofásicos a tres hilos o trifásicos a 4 hilos, con anillo y seccionador automático dividiendo así el alimentador en dos secciones que disminuyen interrupciones temporales. Una mayor seguridad para los alimentadores es mediante arreglos con mallas que son caracterizados por ser abastecidos por algunas redes autónomas de subtransmisión y al momento de ocurrir una falla, por medio de otro seccionamiento se restituye la energía (Martínez, 2020).

1.7.2 Alimentadores secundarios

Son instalaciones monofásicas o trifásicas también designadas distribuidores secundarios que enlazan a través de un circuito a la acometida y al contador eléctrico, los cuales se encargan de alimentar a residencias, industrias o edificaciones con un voltaje delimitado acorde a la demanda del usuario (Martínez, 2020).

Mediante la Normativa Ecuatoriana de Construcción los conductores de los alimentadores deben ser dimensionados para un soporte de corriente no menor al 125% de su carga máxima (NEC, 2018).

1.8 Niveles de voltaje

Son niveles que varían acorde a la demanda del usuario, puesto que debe tener una cantidad determinada para la operación del voltaje para el funcionamiento de los aparatos eléctricos.

Según la regulación ARCERNNR (2020), menciona que los niveles de bajo voltaje a los cuales debe regirse son menores o igual a 0,6 kV (127/220V, 120/240V, 208/120V). (p. 6)

1.9 Estudio de la carga eléctrica

Mediante el estudio de la carga o potencia instalada se obtiene información del sistema eléctrico tales como la seguridad, mantenimiento y rendimiento, para luego observar si es factible posibles rediseños de la instalación o no. Los estudios de las cargas determinarán si el sistema eléctrico admite nuevas cargas y con base a ello se pueda realizar una futura modernización con ahorro de energía (Valencia, 2018).

1.10 Circuitos y Derivados

Acorde al capítulo 4. Circuitos de la Normativa Ecuatoriana de Construcción cada circuito de iluminación y fuerza deben ser independientes, debe tener su propio cable de tierra, neutro y conductor, deben estar correctamente dimensionados acorde a la carga que se va a instalar. Cada uno de los circuitos tiene su propia protección y nunca se deben derivar a otras plantas de niveles diferentes al realizar la instalación (NEC, 2018).

Para los circuitos con cargas especiales su diseño debe ser individual, debido a que soportara la carga nominal de los equipos individuales, como por ejemplo el circuito para la cocina a 220 V o una ducha eléctrica a 110 V (NEC, 2018).

1.10.1 Dimensionamiento del conductor

Mediante el dimensionamiento se hace la selección del calibre del conductor, garantizando un largo plazo de vida y buen funcionamiento de la instalación eléctrica. Para el cálculo se aplica la corriente nominal de cada línea y un coeficiente de fricción dando como estimación una corriente mayor a la nominal (Amer, 2022).

1.10.2 Caída de voltaje

Se conoce como caída de voltaje según Núñez (2017), a la “diferencia de potencial que existe entre los extremos de cualquier conductor, semiconductor o aislante. Este valor se mide en voltios y representa el gasto de fuerza que implica el paso de la corriente por el mismo” (p.11).

1.10.3 Servicio eléctrico

Este servicio es necesario para las personas, gracias a la conexión del servicio eléctrico continuo, se pueden desarrollar actividades de forma segura y eficiente, Se requiere la cantidad requerida de electricidad para el funcionamiento de los aparatos eléctricos en las viviendas o edificaciones (Levy, 2020).

1.10.4 Calidad del servicio

Es un conjunto de atributos técnicos y comerciales impartidos por parte de la empresa distribuidora que presta el servicio eléctrico. Constituyen las condiciones a las cuales dicha prestación debe desarrollarse como la calidad del producto, calidad del servicio técnico y comercial (ARCERNNR, 2020).

1.11 Factor de potencia

Es necesario saber el factor de potencia de una instalación eléctrica ya que mediante ello se verifican los rangos que se requieren por parte de la empresa distribuidora. El factor de potencia debe tener un valor estimado de 0.85 en instalaciones eléctricas comerciales o industriales y un valor de 0.93 en residencias (Piñan, 2020). El factor de potencia es la relación que existe entre la potencia real de trabajo y la potencia consumida en otras palabras indica la potencia que se está utilizando.

Para centros o instituciones educativas que tengan una potencia reactiva con un factor de potencia menor a 0.92 mensualmente, recibirán una penalización en bloque tarifario por bajo factor

de potencia (ARCERNNR, 2020). Dentro del sistema eléctrico al momento de tener un bajo factor de potencia se puede asimilar diversas causas y consecuencias:

- Debido a la falta mantenimiento se presenta un mal estado de la red eléctrica.
- Aumento de la intensidad de corriente por aumento de cargas dentro del edificio.
- Deterioro de los material y agotamiento de vida de los conductores
- Caídas de tensión provocando desbalances de la demanda de consumo de energía eléctrica (Juan, 2019).

1.12 Diagnóstico y mantenimiento de la instalación eléctrica

El mantenimiento periódico de las instalaciones eléctricas es muy importante, debido a la manipulación constante y el paso del tiempo, la instalación eléctrica se ve afectada y va perdiendo su potencial de rendimiento. Es por ello que ocurren accidentes como incendios, descargas al beneficiario, cortocircuitos, caídas de tensión afectando directamente al usuario. Debido a ello es recomendable el mantenimiento de la red para la reducción de accidentes y brindar una mayor protección al momento de hacer uso del servicio de energía eléctrica (Juan, 2019).

1.13 Sistemas auxiliares

Estos sistemas se activan ante la presencia de cortes de energía eléctrica, energizando dispositivos de fuerza o iluminación encaminados a cumplir una función específica (Farina, 2021).

Todos los componentes de una instalación eléctrica son de gran importancia, cada uno cumple una función específica de proteger la instalación y sobre todo salvaguardar la vida del usuario. Cada elemento se rige a una norma que cumple con los estándares para el diseño e instalación para así finalmente poder hacer uso del servicio eléctrico.

CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1.14 Descripción del área de estudio

La Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte se encuentra ubicada en la ciudad de Ibarra en la parroquia El Sagrario entre la avenida 17 de julio 5-21 y General José María Córdova, área Urbana como se muestra en la Figura 2.

Figura 2

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas UTN



Nota. Ubicación del área donde se va a realizar el diagnóstico de la instalación eléctrica. Tomada de (GoogleMaps, 2023).

La infraestructura de la facultad ha sido modificada con el paso de los años, debido a la incorporación de nuevas carreras desde su fundación, ha obtenido un crecimiento de personal trayendo consigo una nueva demanda de consumo de energía eléctrica, aumento de cargas por la implementación de nuevos laboratorios informáticos, alteraciones en los circuitos de fuerza e

iluminación. Desestabilizando así la red y demanda máxima para la cual fue estimada desde su construcción.

El edificio FICA alberga a más de dos mil entidades públicas como estudiantes, docentes, personal administrativo y de limpieza. Este cuenta con 5 pisos conformado de oficinas, aulas de clase, laboratorios, baños y bodegas. Las oficinas administrativas se ubican entre la primera planta del edificio, el tablero de distribución principal se encuentra ubicado en la planta baja junto al ascensor como se aprecia en la Figura 3.

Figura 3

Tablero de Control principal de la FICA



Nota. Tablero principal de distribución ubicado en la planta baja de la facultad FICA.

1.15 Metodología

Para el diagnóstico y recopilación de datos del sistema eléctrico se realizó la metodología siguiente:



1. Visita técnica para el desarrollo del diagnóstico del sistema eléctrico en la facultad de ingeniería en ciencias aplicadas para identificar el punto de unión entre el transformador con el edificio y reconocimiento de las cajas de distribución.
2. Inspección visual para poder diagnosticar los circuitos de iluminación y fuerza.
3. Instalación del equipo de medición para adquisición de datos y poder determinar la demanda máxima en el tablero de distribución principal de la facultad.
4. Levantamiento de la instalación eléctrica y equipos de todo el edificio FICA, especificando cada carga instalada en laboratorios, oficinas y aulas.
5. Validación de resultados obtenidos para el levantamiento de los planos eléctricos actuales.

Para realizar del diagnóstico del sistema eléctrico se llevó una metodología cumpliendo con la normativa ecuatoriana de construcción y en base a ello se toma los datos técnicos fundamentales del diagnóstico, esto con el fin de obtener resultados satisfactorios mediante la información recopilada (NEC, 2018).

1.16 Toma de datos del transformador

El transformador que alimenta a la facultad FICA se encuentra ubicado al Este, lado de la facultad en Ciencias Agropecuarias y Ambientales FICAYA. Este transformador tiene potencia aparente de 75 kVA (INATRA), el cual se encarga de alimentar de energía eléctrica a las dos

edificaciones y al sistema externo de iluminación que lo rodean. En la Figura 4 se puede apreciar este transformador trifásico.

Figura 4

Transformador que alimenta a la facultad FICA



Nota. Transformador de 75 kVA FICA/FICAYA.

1.17 Equipo de medición

La carrera de electricidad cuenta con un equipo de medición para la adquisición de datos, con el cual se puede determinar la demanda máxima en un sistema eléctrico. El analizador de redes Metrel PowerQ4 Plus fue provisto por el docente técnico de la carrera, este equipo de medición fue diseñado acorde a normas europeas como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Normativa de diseño del analizador de redes Metrel PowerQ4 Plus

Normativa	Descripción
Compatibilidad electromagnética (EMC) EN 61326-2-2: 2006 Seguridad (LVD) EN 61010-1: 2001 Métodos de medición	Emisión: Equipo de clase A con fines industriales Seguridad para equipos eléctricos de control, medida y uso de laboratorio.
IEC 61000- 4- 30: 2008	Clase S: Técnicas de medida de la calidad de energía.
IEC 61557- 12: 2007	Equipos para medida o vigilancia de las medidas de protección.
IEC 61000- 4- 7: 2002 + A1	Clase II: Guía general para medidas de armónicos e Inter armónicos.
IEC 61000- 4- 15: 2010	Equipos para medias de flicker, especificaciones funcionales y diseño.
EN 50160: 2010	Características de voltaje suministrada por redes generales de distribución.

Nota. Normativa de diseño del equipo de medición. Tomada de (Manual de usuario *Metrel PowerQ4 Plus*).

Normas europeas de diseño a las cuales trabaja el equipo de medición, cada una de estas normas cumple con los estándares para su correcto uso y aplicación dentro del campo de estudio. Además, este analizador de redes cuenta con diferentes canales para la adquisición de datos.

1.17.1 Características generales del equipo de medición

Las mediciones de voltajes y corrientes que registra el equipo lo hacen simultáneamente, de la misma forma este instrumento de medida no tiene limitaciones, se lo puede hacer tanto para CC y CA de tal manera que la adquisición de datos sea fiable. En la Tabla 4 se puede observar las características del equipo.

Tabla 4

Características del equipo de medición Metrel PowerQ4 Plus.

Certificaciones:	Certificación de conformidad CE (Unión Europea) Desarrollo, Fabricado ISO 9001-2000 Certificación PASS. Instrumentos con prisión a la ficha técnica de cada modelo.
Velocidad de muestreo:	25 kHz / 10MHz
Voltaje de alimentación:	100 a 230 VAC 132 a 375 VDC
Frecuencia de alimentación:	45 a 65 Hz
Seguridad:	EN 61010-1:2001
Consumo de energía:	150 mA- sin pilas
Capacidad de memoria:	Flash de 8 MB
Interface:	USB 1.0 tipo B
Dimensiones:	(220 x 115 x 90) mm
Peso:	0.65 kg (sin accesorios)
Índices de protección:	IP 42
Posición de operación:	90°

Nota. Características del analizador de redes. Tomada de (Manual de usuario *Metrel PowerQ4 Plus*).

1.17.2 Capacidad del equipo de medición

El analizador Metrel PowerQ4 Plus mide de forma individual ya sea por fase o trifásica.

Los datos que se obtienen del equipo se lo pueden visualizar a través del programa PowerView V2.0. En la Tabla 5 se puede observar la capacidad de medición que tiene el analizador.

Tabla 5

Capacidad de medición del analizador de redes.

Descripción	Cantidad
Voltaje_Entrada_Máx (F-N):	1000 Vrms
Voltaje_Entrada_Máx (F-F):	1730 Vrms
Impedancia_Entrada (F-N):	6 MΩ
Impedancia_Entrada (F-F):	6 MΩ
Convertidor AD	16 BITS, 8 CANALES

Escalas de voltaje en función al voltaje nominal de la red

Voltaje de fase nominal: 50 V – 110 V
Voltaje de fase nominal: 110 V – 240 V
Voltaje de fase nominal: 240 V – 100 V

Nota. Capacidad que tienen el equipo de medición Metrel PowerQ4 Plus. Tomada de (Manual de usuario *Metrel PowerQ4 Plus*).

1.17.3 Esquema de conexión del equipo

El analizador cuenta con cuatro terminales de entrada de transformadores de corriente I1, I2, I3, IN y cinco terminales de entrada para voltaje L1, L2, L3, N, GND. El voltaje máximo permitido entre los terminales de voltaje y tierra es de 1000Vrms. En la siguiente la Figura 5 se puede apreciar el panel de conectores del analizador.

Figura 5

Panel de conectores del analizador de red

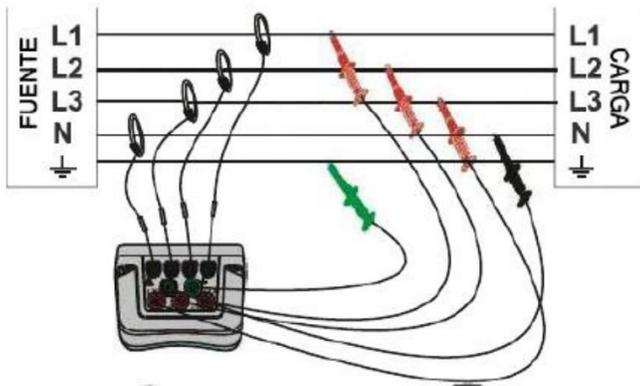


Nota. Entradas de conexión del equipo de medición Metrel PowerQ4 Plus.

Para conexión con sistemas trifásicos se presenta la Figura 6 donde se aprecia el diagrama de conexión del analizador de redes, colocando primero las pinzas de corriente A_L1, B_L2, C_L3 y N. Tener en cuenta que la flecha indica la polaridad de la señal y este debe apuntar hacia la carga.

Figura 6

Sistema trifásico 4 hilos.



Nota. Esquema de conexión para sistemas trifásicos. Tomada de (Manual de usuario *Metrel PowerQ4 Plus*).

1.17.4 Medición en la red eléctrica

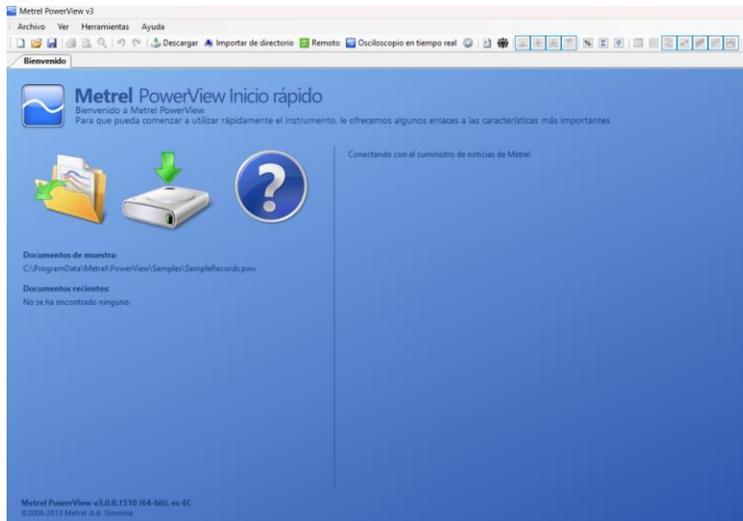
Es fundamental la medición de un sistema eléctrico para un mejor conocimiento sobre el funcionamiento de la instalación, a través de ello se podrá visualizar y controlar los picos de consumo del usuario y de esa manera verificar la calidad del suministro del servicio eléctrico. Es imprescindible tener un instrumento de medición que cumpla con las normativas y estándares legales para poder realizar el estudio dentro de la red eléctrica.

1.18 Software Metrel PowerView V2.0

Este programa cuenta con licencia libre y además ayuda de manera fiable en el registro y la adquisición de datos de un sistema eléctrico, a través de una interfaz de trabajo nos permite visualizar los datos exportados desde el analizador Metrel PowerQ4 Plus. En la Figura 7 se aprecia el entorno de trabajo del programa, idioma en español y de fácil acceso a los datos para realizar los análisis.

Figura 7

Interfaz principal Metrel PowerQ4 Plus.



Nota. Ventana de inicio del programa Metrel PowerQ4 Plus.

Este software brinda diferentes métodos para analizar datos registrados por el equipo de medición Metrel PowerQ4 Plus, permite realizar cambios por el usuario de manera eficiente y a su vez trabajar en canales subdivididos más específicos, de la misma forma se puede realizar anotaciones de los procesos que se está realizando a través de varias herramientas que incluye el programa, y una vez finalizado permite guardar el archivo de manera segura.

1.19 Procedimiento para conexión y adquisición de datos

El equipo de medición fue instalado en el tablero principal de distribución de la facultad para realizar la medición y adquisición de datos. Para una correcta medición y conexión se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Secuencia correcta de las fases.
- Un mismo punto de conexión de tierra y neutro para su medición.
- Alimentación externa del equipo de medición para que no se apague durante la adquisición de datos.
- Dirección del flujo de corriente para colocar las pinzas.

Teniendo en cuenta estas consideraciones en la Figura 8 se aprecia la secuencia de las fases y conexión de las pinzas de corriente del equipo de medición en el tablero principal de distribución. El procedimiento para conexión de las pinzas fue primero a tierra, luego con el N, L1-A, L2-B,

L3-C. Es recomendable comprobar la conexión a través de un multímetro de tal forma que estemos seguros de la instalación del equipo esta correcto y así obtener resultados confiables.

Figura 8

Secuencia de las fases y Conexión de pinzas de corriente



Nota. Secuencia de las fases y conexión de pinzas en el tablero principal de distribución de la FICA.

Las pinzas de corriente se instalaron en la entrada de los bornes del medidor del tablero de control, la dirección del CT como se aprecia en la Figura 9 debe estar orientada y apuntar hacia la carga. Por último, una vez ya instalada las pinzas de voltajes y corrientes en el tablero de control se inició con la medición conectando los terminales del equipo.

Figura 9

Orientación del CT e instalación del analizador de redes



Nota. CT colocado con la orientación correcta e instalación completa del equipo de medición.

1.20 Configuración del analizador de redes Metrel PowerQ4 Plus

Se configuró en intervalos de 10 minutos para obtener datos con un margen confiable, los intervalos de medición son lapsos de periodos en el que se promedia el valor de la energía a una frecuencia de 60 Hz, y que cumple con los estándares de la regulación ARCERNNR- 002/20. Conforme a lo establecido en esta regulación la medición se realizó por un lapso de 7 días continuos, como se puede apreciar en la Figura 10.

Figura 10

Configuración para el periodo de medición



Nota. El equipo de medición fue conectado durante 7 días continuos como lo acuerda la regulación ARCERNNR- 002/20.

1.21 Equipo de medición Luxómetro

El luxómetro mide el nivel de iluminación que tienen una determinada área de forma confiable y precisa, se lo aplica en lugares cerrados o abiertos. El modelo de luxómetro que se utilizó para la medición de luxes que tienen cada área en la facultad FICA es el Light meter TM-204, con el cual se obtuvo el nivel de intensidad luminosa que tienen las diferentes áreas del

edificio. A continuación, se detalla las especificaciones que tienen el equipo de medición de luxes LIGHT METER -TM 204.

Figura 11

Luxómetro Light Meter Lux/ Fc TM- 204



Nota. Equipo de medición de LUX Light Meter TM-204

Especificaciones:

- Compatible con unidades de nivel de iluminación LUX y FC (foot candle o candelas por pie).
- Visor digital de 3,5" para una cómoda y fácil lectura de los valores con un máximo de 2000 unidades.
- Indicador de sobrecarga y batería baja.
- Cumple JISC 1609:1993 y CNS 5119 clase A genérica.
- Respuesta espectral CIE.

1.22 Estado actual de la instalación eléctrica de la FICA

Con el objetivo de conocer el estado actual de la red eléctrica de la FICA, se realizó un levantamiento de las cargas que operan en los sistemas de fuerza e iluminación, para posteriormente realizar una comparación con los datos obtenidos por medio del analizador de redes. Se realizó un análisis en todos los pisos de la facultad, ingresando a las oficinas, aulas, laboratorios, y baños, para estimar las cargas que se encuentran conectadas en la red.

1.22.1 Levantamiento de cargas del sistema eléctrico de fuerza e iluminación.

Teniendo en cuenta el nivel actual de la carga instalada en el sistema eléctrico se hace una comparación con los datos obtenidos del equipo de medición, para ello se hizo una inspección de cada piso de la edificación entrando en aulas, oficinas, laboratorios, bodegas y baños para tener un mejor conocimiento de las diferentes cargas conectadas a la red.

1.22.1.1 Sistema de iluminación

A continuación, se presenta la Tabla 6 donde se aprecia el levantamiento de cargas del sistema de iluminación.

Tabla 6

Sistema de iluminación

<i>Levantamiento de cargas del sistema de iluminación de la facultad FICA</i>					
<i>Descripción (Área)</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tipo luminaria (Dimensiones)</i>	<i>Cantidad tubos fluorescentes y led</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Carga instalada(W)</i>
<i>Aulas</i>	14	<i>Tubo fluorescente (1200mm*38mm)</i>	70	(40 W)	2800
<i>Laboratorios</i>	10	<i>Tubo fluorescente (1200mm*38mm)</i>	63	(40 W)	2520
<i>Pasillos</i>	5	<i>Tubo fluorescente (1200mm*38mm)</i>	40	(40 W)	1600
		<i>Tubo led (1200mm*28mm)</i>	10	(40W)	400
<i>Oficinas</i>	12	<i>Tubo fluorescente (1200mm*38mm)</i>	75	(40 W)	3000
		<i>Tubo led (1200mm*28mm)</i>	10	(40W)	400
<i>Auditorios</i>	2	<i>Tubo fluorescente (1200mm*38mm)</i>	46	(40 W)	1840
<i>Baños</i>	3	<i>Tubo fluorescente (1200mm*38mm)</i>	15	(40 W)	600
<i>Carga total instalada</i>					<i>13160</i>

Nota. Se presenta las cargas conectadas en la red del sistema de iluminación.

Conforme al levantamiento de las cargas que operan en el sistema de iluminación de la facultad FICA se pudo observar que la mayoría de luminarias son de tipo tubo fluorescente y otro tipo led, los dos tipos con una potencia de 20 W por tubo, llegando a tener una carga instalada de 13,16 kW.

Es importante señalar varios factores para tener una iluminación adecuada dentro de un área como el tiempo que se trabaja, las condiciones a las cuales se encuentra dicho lugar y sobre todo el tipo de tarea que se va a ejecutar. El nivel de luxes o lúmenes que requiere una determinada área se puede llegar a determinar con la siguiente formula 1:

$$\text{LUX} = \frac{\text{Lumen}}{m^2} \quad (1)$$

Donde:

Lumen → es el flujo luminoso

m^2 → serian el área en metros cuadrados

A continuación, en las siguientes tablas se detalla el nivel de iluminación que se obtuvo mediante el equipo de medición Light Meter MT-204 de las diferentes áreas de la facultad Fica.

Tabla 7

Niveles de iluminación planta baja

NIVELES DE ILUMINACIÓN OBTENIDOS CON EL LUXÓMETRO PLANTA BAJA	
ÁREA	LUXES
Coordinación de la carrera de mecánica	127
Coordinación de la carrera de telecomunicaciones	91,44
Coordinación de la carrera de software	134,57
Bodega	60,20
Coord. ingeniería automotriz y electricidad	99,70
Secretario abogado	63,20
Decanato	40,42
Secretaria decanato	66,30
Sala de grados	39,49
Subdecanato	64,40
Secretaria Subdecanato	39,71
Coordinación de la carrera de ingeniería industrial	83,11
Baños discapacitados	459,45
Copiadora	67,90
Coordinación de la carrera de mecánica	127,66
Pasillo	83,22

Tabla 8*Niveles de iluminación primer piso*

NIVELES DE ILUMINACIÓN PRIMER PISO	
ÁREA	LUXES
Jefe de laboratorio	25,47
Laboratorio 2 de informática	32,50
Área, soporte y mantenimiento	33,67
Laboratorio 1 informática	30,44
Laboratorio 4 informática	25,78
Auditorio	15,21
Laboratorio 3 informática	30,62
Laboratorio Fibra	22
Baño	68,33
Pasillo	110,22

Tabla 9*Niveles de iluminación segundo piso*

NIVELES DE ILUMINACIÓN SEGUNDO PISO	
ÁREA	LUXES
Laboratorio 5 informática	23,45
Laboratorio 6 informática	23,43
Sala 205	30,22
Sala 204	33,45
Archivo	77,45
Sala 202	29,56
Laboratorio 7 informática	58,34
Baños H-M	66,33
Pasillo	109,11

Tabla 10*Niveles de iluminación tercer piso*

NIVELES DE ILUMINACIÓN TERCER PISO	
ÁREA	LUXES
Laboratorio electrónico	22,56
Aula 308	22,45
Aula 307	30,23
Aula 306	44,56
Aula 305	33,82
Asociaciones estudiantes CITEL Y CIERCOM	76,77
Aula 304	32,34
Aula 303	39,67
Aula 302	44,23
Aula 301	55,45
Baños H-M	52,33
Pasillo	90,22

Tabla 11*Niveles de iluminación cuarto piso*

NIVELES DE ILUMINACIÓN CUARTO PISO	
ÁREA	LUXES
Cubículos 1	16,56
Cubículos 2	37,56
Laboratorio 8 informática	30,66
Laboratorio 9 informática	51,45
Aula 401	29,43
Asociación estudiantil CISIC, ECATRONICA, CINDU.	

	48,09
Pasillo	48,27

Los datos presentados en estas tablas describen el nivel de iluminación que fue medida por el luxómetro en cada área dentro de la facultad. Con base a estos resultados en el capítulo 3 se hará una comparación con los resultados obtenidos aplicando la fórmula, lo cual nos permite saber los niveles de lúmenes aceptados para cada departamento. Para este cálculo se obtuvo en cuenta el área por metros cuadrados y el nivel de lúmenes que tiene las lámparas que se utilizaron en la propuesta para el rediseño.

1.22.1.2 Sistema de fuerza

A continuación, se presenta la Tabla 12 donde se detalla la carga instalada por equipos eléctricos y electrónicos de la facultad

Tabla 12

Sistema de fuerza

<i>Levantamiento de cargas de los equipos instalados en la facultad FICA</i>				
<i>Descripción (Área)</i>	<i>Equipos</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Carga instalada(W)</i>
<i>Aulas</i>	<i>Proyector</i>	<i>14</i>	<i>200</i>	<i>2600</i>
<i>Laboratorios</i>	<i>Proyector</i>	<i>11</i>	<i>200</i>	<i>2200</i>
	<i>Computadoras</i>	<i>135</i>	<i>120</i>	<i>16200</i>
	<i>Macs</i>	<i>42</i>	<i>80</i>	<i>3360</i>
<i>Oficinas</i>	<i>Computadoras</i>	<i>40</i>	<i>120</i>	<i>4800</i>
	<i>Impresoras</i>	<i>20</i>	<i>16</i>	<i>320</i>
<i>Auditorios</i>	<i>Proyector</i>	<i>2</i>	<i>200</i>	<i>400</i>
	<i>Computadoras</i>	<i>1</i>	<i>65</i>	<i>65</i>
<i>Copiadora</i>	<i>Copiadoras</i>	<i>3</i>	<i>3000</i>	<i>9000</i>
<i>Carga total instalada</i>				<i>38745</i>

Nota: Se presenta las cargas conectadas en la red del sistema de fuerza.

La carga instalada en los diferentes pisos y departamentos de la facultad como aulas, oficinas, laboratorios y auditorios representa una cantidad elevada del consumo de energía llegando a una sumatoria de 38,745 kW.

1.23 Tablero general de distribución

El tablero no cuenta con diagrama unifilar por lo que resulta complejo saber la distribución exacta de los circuitos. Se observó falta de mantenimiento debido a que existe presencia de polvo en todos los conductores, ajuste de los conductores poco confiable y peinado de los cables desorganizado.

Figura 12

Tablero general de distribución



Nota. Estado actual del tablero general de distribución de la facultad FICA.

Tabla 13*Tablero general de distribución*

Tablero general de distribución			
Protección	Breaker	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
Trifásico (3P)	63 A	Metálica tipo EMT 33 mm	3x6 AWG (4,23mm ² TW) 1x14 AWG (2,5mm ² N) 1x2 AWG Cu desnudo (T)
Trifásico (3P)	63 A	Metálica tipo EMT 33 mm	3x6 AWG (4,23mm ² TW) 1x14 AWG (2,5mm ² N) 1x2 AWG Cu desnudo (T)
Trifásico (3P)	63 A	Metálica tipo EMT 33mm	3x6 AWG (4,23mm ² TW) 1x14 AWG (2,5mm ² N) 1x2 AWG Cu desnudo (T)
Bifásico (2P)	60 A	Metálica tipo EMT 33 mm	3x6 AWG (4,23mm ² TW) 1x14 AWG (2,5mm ² N) 1x2 AWG Cu desnudo (T)
Bifásico (2P)	60 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x6 AWG (4,23mm ² TW) 1x14 AWG (2,5mm ² N) 1x2 AWG Cu desnudo (T)
Bifásico (2P)	60 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x6 AWG (4,23mm ² TW) 1x14 AWG (2,5mm ² N) 1x2 AWG Cu desnudo (T)
Monofásico (1P)	20 A	Metálica tipo EMT 33 mm	1x6 AWG (4,23mm ² TW) 1x14 AWG (2,5mm ² N) 1x2 AWG Cu desnudo (T)
Monofásico (1P)	20 A	Metálica tipo EMT 33 mm	1x6 AWG (4,23mm ² TW) 1x14 AWG (2,5mm ² N) 1x2 AWG Cu desnudo (T)
Monofásico (1P)	32 A	Metálica tipo EMT 33 mm	1x6 AWG (4,23mm ² TW) 1x14 AWG (2,5mm ² N) 1x2 AWG Cu desnudo (T)
Monofásico (1P)	32 A	Metálica tipo EMT 33 mm	1x6 AWG (4,23mm ² TW) 1x14 AWG (2,5mm ² N) 1x2 AWG Cu desnudo (T)

El tablero general se encarga de la distribución de energía a los diferentes pisos de la facultad, este cuenta con tres brakers trifásicos de 63 A, tres brakers bifásicos de 60 A, cuatro

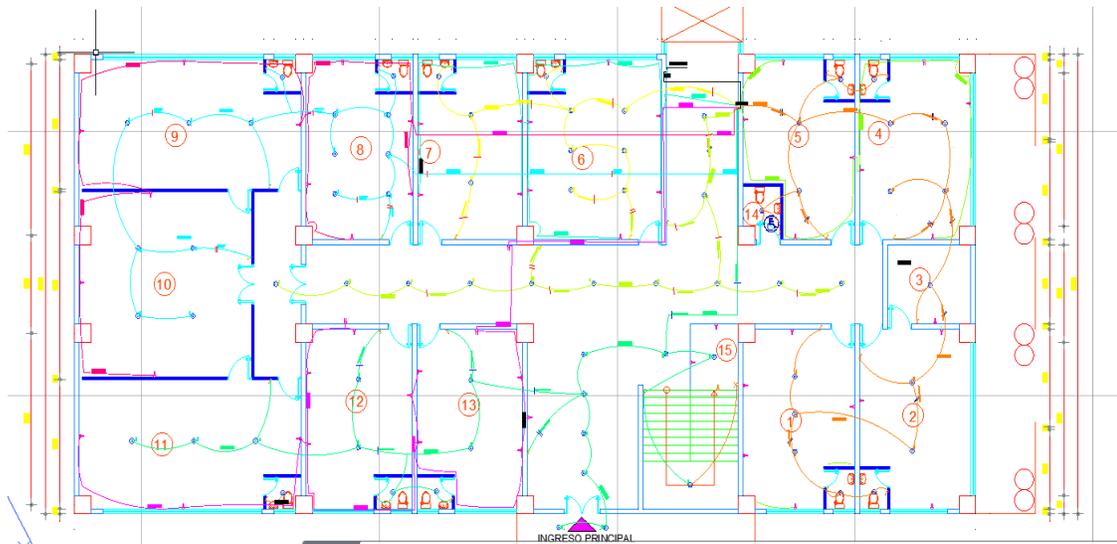
brakers monofásicos de 20 A y 32 A, los cuales protegen a los diferentes circuitos de todo el edificio. Este tablero cuenta con sistema de puesta a tierra con cable de cobre desnudo #2 AWG. El neutro que sale de los brakers son cable de tipo gemelo SPT numero 14 AWG. Las fases tienen un conductor tipo TW Conelsa No. 6.

1.23.1 Tablero de distribución planta baja

Dentro del panel secundario de la planta baja del edificio FICA se encuentran diez circuitos que alimentan a todas las oficinas administrativas, los cuales cinco son para la iluminación y cinco de fuerza. En la siguiente figura 13 se muestran el plano eléctrico y en la figura 14 el diagrama unifilar donde se puede apreciar la distribución de los circuitos de fuerza e iluminación de los diferentes departamentos.

Figura 13

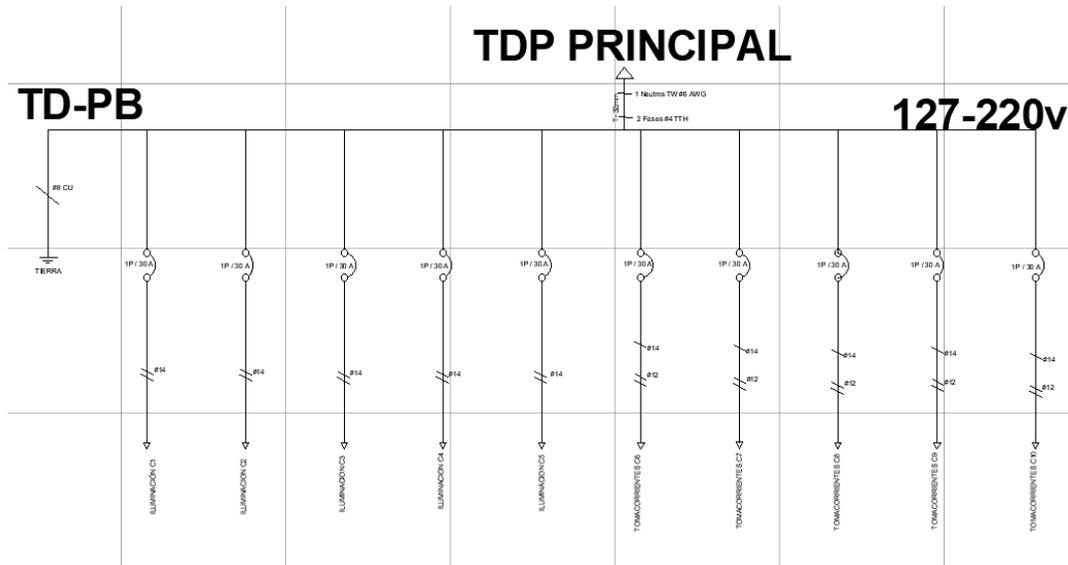
Plano eléctrico planta baja



Nota. Circuitos de fuerza e iluminación de la planta baja

Figura 14

Diagrama unifilar planta baja



Nota. Diagrama unifilar de la distribución de los circuitos de fuerza e iluminación de la planta baja

Tabla 14

Protecciones del tablero de distribución planta baja

Protecciones del tablero de distribución de la planta baja			
Nro. Circuito	Protección	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
C1 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C3 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C4 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C5 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C6 TomaCorrientes	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C7 TomaCorrientes	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG 4mm ² THHN 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C8 TomaCorrientes	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

C9 TomaCorrientes	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG 2,54mm ² THHN)
C10 TomaCorrientes	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

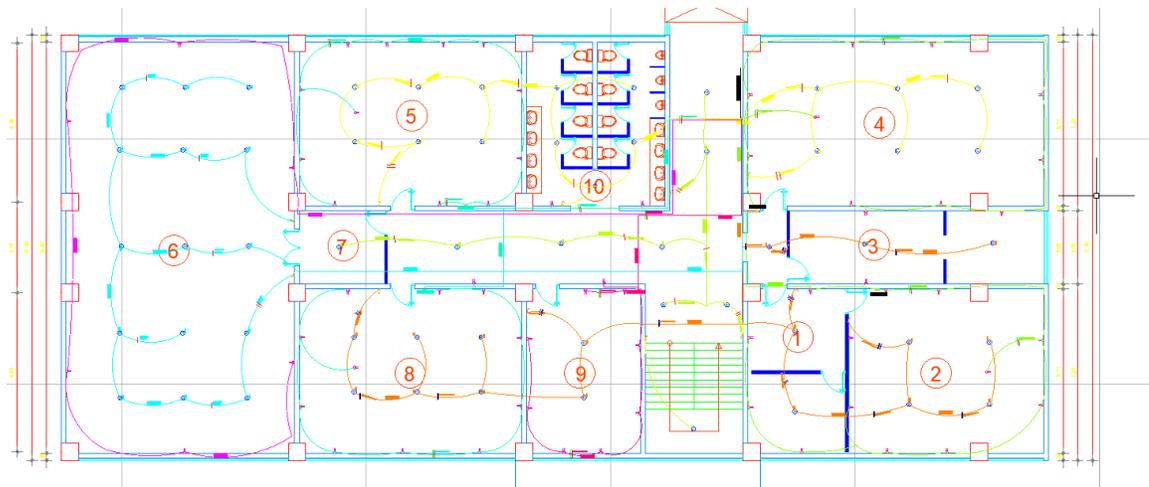
Nota. Protecciones del TDP, planta baja.

1.23.2 Tablero de distribución primer piso

En el tablero de distribución del primer piso del edificio FICA se encuentran ocho circuitos, los cuales cuatro son para la iluminación y cuatro de fuerza. Cabe recalcar que existen circuitos especiales para los laboratorios y cada uno cuenta con su caja de protecciones. En la siguiente figura 15 se muestran el plano eléctrico y en la figura 16 el diagrama unifilar, donde se muestra la distribución de los circuitos de fuerza e iluminación de las diferentes áreas.

Figura 15

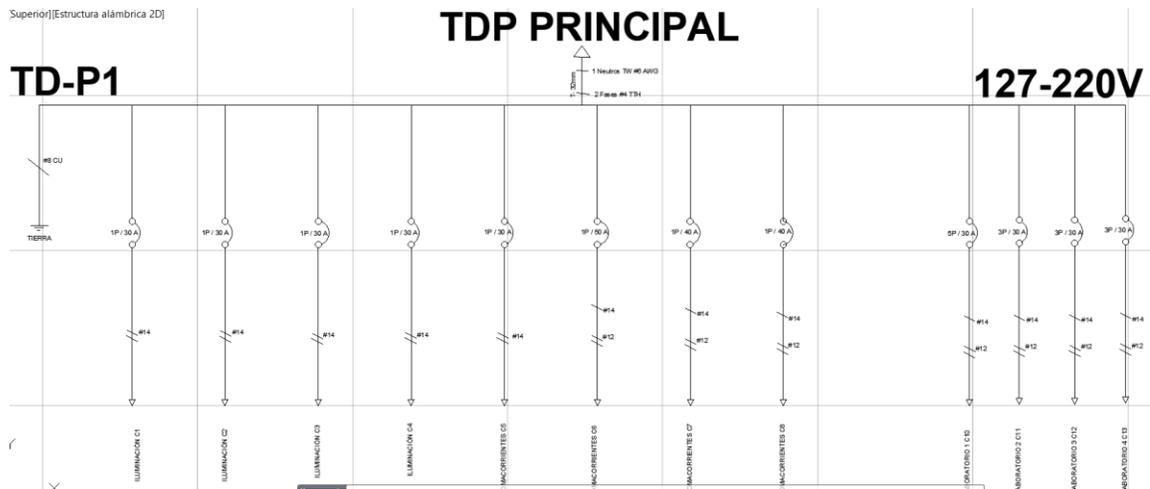
Plano eléctrico primer piso



Nota. Circuitos de fuerza e iluminación del primer piso

Figura 16

Diagrama unifilar primer piso



Nota. Diagrama unifilar de la distribución de los circuitos de fuerza e iluminación del primer piso

Tabla 15

Protecciones del tablero de distribución primer piso

Protecciones del tablero de distribución del primer piso			
Nro. Circuito	Protección	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
C1 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C3 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C4 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C5 TomaCorrientes	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C6 TomaCorrientes	Breaker 50 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C7 TomaCorrientes	Breaker 40 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C8 TomaCorrientes	Breaker 40 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

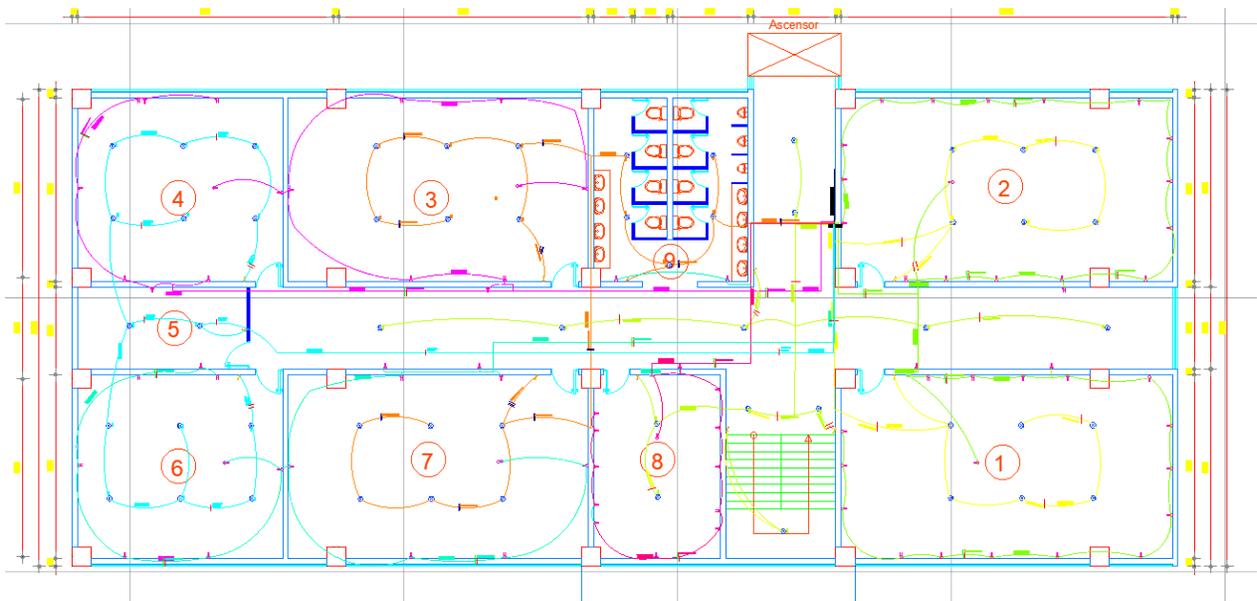
Nota. Protecciones del TDP, primer piso.

1.23.3 Tablero de distribución segundo piso

En el tablero de distribución del segundo piso del edificio FICA se encuentran ocho circuitos, los cuales cuatro son para circuitos de iluminación y cuatro circuitos de fuerza. Cabe recalcar que existen circuitos especiales para los laboratorios y cada uno cuenta con su caja de protecciones. En la siguiente figura 17 se muestra el plano eléctrico y figura 18 el diagrama unifilar donde se puede apreciar la distribución de los circuitos de fuerza e iluminación de las diferentes áreas.

Figura 17

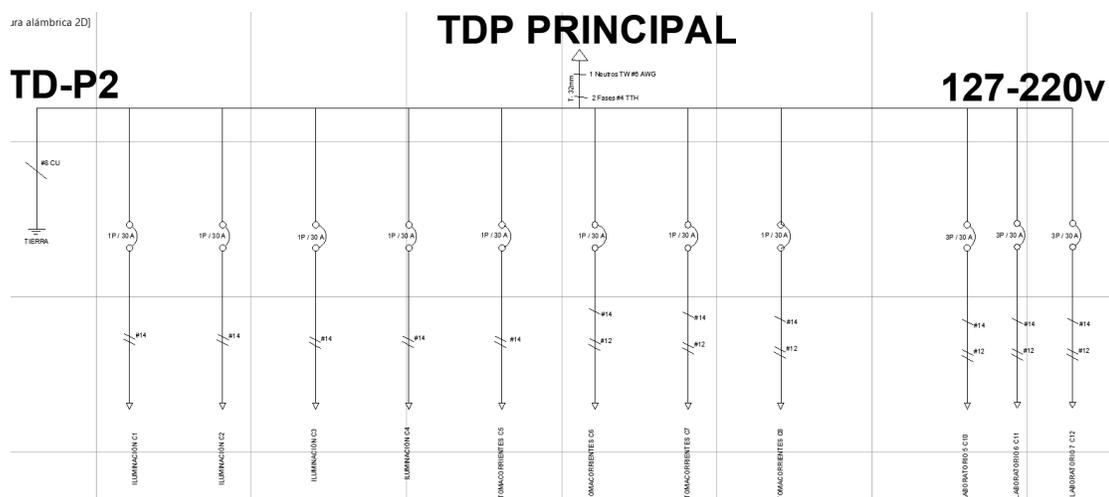
Plano eléctrico segundo piso



Nota. Circuitos de fuerza e iluminación del segundo piso

Figura 18

Diagrama unifilar segundo piso



Nota. Diagrama unifilar de la distribución de los circuitos de fuerza e iluminación del segundo piso

Tabla 16

Protecciones del tablero de distribución segundo piso

Protecciones del tablero de distribución del segundo piso			
Nro. Circuito	Protección	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
C1 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C3 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C4 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C5 TomaCorrientes	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C6 TomaCorrientes	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C7 TomaCorrientes	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C8 TomaCorrientes	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

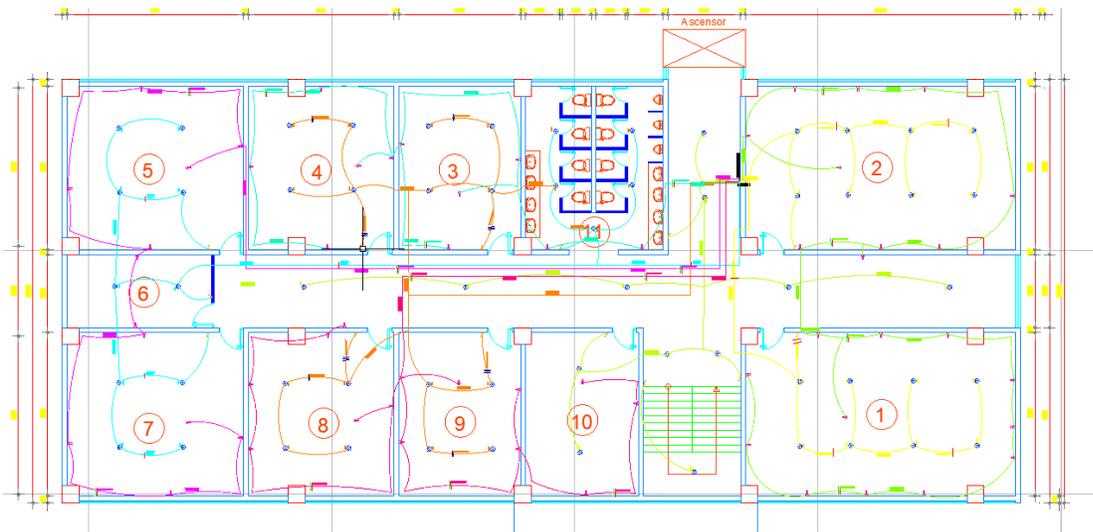
Nota. Protecciones del TDP, segundo piso.

1.23.4 Tablero de distribución tercer piso

En el tablero de distribución del tercer piso del edificio FICA se encuentran ocho circuitos, los cuales cuatro son para circuitos de iluminación y cuatro circuitos de fuerza. Cabe recalcar que existen circuitos especiales para los laboratorios y cada uno cuenta con su caja de protecciones. En la figura 20 se muestran el plano eléctrico y figura 21 diagrama unifilar donde se puede apreciar la distribución de los circuitos de fuerza e iluminación de las diferentes áreas en el tercer piso.

Figura 19

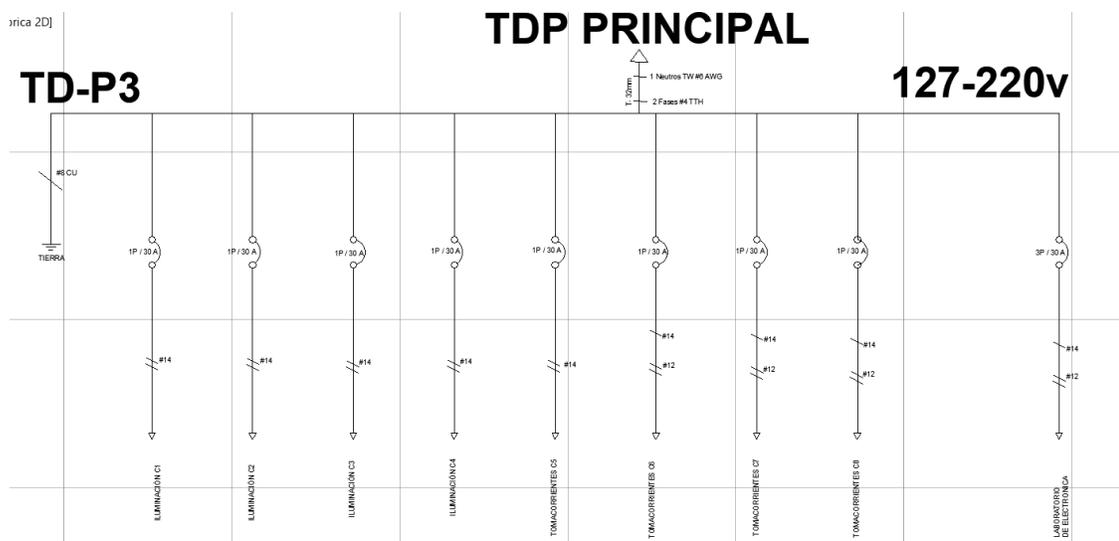
Plano eléctrico tercer piso



Nota. Circuitos de fuerza e iluminación del tercer piso

Figura 20

Diagrama unifilar tercer piso



Nota. Diagrama unifilar de la distribución de los circuitos de fuerza e iluminación del tercer piso

Tabla 17

Protecciones del tablero de distribución tercer piso

Protecciones del tablero de distribución del tercer piso			
Nro. Circuito	Protección	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
C1 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C3 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C4 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C5 TomaCorrientes	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C6 TomaCorrientes	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C7 TomaCorrientes	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C8 TomaCorrientes	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

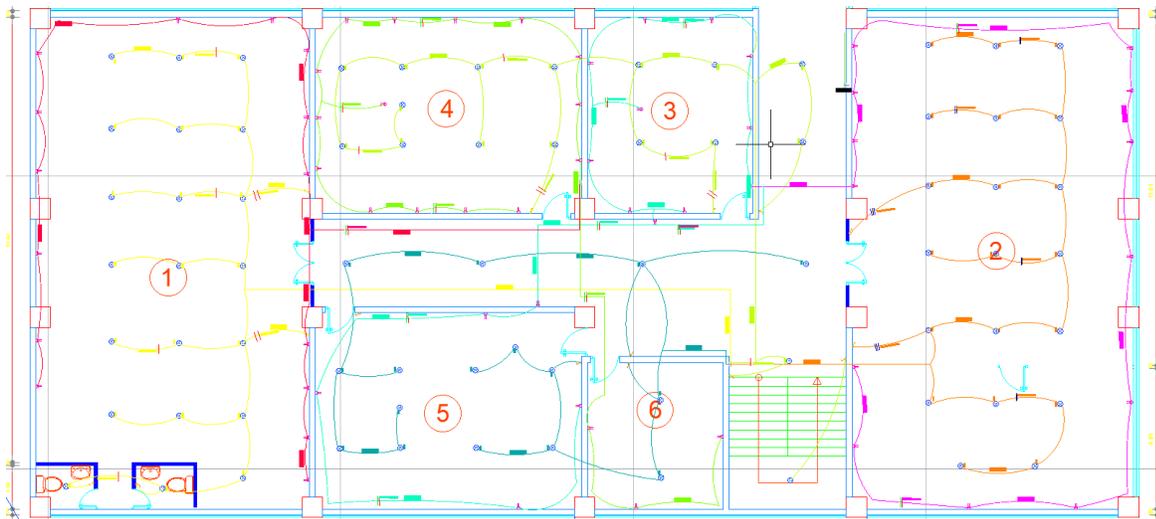
Nota. Protecciones del TDP, tercer piso.

1.23.5 Tablero de distribución cuarto piso

En el tablero de distribución del cuarto piso del edificio FICA se encuentran cuatro circuitos, los cuales son para circuitos de iluminación. Cabe recalcar que los circuitos de fuerza se distribuyen desde las cajas de los laboratorios 8 y 9. En la figura 22 se muestra el plano eléctrico y figura 23 el diagrama unifilar donde se puede apreciar la distribución de los circuitos de fuerza e iluminación de las diferentes áreas del cuarto piso.

Figura 21

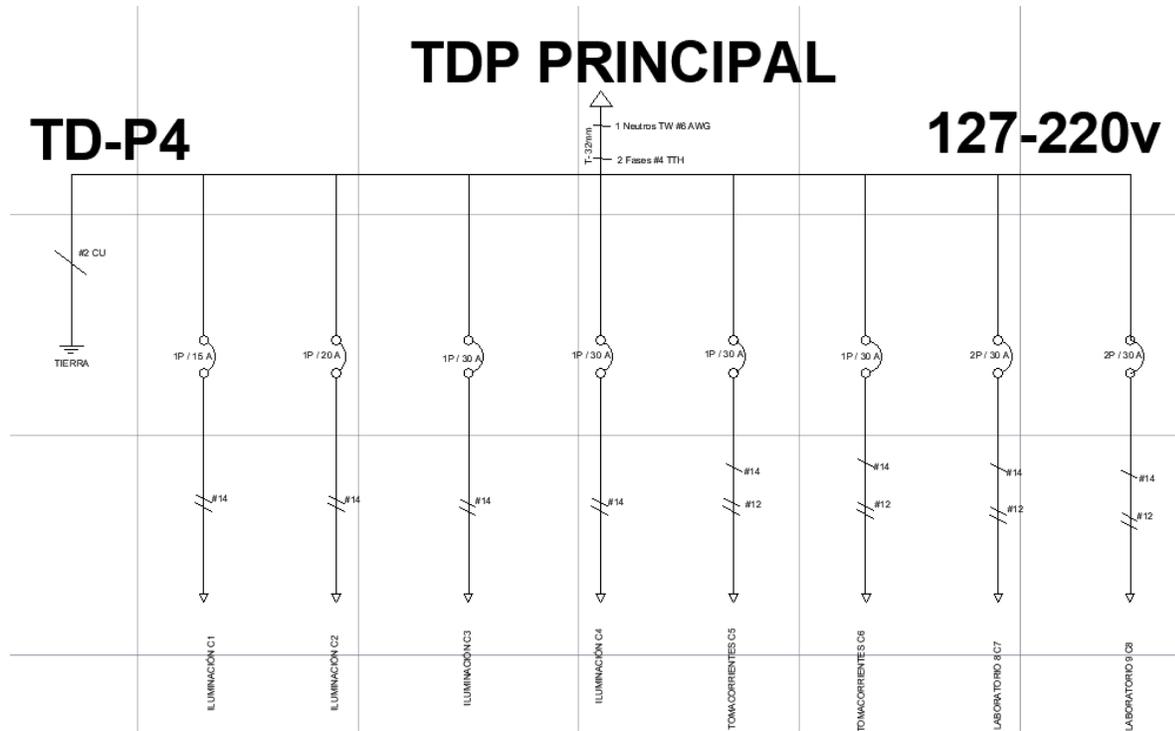
Plano eléctrico cuarto piso



Nota. Circuitos de fuerza e iluminación del cuarto piso

Figura 22

Diagrama unifilar cuarto piso



Nota. Diagrama unifilar de la distribución de los circuitos de fuerza e iluminación del cuarto piso

Tabla 18

Protecciones del tablero de distribución cuarto piso.

Protecciones del tablero de distribución del cuarto piso			
Nro. Circuito	Protección	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
C1 Iluminación	Breaker 15 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2 Iluminación	Breaker 20 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C3 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C4 Iluminación	Breaker 30 A	Metálica tipo EMT 33 mm	2x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C5 TomaCorrientes	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C6 TomaCorrientes	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

Nota. Protecciones del TDP, cuarto piso.

1.23.6 Caja de protecciones de laboratorios

Los tableros de distribución de cada laboratorio cuentan con cuatro circuitos de fuerza para uso exclusivo de computadoras, las siguientes tablas detallan la caja de brakers de cada laboratorio de la FICA.

Tabla 19

Protecciones del laboratorio 1

Protecciones del tablero de distribución del laboratorio 1			
Nro. Circuito	Protección	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
C1TomaCorrientes_L1	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2TomaCorrientes_L1	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C1TomaCorrientes_L1	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2TomaCorrientes_L1	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

Nota. Protecciones del TDP, Laboratorio 1.

Tabla 20

Protecciones del laboratorio 2

Protecciones del tablero de distribución del laboratorio 2			
Nro. Circuito	Protección	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
C1TomaCorrientes_L2	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2TomaCorrientes_L2	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C3TomaCorrientes_L2	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

C4TomaCorrientes_L2	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
----------------------------	--------------	----------------------------------	--

Nota. Protecciones del TDP, Laboratorio 2.

Tabla 21

Protecciones del laboratorio 3

Protecciones del tablero de distribución del laboratorio 3			
Nro. Circuito	Protección	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
C1TomaCorrientes_L3	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2TomaCorrientes_L3	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C3TomaCorrientes_L3	Breaker 20 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C4TomaCorrientes_L3	Breaker 20 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

Nota. Protecciones del TDP, Laboratorio 3.

Tabla 22

Protecciones del laboratorio 4

Protecciones del tablero de distribución del laboratorio 4			
Nro. Circuito	Protección	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
C1TomaCorrientes_L4	Breaker 50 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2TomaCorrientes_L4	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C3TomaCorrientes_L4	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C4TomaCorrientes_L4	Breaker 20 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

Nota. Protecciones del TDP, Laboratorio 4.

Tabla 23*Protecciones del laboratorio 5*

Protecciones del tablero de distribución del laboratorio 5			
Nro. Circuito	Protección	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
C1TomaCorrientes_L5	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2TomaCorrientes_L5	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C3TomaCorrientes_L5	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C4TomaCorrientes_L5	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

Nota. Protecciones del TDP, Laboratorio 5.

Tabla 24*Protecciones del laboratorio 6*

Protecciones del tablero de distribución del laboratorio 6			
Nro. Circuito	Protección	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
C1TomaCorrientes_L6	Breaker 20 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2TomaCorrientes_L6	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C3TomaCorrientes_L6	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C4TomaCorrientes_L6	Breaker 20 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

Nota. Protecciones del TDP, Laboratorio 6.

Tabla 25*Protecciones del laboratorio 7*

Protecciones del tablero de distribución del laboratorio 7			
Nro. Circuito	Protección	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
C1TomaCorrientes_L7	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2TomaCorrientes_L7	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C3TomaCorrientes_L7	Breaker 20 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C4TomaCorrientes_L7	Breaker 20 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

Nota. Protecciones del TDP, Laboratorio 7.

Tabla 26

Protecciones del laboratorio 8

Protecciones del tablero de distribución del laboratorio 8			
Nro. Circuito	Protección	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
C1TomaCorrientes_L8	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2TomaCorrientes_L8	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C3TomaCorrientes_L8	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

Nota. Protecciones del TDP, Laboratorio 8.

Tabla 27

Protecciones del laboratorio 9

Protecciones del tablero de distribución del laboratorio 9			
Nro. Circuito	Protección	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
C1TomaCorrientes_L9	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2TomaCorrientes_L9	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Polietileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

C3TomaCorrientes_L9	Breaker 20 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
----------------------------	--------------	----------------------------------	--

Nota. Protecciones del TDP, Laboratorio 9.

Tabla 28

Protecciones del laboratorio de electrónica

Protecciones del tablero de distribución del laboratorio de electrónica			
Nro. Circuito	Protección	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
C1TomaCorrientes_LE	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2TomaCorrientes_LE	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C3TomaCorrientes_LE	Breaker 20 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C4TomaCorrientes_LE	Breaker 20 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

Nota. Protecciones del TDP, Laboratorio electrónica.

Tabla 29

Protecciones del laboratorio de fibra óptica

Protecciones del tablero de distribución del laboratorio de fibra óptica			
Nro. Circuito	Protección	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores
C1TomaCorrientes_LF	Breaker 30 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)
C2TomaCorrientes_LF	Breaker 20 A	Tubería negra 32mm (Poliétileno)	2x12 AWG (4mm ² THHN) 1x14 AWG (2,5mm ² THHN)

Nota. Protecciones del TDP, Laboratorio fibra óptica.

1.11 Sistema de puesta a tierra

La facultad FICA cuenta con un sistema de puesta a tierra que llega desde la acometida principal y se reparte a los diferentes tableros de distribución que se encuentran en cada piso de la

edificación. El tipo de conductor es de cobre desnudo No. 2 AWG que llega desde la acometida principal y se distribuye a cada piso.

Tabla 30

Sistema de puesta a tierra

Sistema de puesta a tierra			
Dependencia	Tubería	Electrodo	Tipo y No. de conductor que llega a cada TDP
TDP General	Metálica tipo EMT 33mm	Varilla de acero recubierta de CU 1.80 m y 16mm diámetro	Cobre desnudo No. 6 AWG
TDP PB	Metálica tipo EMT 33mm	Varilla de acero recubierta de CU 1.80 m y 16mm diámetro	Cobre desnudo No. 6 AWG
TDP P1	Metálica tipo EMT 33mm	Varilla de acero recubierta de CU 1.80 m y 16mm diámetro	Cobre desnudo No. 8 AWG
TDP P2	Metálica tipo EMT 33mm	Varilla de acero recubierta de CU 1.80 m y 16mm diámetro	Cobre desnudo No. 8 AWG
TDP P3	Metálica tipo EMT 33mm	Varilla de acero recubierta de CU 1.80 m y 16mm diámetro	Cobre desnudo No. 8 AWG
TDP P4	Metálica tipo EMT 33mm	Varilla de acero recubierta de CU 1.80 m y 16mm diámetro	Cobre desnudo No. 8 AWG

Nota. Tipo de puesta a tierra que llega a cada piso de la edificación.

1.12 Adquisición y análisis de datos del equipo de medición

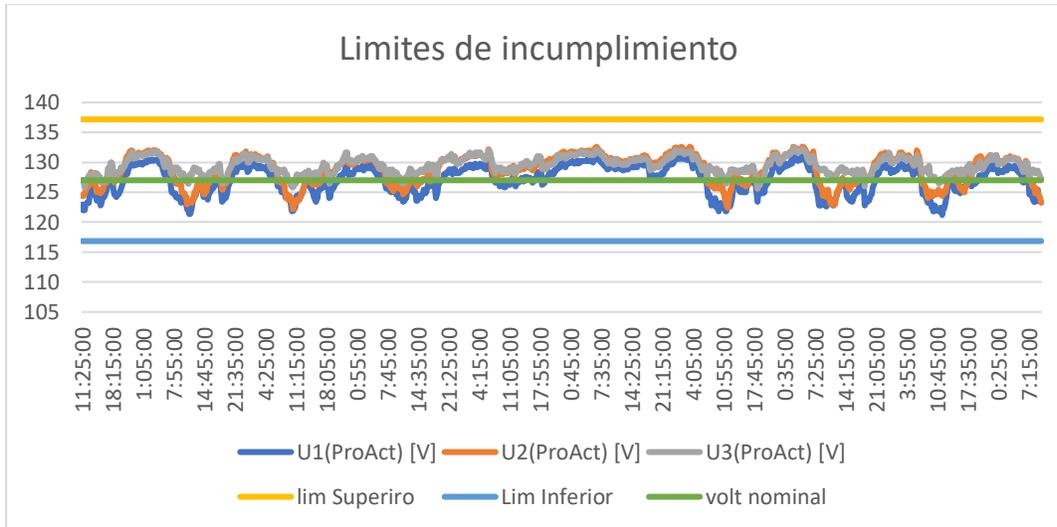
Una vez completado los días de medición se procedió a exportar los datos obtenidos con el analizador, para posteriormente realizar el análisis.

1.12.1 Curva de voltaje

Las gráficas de las líneas de voltajes presentados en la Figura 24 se encuentran entre el rango des de 122 V y 132 V, también se observa caídas de tensión poco insignificantes, esto se pudo dar debido a la pérdida de potencial que haya tenido en ese periodo alguna carga instalada debido a la resistencia que pudo presentar ante el flujo de corriente.

Figura 23

Curva de Voltajes



Nota. Límites de incumplimiento de L1, L2 y L3.

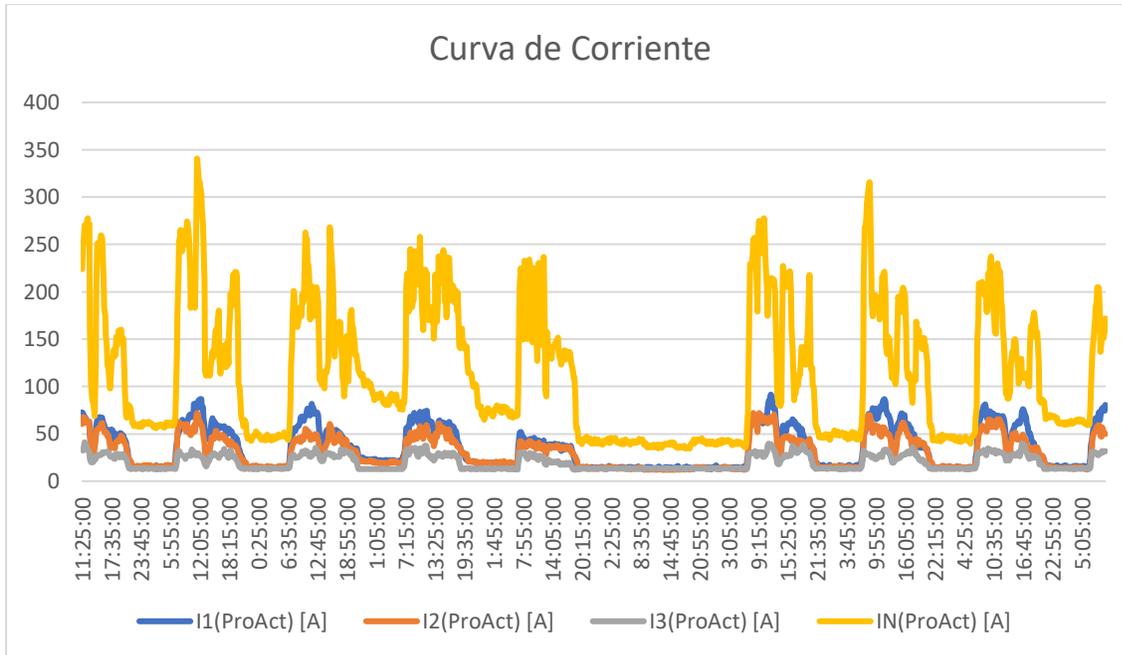
La grafica nos muestra los límites de incumplimiento en el que se encuentran cada una de las fases llegando a estar en rangos aceptables, pero se evidencia desbalances en las líneas.

1.12.2 Curva de corriente

Con los datos obtenidos a través del equipo de medición y realizando un análisis grafico de la curva de corriente, se pudo constatar que todas las fases se encuentran por debajo del neutro dando como resultado un desbalance en las líneas. Debido a la complejidad de acceso a diferentes áreas del edificio FICA una de las consecuencias más considerables sobre el desbalance que se presenta en la red sea debido a que el neutro esta compartido con más de una línea, ya que se observa picos máximos de intensidad en diferentes periodos de tiempo y también al exceso de cargas que existen en los circuitos.

Figura 24

Curva de corriente



Nota. En la figura 25 presentada se observa un gran desbalance de las corrientes con respecto al neutro.

1.12.3 Potencia

Como se puede apreciar en la figura 26 se muestra la potencia y energía consumida de la facultad FICA.

Figura 25

Potencia y energía consumida



Nota. Se presenta la potencia y energía total consumida por la facultad FICA

Con los datos obtenidos del analizador de redes y los respectivos análisis realizados se pudo saber el consumo de energía y potencia que tiene el edificio en días normales y fines de semana. el edificio tiene un consumo de energía promedio de 1,1 kWh y un pico de potencia activa de 11,10 kW.

1.13 Conclusión del diagnóstico de la instalación eléctrica

En la Tabla 30 se muestra una síntesis del estado actual de la instalación eléctrica de la FICA.

Tabla 31

Diagnóstico de la instalación eléctrica

Consideraciones	El sistema NO requiere intervención	El sistema SI requiere intervención	Observaciones
Niveles de iluminación		x	Varias áreas de la facultad no cumplen con el nivel mínimo de iluminación y existen luminarias inservibles.
Tablero de distribución principal		x	El tablero requiere mantenimiento, existe presencia de polvos en los conductores y los cables mal distribuidos.
Tablero de distribución secundario		x	Varios tableros secundarios de cada piso se encuentran con protecciones sobredimensionadas.
Protecciones		x	Existen protecciones mal dimensionadas dentro de varios laboratorios.

Conductores		x	Existe conductores deteriorados y expuestos a la intemperie.
Toma corrientes e interruptores		x	Existen componentes que ya han cumplido con su vida útil y requieren sustituirse.
Sistema de puesta tierra	x		El sistema de puesta a tierra si cumple por lo que no es necesario intervención.
Distribución de cargas		x	Existes desbalance de cargas en las 3 fases
Caída de voltaje	x		La caída de voltaje está por los rangos admitidos

Nota. Se presenta un resumen de cómo se encuentra actualmente la instalación eléctrica dentro de todo el edificio FICA.

CAPITULO 3

REDISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1.14 Propuesta de rediseño

Para iniciar la propuesta de rediseño del sistema eléctrico de la FICA, fue necesario realizar una inspección de los circuitos en todo el edificio para posteriormente realizar el levantamiento de los planos eléctricos, con estos planos ya realizados se identificó la distribución actual de los circuitos de fuerza e iluminación en cada piso de la facultad.

Mediante un diagnóstico se evidenció incumplimiento de la normativa con exceso de cargas en los circuitos de fuerza e iluminación, por lo que dentro del rediseño se implementó nuevos circuitos que cumplan con la Normativa Ecuatoriana de Construcción (NEC).

Al momento de realizar el rediseño de la instalación eléctrica es importante registrarse a normas vigentes, ya que son de gran importancia para que el sistema sea confiable, seguro y tenga un correcto funcionamiento al momento de suministrar energía.

1.15 Sistema de iluminación

Para el rediseño del sistema de iluminación de la facultad FICA, se hizo una comparación del nivel de iluminación que tiene cada área del edificio con los datos obtenidos mediante el cálculo de lúmenes aplicando la fórmula 1 que se detalló en el capítulo 2, esto con el fin de ver si cumplen o incumplen los niveles de luxes que tiene cada área.

Si comparamos las lámparas de tipo tubo led con las de tipo tubo fluorescente, estas tienen un mejor ahorro de consumo energético, su vida útil es más prolongada, y en los niveles de lúmenes tienen poca diferencia. Debido a ello se ha seleccionado para el rediseño la luminaria de tipo tubo Led de 18 W por tubo con dimensiones de 1212mm x 28mm disponible en el mercado nacional la empresa SILVANA. La figura 27 y figura 28 muestra las especificaciones de la luminaria que se utiliza en el rediseño.

Figura 26

Especificaciones LED TUBE PC

LED TUBE PC

IP20

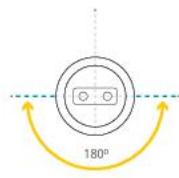
G13

NO DIMERIZABLE

Características

- Tubo T8 LED en policarbonato robusto y duradero, eficiencia de hasta 100 lm/W, ahorro de energía de hasta 60%, fácil instalación, reduce costos de mantenimiento, libre de mercurio.
- Diseño de tubo tradicional.
- Cuerpo con acabado opalizado.
- Tecnología de chip LED SMD y driver integrado en el tubo.
- Tipo de distribución: Directo Asimétrico.







Watt	Ø (mm)	H (mm)
9W	28	604
18W	28	1214

CÓDIGO	POTENCIA (W)	TENSIÓN DE OPERACIÓN (V)	FLUJO LUMINOSO (lm)	FACTOR DE POTENCIA	EFICACIA (Lm/W)	TEMPERATURA DE COLOR (k)	IRC	ÁNGULO °	VIDA ÚTIL (h)
P25137	9	100-277	900	0.9	100	6500	80	180	40000
P25125	18	100-277	1800	0.9	100	6500	80	180	40000

* Vida útil estimada, con mantenimiento del flujo luminoso al 70% (L70), sobre luminaria completa.

Nota. Especificaciones de luminaria tipo tubo led de 18W (pág. 108), por Catálogo de Sylvania

Estas luminarias podrán ser instaladas en las diferentes áreas de la facultad FICA. Dentro de la parte del rediseño del sistema de iluminación se hace uso las especificaciones técnicas de la

lampara de 18 W que nos brindan mejores beneficios en ambiente e iluminación para lugares amplios y una eficiencia del 60% en ahorro de energía.

Figura 27

Especificaciones Bombillo led

Toledo / Lámparas **SYLVANIA**

LED TOLEDO BULBO 

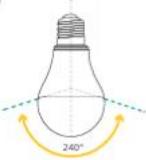
 

Características

- Bombilla LED en formato bulbo para iluminación doméstica, su tecnología y diseño proporciona una mejor iluminación interior.
- Ahorra hasta el 90% de energía comparado con bombillas incandescentes.
- Cuerpo con acabado opalizado.
- Tecnología de chip LED SMD.
- Tipo de distribución: Directo Simétrico.



Watt	Ø (mm)	H (mm)
9W	60	110
12W / 15W	60	120

CÓDIGO	POTENCIA	TENSIÓN DE OPERACIÓN	FLUJO LUMINOSO	FACTOR DE POTENCIA	EFICACIA	TEMPERATURA DE COLOR	IRC	ÁNGULO	VIDA ÚTIL
	(W)	(V)	(lm)		(Lm/W)	(K)		°	(h)
P29362	9	120	800	0.5	89	6500	80	240	10000
P27620	9	100-240	750	0.5	83	3000	80	240	15000
P27621	9	100-240	800	0.5	89	6500	80	240	15000
P27631	12	100-240	960	0.5	80	3000	80	240	10000
P27632	12	100-240	1050	0.5	88	6500	80	240	10000
P27633	15	100-240	1270	0.5	85	3000	80	240	15000
P27634	15	100-240	1350	0.5	90	6500	80	240	15000

Nota. Especificaciones del bombillo tipo led de 12 W (pág. 109), por Catálogo de Sylvania

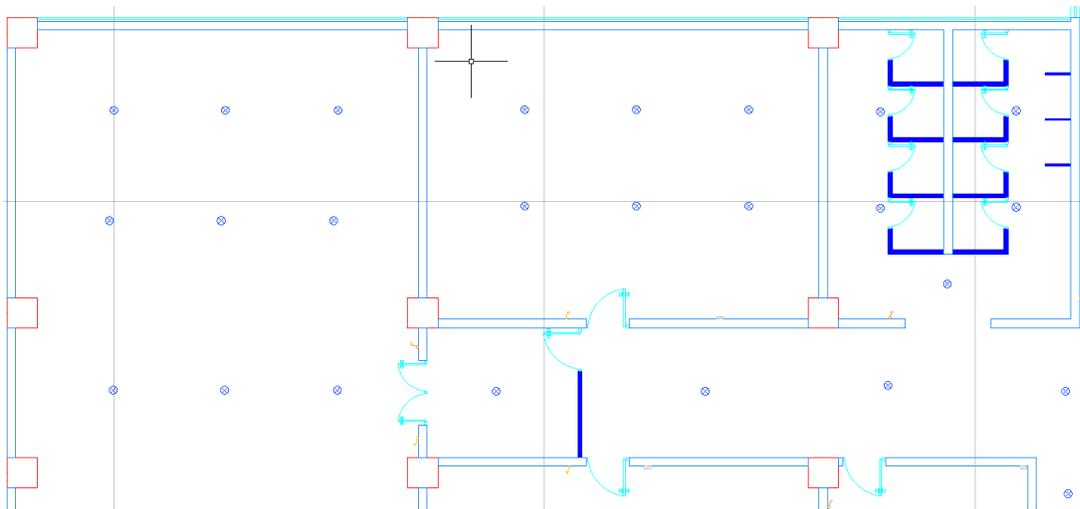
Dentro de la facultad existen pisos con baños personales principalmente en los diferentes departamentos administrativos. Dentro de estos espacios se requiere luminarias pequeñas ya que son espacios reducidos por lo que se opta como referencia para el rediseño el bombillo tipo led de 12 W.

Dentro del rediseño cada uno de los circuitos de iluminación hace uso de una fase diferente, esto con el fin de tener un buen balance de las cargas en las tres fases. Cada circuito tiene como límite 15 puntos de salidas conforme lo estipula la NEC, los circuitos que tienen menos de 15 salidas, se puede colocar más puntos si es necesario.

Para llevar a cabo el rediseño se hizo uso del software AutoCAD, la simbología utilizada fue adoptada por la Normativa Ecuatoriana de Construcción. En la figura 29 se puede apreciar la simbología utilizada para el sistema de iluminación.

Figura 28

Simbología luminarias

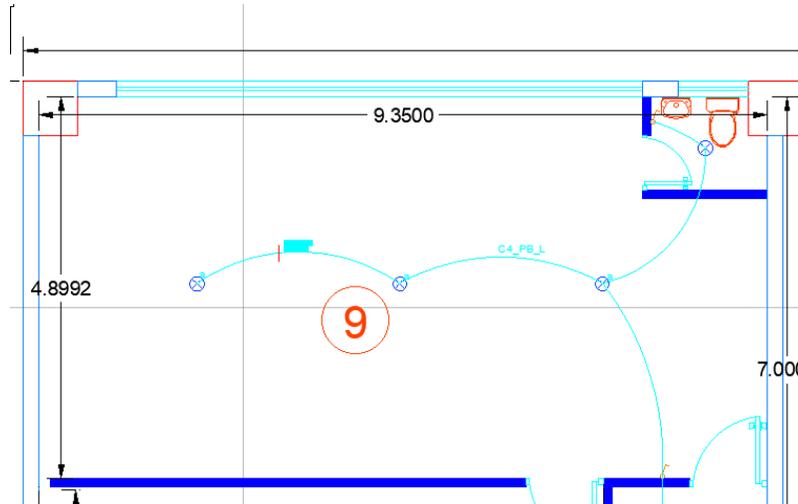


Nota. Simbología de luminarias dentro del rediseño

Para obtener una correcta iluminación de cada área fue necesario realizar el cálculo de lúmenes aplicando la fórmula 1 que se presenta en el capítulo 2. La ficha técnica presenta los lúmenes que tiene cada tubo led y con las dimensiones del área a instalar se obtiene el nivel correcto de luxes que aplican para una correcta iluminación. En la figura 30 se muestra las dimensiones y cómo se ha realizado el cálculo de cada área dentro de la FICA.

Figura 29

Dimensiones para el cálculo de luxes



Nota. Ejemplo de dimensiones del departamento de Decanato

$$lux = \frac{Lumen}{m^2}$$

$$lux = \frac{1800}{4,9 \times 9,3}$$

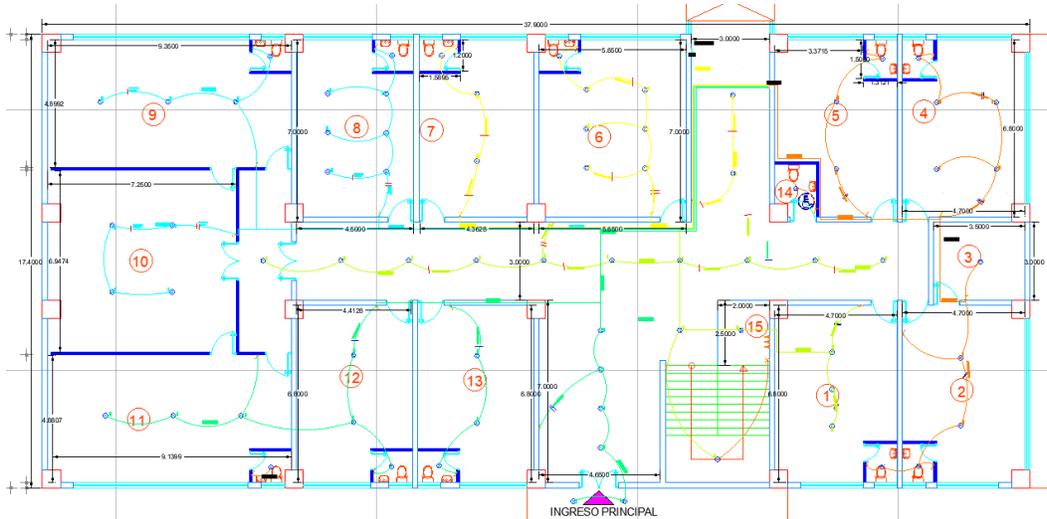
$$lux = 39,5 \frac{lm}{m^2}$$

1.15.1 Circuitos de iluminación planta baja

La planta baja de la facultad FICA cuenta con 5 circuitos de iluminación los cuales están diseñados para soportar 15 puntos, siendo este el número máximo de luminarias que se pueda instalar conforme lo indica la NEC, evitando con ello tener sobrecargas y daños de las protecciones de cada circuito. Cabe recalcar, si se requiere instalar más luminaria debido a remodelación en algún área, se puede hacer uso de los circuitos que estén por debajo de las 15 salidas de puntos de iluminación. En las siguientes tablas se puede apreciar la distribución de luminarias de la planta baja.

Figura 30

Circuitos de iluminación planta baja



Nota. Distribución de los circuitos de iluminación de la planta baja.

A continuación, se detallan las diferentes áreas de la Figura 31 de la planta baja:

1. Coordinación de la carrera de mecatrónica
2. Coordinación de la carrera de telecomunicaciones
3. Rack
4. Coordinación de la carrera de software
5. Bodega
6. Coordinación de la carrera de ingeniería automotriz y electricidad
7. Secretario abogado
8. Secretaria decanato
9. Decanato
10. Sala de grados
11. Subdecanato
12. Secretaria Subdecanato
13. Coordinación de la carrera de ingeniería industrial
14. Baños discapacitados
15. Copiadora

Tabla 32

Iluminación C1-Fase 1, planta baja.

ILUMINACIÓN C1-FASE 1-PLANTA BAJA								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)

6	36 W	Coordinación de la carrera de ingeniería automotriz y electricidad	216 W	127 V	1,77 A	57,69	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
1	12 W		12 W		0,09 A	466,66		
2	36 W	Secretario Abogado	71 W	127 V	0,58 A	64,40	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
1	12 W		12 W		0,09 A	466,66		
2	36W	Pasillo	72 W	127 V	0,59 A	92,30	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total	12		383 W		3,14 A			

Nota. C1 cuenta con 12 luminarias y 3 puntos sobrantes.

En el circuito 1 de iluminación de la planta baja se proyecta en el rediseño una carga instalada de 383 W, 12 puntos de salidas conectadas y una corriente de 3,14 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 33

Iluminación C2- Fase 1, planta baja.

ILUMINACIÓN C2-FASE 1-PLANTA BAJA								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V * \cos \phi}$	Luxes $= \left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
2	36 W	Bodega	72 W	127 V	0,59 A	60,20	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
1	12 W		12 W		0,09 A	466,66		
1	36 W	Baño discapacitado	36 W	127 V	0,30 A	466,66	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
4	36 W	Coordinación de la carrera de software	144 W	127 V	1,18 A	81,44	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
1	12 W		12 W		0,09 A	466,66		
1	36 W	Rack	36 W	127 V	0,30 A	176,47	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
2	36 W	Coordinación de la	72 W		0,59 A	81,44		20 x12

2	12 W	carrera de telecomunicaciones	12 W	127 V	0,09 A	466,66	2x#14 AWG (THHN)	Dexson
Total 14			396 W		3,23 A			

Nota. C2 cuenta con 14 luminarias y 1 punto sobrantes.

En el circuito 2 de iluminación de la planta baja se proyecta en el rediseño una carga instalada de 396 W, 14 puntos de salidas conectadas y una corriente de 3,23 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 34

Iluminación C3-Fase 1, planta baja.

ILUMINACIÓN C3-FASE 1-PLANTA BAJA								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
15	36 W	Pasillo	540 W	127 V	4,42 A	21,42	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total 15			540 W		4,42 A			

Nota. C3 cuenta con 15 luminarias no se puede añadir más puntos.

En el circuito 3 de iluminación de la planta baja se proyecta en el rediseño una carga instalada de 540 W, 15 puntos de salidas conectadas y una corriente de 4,42 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 35

Iluminación C4-Fase 1, planta baja.

ILUMINACIÓN C4-FASE 1-PLANTA BAJA								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V * \cos \varphi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2} \right]$	Conductor	Ducto/ canaleta (mm)
4	36 W	Secretario abogado	216 W	127 V	1,77 A	57,69	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
1	12 W		12 W		0,09 A	466,66		
3	36 W	Decanato	108 W	127 V	0,89 A	39,49	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
1	12 W		12 W		0,09 A	466,66		
4	36 W	Secretaria decanato	144 W	127 V	1,18 A	32,71	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total	15		492 W		4,02 A			

Nota. C4 cuenta con 15 luminarias no se puede añadir más puntos.

En el circuito 4 de iluminación de la planta baja se proyecta en el rediseño una carga instalada de 492 W, 15 puntos de salidas conectadas y una corriente de 4,02 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 36

Iluminación C5-Fase 1, planta baja.

ILUMINACIÓN C5-FASE 1-PLANTA BAJA								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V * \cos \varphi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2} \right]$	Conductor	Ducto/ canaleta (mm)
6	36 W	Pasillo	216 W	127 V	1,77 A	59,55	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
2	36 W	Coordinación de la carrera de ingeniería industrial	72 W	127 V	0,59 A	64,40	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
1	12 W		12 W		0,09 A	466,66		

2	36 W	Secretaria	72 W	127 V	0,59 A	64,40	2x#14	20 x12
1	12 W	Subdecanato	12 W		0,09 A	466,66	AWG (THHN)	Dexson
3	36 W	Subdecanato	108 W	127 V	0,89 A	39,71	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total	15		492 W			4,03 A		

Nota. C5 cuenta con 15 luminarias no se puede añadir más puntos.

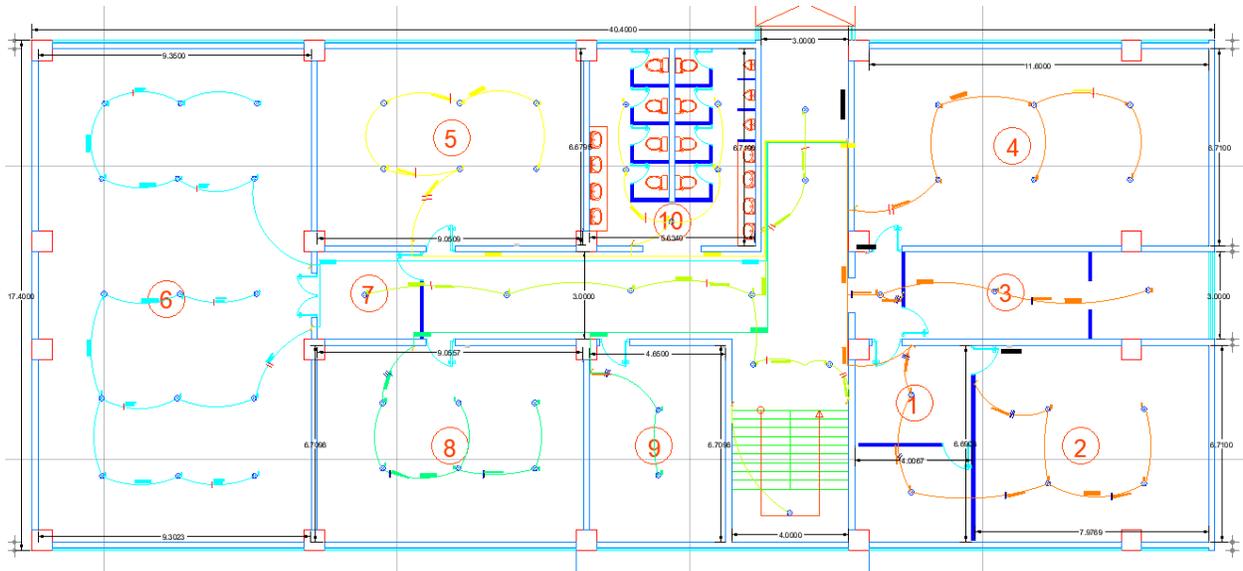
En el circuito 5 de iluminación de la planta baja se proyecta en el rediseño una carga instalada de 492 W, 15 puntos de salidas conectadas y una corriente de 4,03 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

1.15.2 Circuito de iluminación primer piso

El primer piso de la facultad FICA cuenta con cinco circuitos de iluminación los cuales están distribuido a lo largo de cada área, cada circuito está diseñado para soportar 15 puntos de salidas para conexión de luminarias, en las siguientes tablas se muestra la distribución de los circuitos de iluminación del primer piso.

Figura 31

Circuitos de iluminación primer piso



Nota. Distribución de los circuitos de iluminación del primer piso.

A continuación, se detallan las diferentes áreas de la Figura 32 del primer piso:

1. Jefe de laboratorio
2. Laboratorio 2 de informática
3. Área, soporte y mantenimiento
4. Laboratorio 1 informática
5. Laboratorio 4 informática
6. Auditorio
7. Hall
8. Laboratorio 3 informática
9. Laboratorio fibra óptica
10. Baño

Tabla 37

Iluminación C1-Fase 1, primer piso.

ILUMINACIÓN C1-FASE 1-PRIMER PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$	Luxes = $\frac{lm}{m^2}$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
6	36 W	Laboratorio 4 informática	216 W	127	1,77 A	30,43	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
5	36 W	Baños H-M	180 W	127	1,47 A	52,29	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson

Total	11		396 W	3,24 A
--------------	-----------	--	-------	--------

Nota. C1 cuenta con 11 luminarias y 4 puntos sobrantes.

En el circuito 1 de iluminación del primer piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 396 W, 11 puntos de salidas conectadas y una corriente de 3,24 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 38

Iluminación C2-Fase 1, primer piso.

ILUMINACIÓN C2-FASE 1-PRIMER PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
6	36 W	Laboratorio 1 informática	216 W	127 V	1,77 A	22,18	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
3	36 W	Área de soporte y mantenimiento	108 W	127 V	0,88 A	49,54	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
2	36 W	Jefe de laboratorio	72 W	127 V	0,59 A	67,06	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
4	36 W	Laboratorio 2 informática	144 W	127 V	1,18 A	33,53	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total	15		540 W		4,42 A			

Nota. C2 cuenta con 15 luminarias no se pueden añadir más puntos.

En el circuito 2 de iluminación del primer piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 540 W, 15 puntos de salidas conectadas y una corriente de 4,42 A en la Fase 1. La

carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 39

Iluminación C3-Fase 1, primer piso.

ILUMINACIÓN C3-FASE 1-PRIMER PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
8	36 W	Pasillo	288 W	127 V	2,36 A	22,18	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total	8		288 W		2,36 A			

Nota. C3 cuenta con 8 luminarias y 7 puntos sobrantes.

En el circuito 3 de iluminación del primer piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 288 W, 8 puntos de salidas conectadas y una corriente de 2,36 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 40

Iluminación C4-Fase 1, primer piso.

ILUMINACIÓN C4-FASE 1-PRIMER PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
15	36 W	Auditorio	540 w	127 V	4,43 A	11,12	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total	15		540 w		4,43 A			

Nota. C4 cuenta con 15 luminarias no se pueden añadir más puntos.

En el circuito 4 de iluminación del primer piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 540 W, 15 puntos de salidas conectadas y una corriente de 4,43 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 41

Iluminación C5- Fase 1, primer piso.

ILUMINACIÓN 5-FASE 1-PRIMER PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Tensión	Potencia por dependencia	Corriente $I = \frac{P}{V * \cos \phi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
6	36 W	Laboratorio 3 informática	127 V	216 W	1,77 A	30,43	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
2	36 W	Laboratorio fibra óptica	127 V	72 W	0,50 A	59,55	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total	8			288 W	2,36 A			

Nota. C5 cuenta con 8 luminarias y 7 puntos sobrantes.

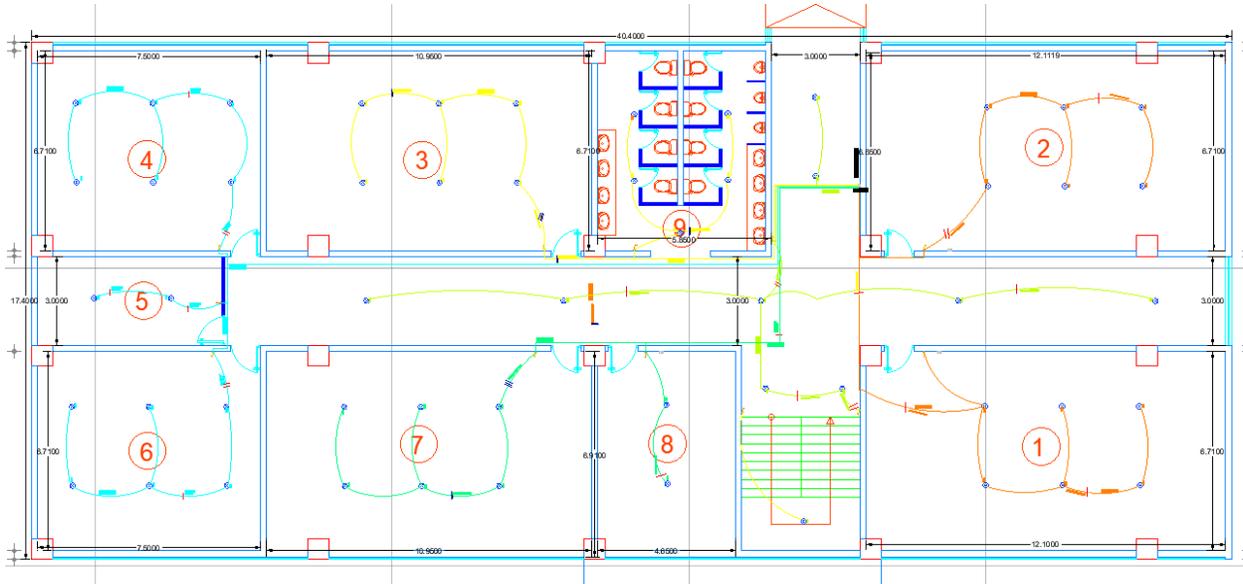
En el circuito 5 de iluminación del primer piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 288 W, 8 puntos de salidas conectadas y una corriente de 3,36 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

1.15.3 Circuito de iluminación segundo piso

El segundo piso de la facultad FICA cuenta con cinco circuitos de iluminación los cuales están distribuido a lo largo de cada área, cada circuito está diseñado para soportar 15 puntos de salidas para conexión de luminarias, en las siguientes tablas se muestra la distribución de los circuitos de iluminación del segundo piso.

Figura 32

Circuitos de iluminación segundo piso



Nota. Distribución de los circuitos de iluminación del segundo piso.

A continuación, se detallan las diferentes áreas de la Figura 33 del segundo piso:

1. Laboratorio 5 informática
2. Laboratorio 6 informática
3. Sala 205
4. Sala 204
5. Archivo
6. Sala 203
7. Sala 202
8. Laboratorio 7 informática
9. Baños H-M

Tabla 42

Iluminación C1-Fase 1, segundo piso.

ILUMINACIÓN C1-FASE 1-SEGUNDO PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$	Luxes = $\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
6	36 W	Aula 205	216 W	127 V	1,77 A	30,43	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson

5	36 W	Baño H-M	180 W	127 V	1,47 A	51,23	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total 11			396 W		3,42 A			

Nota. C1 cuenta con 11 luminarias y 4 puntos sobrantes.

En el circuito 1 de iluminación del segundo piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 396 W, 11 puntos de salidas conectadas y una corriente de 3,42 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 43

Iluminación C2- Fase 1, segundo piso.

ILUMINACIÓN C2- FASE 1-SEGUNDO PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V * \cos \varphi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$	Conductor	Ducto/ canaleta (mm)
6	36 W	Laboratorio 6 informática	216 W	127 V	1,77 A	22,15	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
6	36 W	Laboratorio 5 informática	216 W	127 V	1,77 A	22,15	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total 12			432 W		3,54 A			

Nota. C2 cuenta con 12 luminarias y 3 puntos sobrantes.

En el circuito 2 de iluminación del segundo piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 432 W, 12 puntos de salidas conectadas y una corriente de 3,54 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 44*Iluminación C3-Fase 1, segundo piso.*

ILUMINACIÓN C3-FASE 1, SEGUNDO PISO								
No. De luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$	Conductor	Ducto/ canaleta (mm)
2	36 W	Pasillo área ascensor	72 W	127 V	0,59 A	89,41	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
7	36 W	Pasillo general	252 W	127 V	2,04 A	20	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total 9			324 W		2,65 A			

Nota. C3 cuenta con 9 luminarias y 6 puntos sobrantes.

En el circuito 3 de iluminación del segundo piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 324 W, 9 puntos de salidas conectadas y una corriente de 2,65 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 45*Iluminación C4-Fase 1, segundo piso.*

ILUMINACIÓN C4-FASE 1-SEGUNDO PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$	Conductor	Ducto/ canaleta (mm)
6	36 W	Aula 204	216 W	127 V	1,77 A	32,82	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
2	36 W	Archivo	71 W	127 V	0,59 A	77,05	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
6	36 W	Aula 203	216 W	127 V	1,77 A	32,83	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson

Total 14	504 W	4,13 A
-----------------	-------	--------

Nota. C4 cuenta con 14 luminarias y 1 puntos sobrantes.

En el circuito 4 de iluminación del segundo piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 504 W, 14 puntos de salidas conectadas y una corriente de 4,13 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 46

Iluminación C5-Fase 1, segundo piso.

ILUMINACIÓN C5-FASE 1-SEGUNDO PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V * \cos \phi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$	Conductor	Ducto/ canaleta (mm)
6	36 W	Aula 202	216 W	127 V	1,77 A	29,47	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
2	36 W	Laboratorio 7 informática	72 W	127 V	0,59 A	58,31	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total 8			288 W		2,36 A			

Nota. C5 cuenta con 8 luminarias y 7 puntos sobrantes.

En el circuito 5 de iluminación del segundo piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 288 W, 15 puntos de salidas conectadas y una corriente de 2,36 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

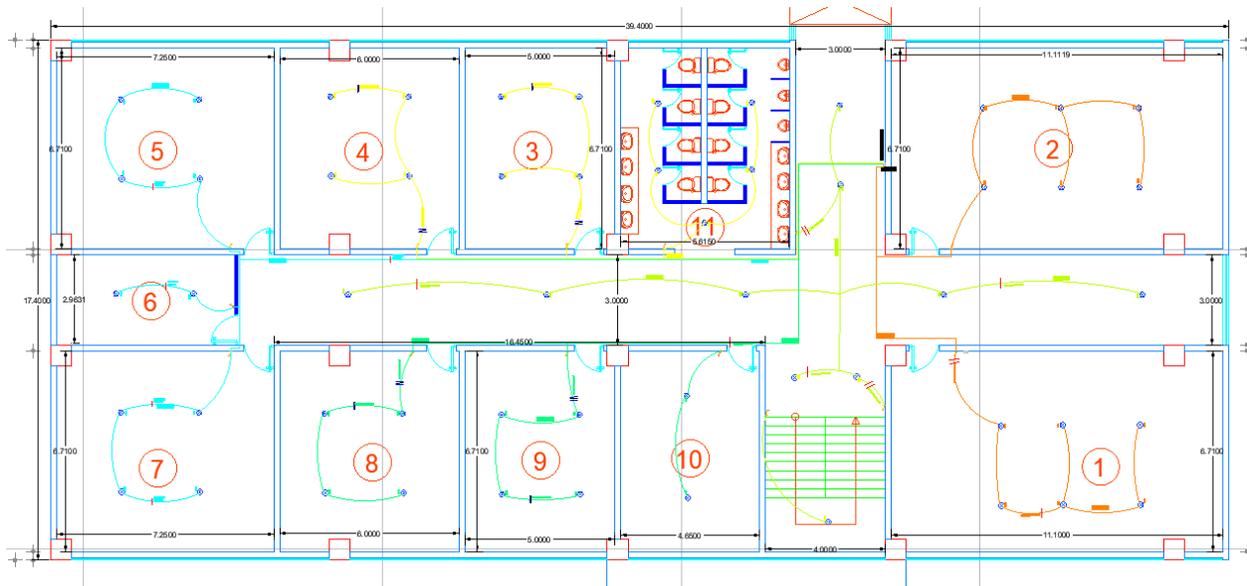
1.15.4 Circuito de iluminación tercer piso

El tercer piso de la facultad FICA cuenta con cinco circuitos de iluminación los cuales están distribuido a lo largo de cada área, cada circuito está diseñado para soportar 15 puntos de salidas

para conexión de luminarias conforme lo estipula la regulación NEC, en las siguientes tablas se muestra la distribución de los circuitos de iluminación del tercer piso.

Figura 33

Circuitos de iluminación tercer piso



Nota. Distribución de los circuitos de iluminación del tercer piso.

A continuación, se detallan las diferentes áreas de la Figura 34 del tercer piso:

1. Laboratorio electrónico
2. Aula 308
3. Aula 307
4. Aula 306
5. Aula 305
6. Asociaciones estudiantas CITEL Y CIERCOM
7. Aula 304
8. Aula 303
9. Aula 302
10. Aula 301
11. Baños H-M

Tabla 47

Iluminación C1-Fase 1, tercer piso.

ILUMINACIÓN C1-FASE 1-TERCER PISO

No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V * \cos \varphi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
4	36 W	Aula 307	144 W	127 V	1,18 A	30,3	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
4	136W	Aula 306	144 W	127 V	1,18 A	46,15	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
5	36 W	Baño H-M	180 W	127 V	1,47 A	51,1	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total 13			468 W		3,83 A			

Nota. C1 cuenta con 13 luminarias y 2 puntos sobrantes.

En el circuito 1 de iluminación del tercer piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 468 W, 13 puntos de salidas conectadas y una corriente de 3,83 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 48

Iluminación C2-Fase 1, tercer piso.

ILUMINACIÓN C2-FASE 1-TERCER PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V * \cos \varphi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
6	36 W	Laboratorio de electrónica	216 W	127 V	1,77 A	22	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
6	36 W	308	216 W	127 V	1,77 A	22	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total 12			432 W		3,54 A			

Nota. C2 cuenta con 12 luminarias y 3 puntos sobrantes.

En el circuito 2 de iluminación del tercer piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 432 W, 12 puntos de salidas conectadas y una corriente de 3,54 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 49

Iluminación C3-Fase 1, tercer piso.

ILUMINACIÓN C3-FASE 1-TERCER PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V * \cos \varphi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$	Conductor	Ducto/ canaleta (mm)
2	36 W	Pasillo área ascensor	72 W	127 V	0,59 A	90,56	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
7	36 W	Pasillo general	252 W	127 V	2,06 A	20.86	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total	9		324 W		2,65 A			

Nota. C3 cuenta con 9 luminarias y 6 puntos sobrantes.

En el circuito 3 de iluminación del tercer piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 324 W, 9 puntos de salidas conectadas y una corriente de 2,65 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 50*Iluminación C4-Fase 1, tercer piso.*

ILUMINACIÓN C4-FASE 1-TERCER PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
4	36 W	Aula 305	144 W	127 V	1,18 A	32,82	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
2	36 W	Asociaciones estudiantes CITEL Y CIERCOM	72 W	127 V	0,59 A	76,05	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
4	36 W	Aula 304	144 W	127 V	1,18 A	31,83	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total 10			360 W		2,95 A			

Nota. C4 cuenta con 10 luminarias y 5 puntos sobrantes.

En el circuito 4 de iluminación del tercer piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 360 W, 10 puntos de salidas conectadas y una corriente de 2,95 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 51*Iluminación C5-Fase 1, tercer piso.*

ILUMINACIÓN C5-FASE 1-TERCER PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
4	36 W	Aula 303	144 W	127 V	1,18 A	39,80	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
4	36 W	Aula 302	144 W	127 V	1,18 A	44,77	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson

	2	36 W	Aula 301	72 W	127 V	0,59 A	57,65	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total	8			360 W		2,95 A			

Nota. C5 cuenta con 10 luminarias y 5 puntos sobrantes.

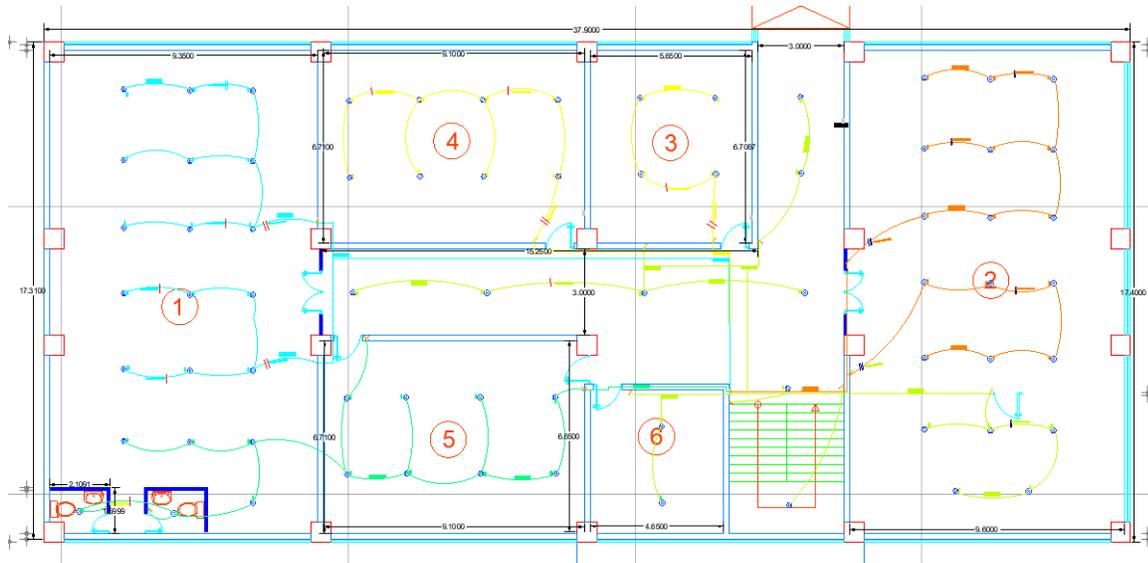
En el circuito 5 de iluminación del tercer piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 360 W, 10 puntos de salidas conectadas y una corriente de 2,95 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

1.15.5 Circuito de iluminación cuarto piso

El cuarto piso de la facultad FICA cuenta con cinco circuitos de iluminación los cuales están distribuido a lo largo de cada departamento, cada circuito está diseñado para soportar 15 puntos de salidas como máximo para conexión de luminarias conforme lo estipula la regulación NEC, en las siguientes tablas se muestra la distribución de los circuitos de iluminación del cuarto piso.

Figura 34

Circuitos de iluminación cuarto piso



Nota. Distribución de los circuitos de iluminación del cuarto piso.

A continuación, se detallan las diferentes áreas de la Figura 35 del cuarto piso:

1. Cubículos 1
2. Cubículos 2
3. Laboratorio 8 informática
4. Laboratorio 9 informática
5. Aula 401
6. Asociación estudiantil CISIC, MECATRONICA, CINDU.

Tabla 52

Iluminación C1-Fase 1, cuarto piso.

ILUMINACIÓN C1-FASE 1-CUARTO PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
4	36 W	Laboratorio 8 de informática	144 W	127 V	1,18 A	30,3	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
8	36 W	Laboratorio 9 de informática	288 W	127 V	1,54 A	51,1	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total 12			432 A		3,54 A			

Nota. C1 cuenta con 12 luminarias y 3 puntos sobrantes.

En el circuito 1 de iluminación del cuarto piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 432 W, 12 puntos de salidas conectadas y una corriente de 3,54 A en la Fase uno. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 53

Iluminación C2-Fase 1, cuarto piso.

ILUMINACIÓN C2-FASE 1-CUARTO PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
15	36 W	Cubículos 2	540 W	127 V	4,43 A	15,72	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total	15		540 W		4,43 A			

Nota. C2 cuenta con 15 luminarias, no se puede agregar más.

En el circuito 2 de iluminación del cuarto piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 540 W, 15 puntos de salidas conectadas y una corriente de 4,43 A en la Fase uno. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 54

Iluminación C3-Fase 1, cuarto piso.

ILUMINACIÓN C3-FASE 1-CUARTO PISO								
--	--	--	--	--	--	--	--	--

No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$	Luxes = $\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
2	36 W	Pasillo área ascensor	72 W	127 V	0,59 A	30,43	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
4	36 W	Pasillo general	144 W	127 V	1,18 A	32,25	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
5	36 W	Cubículos 2	180 W	127 V	1,47 A	38,94	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
2	36 W	Asociación estudiantil CISIC, MECATRO NICA, CINDU	72 W	127 V	0,59 A	49,01	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total 13			468 W		3,83 A			

Nota. C3 cuenta con 13 luminarias y 2 puntos sobrantes.

En el circuito 3 de iluminación del cuarto piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 468 W, 13 puntos de salidas conectadas y una corriente de 3,83 A en la Fase uno. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 55

Iluminación C4-Fase 1, cuarto piso.

ILUMINACIÓN C4-FASE 1-CUARTO PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$	Luxes = $\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
15	36 W	Cubículos 1	540 W	127 V	4,43 A	15,72	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total 15			540 W		4,43 A			

Nota. C4 cuenta con 15 luminarias, no se puede agregar más.

En el circuito 4 de iluminación del cuarto piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 540 W, 15 puntos de salidas conectadas y una corriente de 4,43 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 56

Iluminación C5-Fase 1-cuarto piso.

ILUMINACIÓN C5-FASE 1-CUARTO PISO								
No. de luminarias	Potencia	Dependencia	Potencia por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi}$	Luxes = $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
4	36 W	Cubículos 1	144 W	127 V	1,18 A	38,94	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
2	12 W		24 W	127 V	0,19 A	466,66		
4	36 W	Aula 401	144 W	127 V	1,18 A	30,43	2x#14 AWG (THHN)	20 x12 Dexson
Total	8		321 W		2,63 A			

Nota. C5 cuenta con 10 luminarias y 5 puntos sobrantes.

En el circuito 5 de iluminación del cuarto piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 321 W, 10 puntos de salidas conectadas y una corriente de 2,63 A en la Fase 1. La carga total no supera los 1,5 kW y la corriente está por debajo de los 15 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

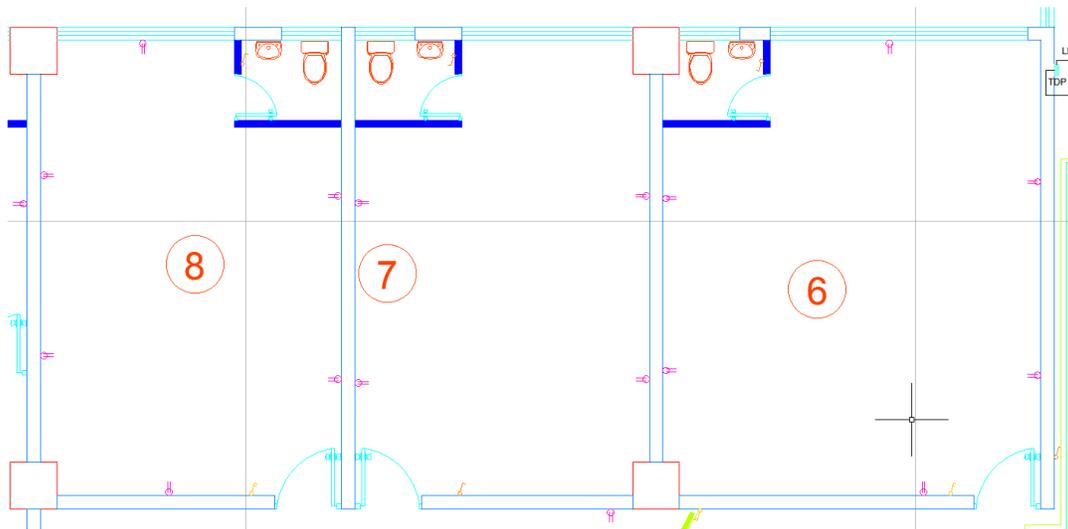
1.16 Sistema de fuerza

Todos los circuitos de fuerza están diseñados para soportar como máximo 10 salidas y una carga de 200 W por punto y 2 kW por circuito. Cada uno de estos circuitos cuenta con tres conductores fase, neutro calibre #12 AWG THHN y cable de tierra calibre #14. El rediseño de

estos circuitos tiene la finalidad de tener una red con circuitos balanceados e impedir que se generen desbalances de las cargas en cada uno de ellos.

Figura 35

Simbología para tomacorriente



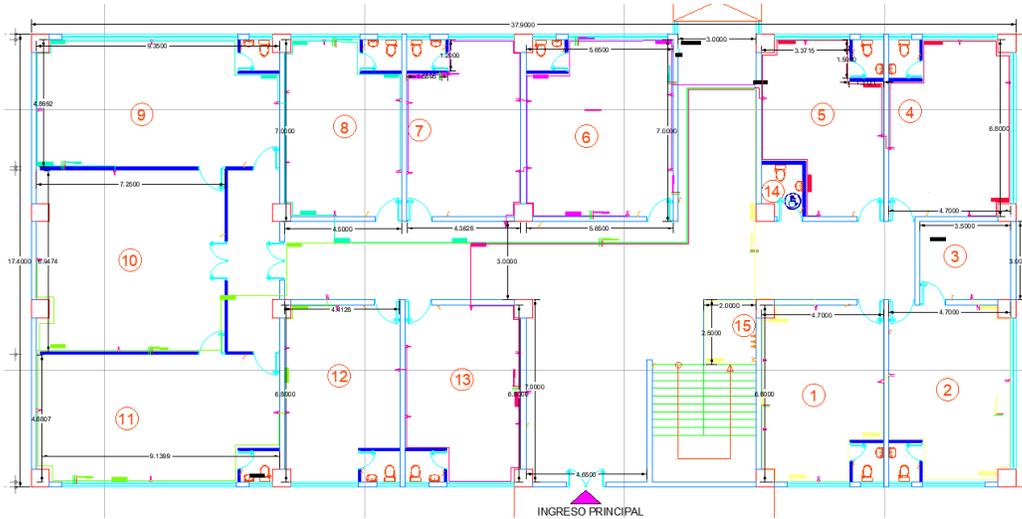
Nota. Simbología de tomacorriente acorde a la norma NEC

1.16.1 Circuitos de fuerza planta baja

En la planta baja de la facultad FICA se proyecta seis circuitos, Todos los circuitos están diseñados para soportar como máximo 10 salidas para tomacorrientes conforme lo estipula la regulación NEC. En las siguientes tablas se detalla la distribución de los circuitos de fuerza en la planta baja.

Figura 36

Circuitos de fuerza planta baja



Nota. Distribución de los tomacorrientes de la planta baja

Tabla 57

Tomacorrientes C6-Fase 2, planta baja.

TOMACORRIENTES C6-FASE 2, PLANTA BAJA						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V * \cos \phi}$	Conductor	Ducto/ Canaleta (mm)
5	Coordinación de la carrera de Ingeniería	648 W	127 V	5,31 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
4	automotriz y electricidad	216 W	127 V	1,77 A	2x#12 AWG (THHN)+14 (T)	32x12 Dexson
1	Secretario abogado	100 W	127 V	0,82 A	2x#12 AWG (THHN)+14(T)	32x12 Dexson
Total 10		964 W		7,90 A		

Nota. C6 de tomacorrientes con 10 salidas. No se puede agregar más.

En el circuito 6 de fuerza de la planta baja se proyecta en el rediseño una carga instalada de 964 W, 10 puntos de salidas conectadas y una corriente de 7,90 A en la Fase 2. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 58*Tomacorrientes C7-Fase 2, planta baja.*

TOMACORRIENTES C7-FASE 2-PLANTA BAJA						
No. de Tomacorrientes	Potencia estimada por dependencia	Dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/ canaleta (mm)
5	832 W	Secretaria decanato	127 V	6,82 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
4	448 W	Decanato	127 V	3,67 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
1	200 W	Sala de grados	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	10			12,13 A		

Nota. C7 de tomacorrientes con 10 salidas. No se puede agregar más.

En el circuito 7 de fuerza de la planta baja se proyecta en el rediseño una carga instalada de 1,48 kW, 10 puntos de salidas conectadas y una corriente de 12,13 A en la Fase 2. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 59*Tomacorrientes C8-Fase 2, planta baja.*

TOMACORRIENTES C8-FASE 2-PLANTA BAJA						
No. De Tomacorrientes	Potencia estimada por dependencia	Dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/ Canaleta (mm)
2	200 W	Sala de grados	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	448 W	Subdecanato	127 V	3,67 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
4	500 W	Secretaria Subdecanato	127 V	4,10 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
1	100 W	Pasillo	127 V	0,82 A		32x12

				2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	Dexson
Total	10	1248 W		10,23 A	

Nota. C8 de tomacorrientes con 10 salidas. No se puede agregar más.

En el circuito 8 de fuerza de la planta baja se proyecta en el rediseño una carga instalada de 1,25 kW, 10 puntos de salidas conectadas y una corriente de 10,23 A en la Fase 2. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 60

Tomacorrientes C9-Fase 2, planta baja.

TOMACORRIENTES C9-FASE 2-PLANTA BAJA						
No. de Tomacorrientes	Potencia estimada por dependencia	Dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/ Canaleta (mm)
1	200 W	Sala de grados	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
5	616 W	Coordinación de la carrera de ingeniería industrial	127 V	5,05 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
1	100 W	Pasillo	127 V	0,82 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	7	916 W		7,51 A		

Nota. C9 de tomacorrientes con 9 salidas, cuenta con 1 sobrante para añadir.

En el circuito 9 fuerza de la planta baja se proyecta en el rediseño una carga instalada de 916 W, 9 puntos de salidas conectadas y una corriente de 7,51 A en la Fase 2. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 61*Tomacorrientes C10-Fase 2, planta baja.*

TOMACORRIENTES C10-FASE 2-PLANTA BAJA						
No. de Tomacorrientes	Potencia estimada por dependencia	Dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \varphi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
5	416 W	Coordinación de la carrera de mecatrónica	127 V	3,41 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	416 W	Coordinación de la carrera de telecomunicaciones	127 V	4,41 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
1	200 W	Rack	127 V	1,54 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	9			8,46 A		

Nota. C10 de tomacorrientes con 10 salidas. No se puede agregar más.

En el circuito 10 de fuerza de la planta baja se proyecta en el rediseño una carga instalada de 1,03 kW, 10 puntos de salidas conectadas y una corriente de 8,46 A en la Fase 2. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 62*Tomacorrientes C11-Fase 2, planta baja.*

TOMACORRIENTES C11-FASE 2-PLANTA BAJA						
No. de Tomacorrientes	Potencia estimada por dependencia	Dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \varphi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
4	416 W	Coordinación de la carrera de telecomunicaciones	127 V	4,41 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
4	200 W	Bodega	127 V	1,54 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson

Total	8	616 W	5,96 A
--------------	----------	-------	--------

Nota. C11 de tomacorrientes con 8 salidas, cuenta con 2 sobrantes para añadir.

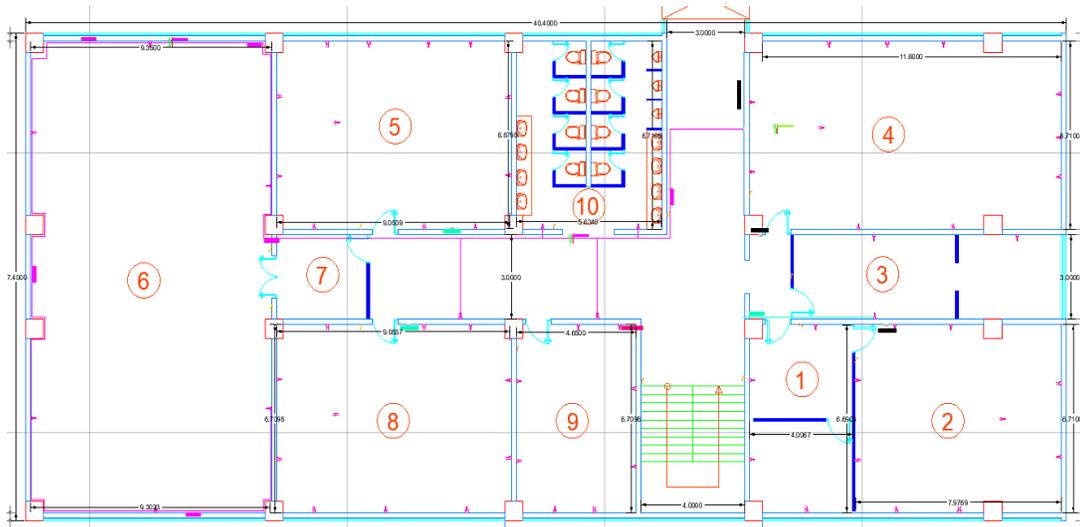
En el circuito 11 de fuerza de la planta baja se proyecta en el rediseño una carga instalada de 616 W, 8 puntos de salidas conectadas y una corriente de 5,96 A en la Fase 2. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

1.16.2 Circuitos de fuerza primer piso

En el primer piso de la facultad FICA se proyecta un circuito de uso general, Todos los circuitos están diseñados para soportar como máximo 10 salidas para tomacorrientes conforme lo estipula la regulación NEC. En la siguiente tabla se detalla la distribución del circuito de fuerza del primer piso.

Figura 37

Circuitos de fuerza primer piso



Nota. Distribución de los circuitos de laboratorios y uso general del primer piso

Tabla 63*Tomacorrientes C6-Fase 2, primer piso.*

TOMACORRIENTES C6-FASE 2-PRIMER PISO						
No. de Tomacorrientes	Potencia estimada por dependencia	Dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \varphi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
6	200 W	Auditorio	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
2	50 W	Baño	127 V	0,41 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
2	50 W	Pasillo	127 V	0,41 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total 10	300 W			2,46 A		

Nota. C6 de tomacorrientes con 10 salidas.

En el circuito 6 de fuerza del primer piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 300 W, 10 puntos de salidas conectadas y una corriente de 2,46 A en la Fase dos. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

1.16.2.1 Circuitos de fuerza para laboratorios primer piso

En cada laboratorio del primer piso se proyecta en el rediseño cuatro o tres circuitos expresos, cada una con una carga proyectada instalada de 1200 W y una corriente de 9,84 A por circuito haciendo uso de fases distintas para tener un buen balance de las cargas en las tres líneas. La carga de cada circuito de los laboratorios no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 64*Laboratorio 1-fase 1, primer piso.*

LABORATORIO 1-FASE 1-PRIMER PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por Dependencia	Tensión	Corriente	Conductor	Ducto/canaleta

				$I = \left[\frac{P}{V * \cos \varphi} \right]$		(mm)
4	Laboratorio 1_C1	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Laboratorio 1_C2	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Laboratorio 1_C3	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Laboratorio 1_C4	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	13	4800 W		39,36 A		

Nota. Laboratorio 1, cuenta con cuatro circuitos para uso de computadoras.

Tabla 65

Laboratorio 2-Fase 2, primer piso.

LABORATORIO 2-FASE 2-PRIMER PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por Dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \varphi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
4	Jefelaborator_C1	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Laboratorio 2_C2	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Laboratorio 2_C3	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Laboratorio 2_C4	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	13	4800 W		39,36 A		

Nota. Laboratorio 2 con cuatro circuitos para uso de computadoras.

Tabla 66*Laboratorio 3-Fase 3, primer piso.*

LABORATORIO 3-FASE 3-PRIMER PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por Dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
4	Laboratorio 3_C1	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
4	Laboratorio 3_C2	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Laboratorio 3_C3	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	11	3600 W		29,52 A		

Nota. Laboratorio 3 con tres circuitos para uso de computadoras.**Tabla 67***Laboratorio 4-Fase 1, primer piso.*

LABORATORIO 4-FASE 1-PRIMER PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por Dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
3	Laboratorio 4_C1	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Laboratorio 4_C2	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Laboratorio 4_C3	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Laboratorio 4_C3	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	12	4800 W		39,36 A		

Nota. Laboratorio 3 con cuatro circuitos para uso de computadoras.

Tabla 68*Laboratorio fibra óptica-Fase 1, primer piso.*

LABORATORIO FIBRA ÓPTICA-FASE 1-PRIMER PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por Dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
3	Laboratorio fibra óptica _C1	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
4	Laboratorio fibra óptica _C2	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total 12		2400 W		19,68 A		

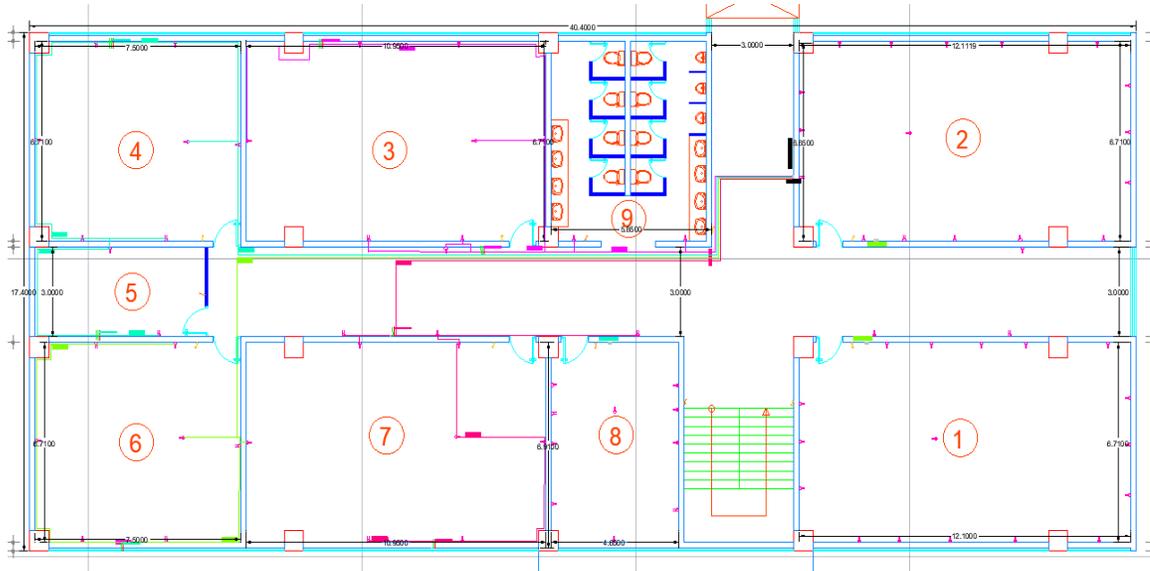
Nota. Laboratorio Fibra óptica con dos circuitos para uso de computadoras.

1.16.3 Circuito de fuerza segundo piso

En el segundo piso de la facultad FICA se proyectan cuatro circuitos de uso general, Todos los circuitos están diseñados para soportar como máximo 10 salidas para tomacorrientes conforme lo estipula la regulación NEC. En la siguiente tabla se detalla la distribución del circuito de fuerza del primer piso.

Figura 38

Circuitos de fuerza segundo piso



Nota. Distribución de los circuitos de laboratorios y uso general del segundo piso

Tabla 69

Tomacorrientes C6-Fase 2, segundo piso.

TOMACORRIENTES C6-FASE 2-SEGUNDO PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi}$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
2	Baño	50 W	127 V	0,41 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
7	Aula 205	200 W	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
1	Pasillo	50 W	127 V	0,41 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	10	300 W		2,46 A		

Nota. C6 de tomacorrientes con 10 salidas

En el circuito 6 de fuerza del segundo piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 300 W, 10 puntos de salidas conectadas y una corriente de 2,46 A en la Fase 2. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 70

Tomacorrientes C7-Fase 2, segundo piso.

TOMACORRIENTES C7-FASE 2-SEGUNDO PISO						
No. De Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \varphi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
7	Aula 204	200 W	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
2	Archivo	100 W	127 V	0,82 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	9	300 W		2,46 A		

Nota. C7 de tomacorrientes con 9 salidas y 1 salida más para agregar.

En el circuito 7 de fuerza del segundo piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 300 W, 9 puntos de salidas conectadas y una corriente de 2,46 A en la Fase 2. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 71

Tomacorrientes C8-Fase 2, segundo piso.

TOMACORRIENTES C8-FASE 2, SEGUNDO PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \varphi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
7	Aula 203	200 W	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
1	Aula 202	200 W	127 V	1,64 A		32x12

			2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	Dexson
Total	8	400 W	3,28 A	

Nota. C8 de tomacorrientes con 8 salidas y 2 salidas más para agregar.

En el circuito 8 de fuerza del segundo piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 400 W, 8 puntos de salidas conectadas y una corriente de 3,28 A en la Fase 2. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 72

Tomacorrientes C9-Fase 2, segundo piso.

TOMACORRIENTES C9-FASE 2-SEGUNDO PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
1	Pasillo	50 W	127 V	0,41 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
8	Aula 202	200 W	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	9	250 W		2,05 A		

Nota. C9 de tomacorrientes con 9 salidas y 1 salida más para agregar.

En el circuito 9 de fuerza del segundo piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 250 W, 9 puntos de salidas conectadas y una corriente de 2,05 A en la Fase 2. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

1.16.3.1 Circuitos de fuerza para laboratorios segundo piso

En cada laboratorio del segundo piso se proyecta en el rediseño cuatro o tres circuitos expresos, cada una con una carga proyectada instalada de 1200 W y una corriente de 9,84 A por

circuito, haciendo uso de fases distintas para tener un buen balance de las cargas en las tres líneas. La carga de cada circuito de los laboratorios no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 73

Laboratorio 5-Fase 3, segundo piso.

LABORATORIO 5-FASE 3-SEGUNDO PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por Dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
6	Laboratorio 5_C1	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
4	Laboratorio 5_C2	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
5	Laboratorio 5_C3	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
4	Laboratorio 5_C4	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	19	4800 W		39,36 A		

Nota. Laboratorio 5, cuenta con cuatro circuitos para uso de computadoras.

Tabla 74

Laboratorio 6-Fase 3, segundo piso

LABORATORIO 6-FASE 3-SEGUNDO PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por Dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
5	Laboratorio 6_C1	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
4	Laboratorio 6_C2	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson

4	Laboratorio 6_C3	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
5	Laboratorio 6_C4	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	18	4800 W		39,36 A		

Nota. Laboratorio 6, cuenta con cuatro circuitos para uso de computadoras.

Tabla 75

Laboratorio 7-Fase 3, segundo piso.

LABORATORIO 7-FASE 3-SEGUNDO PISO.						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por Dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/ canaleta (mm)
4	Laboratorio 7_C1	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
4	Laboratorio 7_C2	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Laboratorio 7_C3	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	11	3600 W		29,52 A		

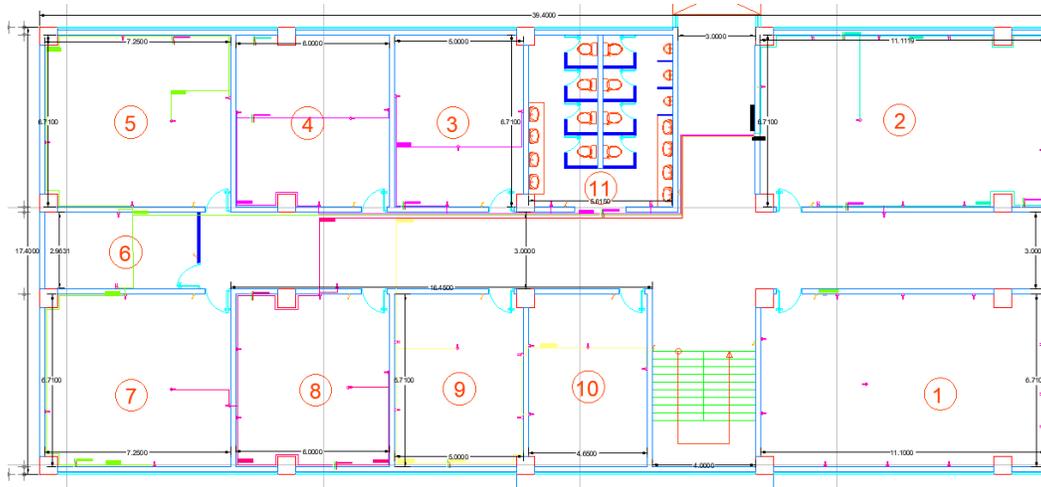
Nota. Laboratorio 7, cuenta con cuatro circuitos para uso de computadoras.

1.16.4 Circuito de fuerza tercer piso

En el tercer piso de la facultad FICA se proyectan cinco circuitos de uso general, Todos los circuitos están diseñados para soportar como máximo 10 salidas para tomacorrientes conforme lo estipula la regulación NEC. En la siguiente tabla se detalla la distribución del circuito de fuerza del primer piso.

Figura 39

Circuitos de fuerza tercer piso



Nota. Distribución de los circuitos de laboratorios y uso general del tercer piso

Tabla 76

Tomacorrientes C6-Fase 2, tercer piso.

TOMACORRIENTES C6-FASE 2-TERCER PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi}$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
2	Baño	50 W	127 V	0,41 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
4	Aula 306	200 W	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
4	Aula 306	200 W	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	10	450 W		3,69 A		

Nota. C6 de tomacorrientes con 10 salidas.

En el circuito 6 de fuerza del tercer piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 450 W, 10 puntos de salidas conectadas y una corriente de 3,69 A en la Fase dos. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 77*Tomacorrientes C7-Fase 2, tercer piso.*

TOMACORRIENTES C7-FASE 2-TERCER PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
1	Pasillo	50 W	127 V	0,41 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
9	Aula 308	200 W	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total 10		250 W		2,05 A		

Nota. C7 de tomacorrientes con 10 salidas.

En el circuito 7 de fuerza del tercer piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 250 W, 10 puntos de salidas conectadas y una corriente de 2,05 A en la Fase dos. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 78*Tomacorrientes C8-Fase 2, tercer piso.*

TOMACORRIENTES C8-FASE 2-TERCER PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
2	Asociación de estudiantes CITELY CIERCOM	200 W	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Aula 304	200 W	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
5	Aula 305	200 W	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total 10		600 W		4,92 A		

Nota. C8 de tomacorrientes con 10 salidas.

En el circuito 8 de fuerza del tercer piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 600 W, 10 puntos de salidas conectadas y una corriente de 4,92 A en la Fase dos. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 79

Tomacorrientes C9-Fase 2, tercer piso.

TOMACORRIENTES C9-FASE 2-TERCER PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
6	Aula 302	200 W	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
2	Aula 303	200 W	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	8	400 W		3,28 A		

Nota. C9 de tomacorrientes con 8 salidas y 2 más para agregar.

En el circuito 9 de fuerza del tercer piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 400 W, 8 puntos de salidas conectadas y una corriente de 3,28 A en la Fase dos. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 80

Tomacorrientes C10-Fase 2, tercer piso.

TOMACORRIENTES C10-FASE 2-TERCER PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
4	Aula 301	200 W	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
5	Aula 302	200W	127 V	1,64 A		32x12

			2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	Dexson
9	Total	400 W	3,28 A	

Nota. C10 de tomacorrientes con 9 salidas y 1 más para agregar.

En el circuito 10 de fuerza del tercer piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 400 W, 10 puntos de salidas conectadas y una corriente de 3,28 A en la Fase 2. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

1.16.4.1 Circuitos de fuerza para laboratorios tercer piso

En el laboratorio de electrónica del segundo piso se proyecta en el rediseño cuatro circuitos expresos, cada una con una carga proyectada instalada de 1200 W y una corriente de 9,84 A por circuito, haciendo uso de fases distintas para tener un buen balance de las cargas en las tres líneas. La carga de cada circuito de este laboratorio no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 81

Laboratorio de electrónica-Fase 3, tercer piso.

LABORATORIO DE ELECTRÓNICA-FASE 3-TERCER PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por Dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
3	Laboratorio de electrónico_C1	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Laboratorio de electrónico_C2	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Laboratorio de electrónico_C3	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3		1200 W	127 V	9,84 A		32x12

	Laboratorio de electrónico_C4	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	Dexson
Total	11	4800 W	39,36 A

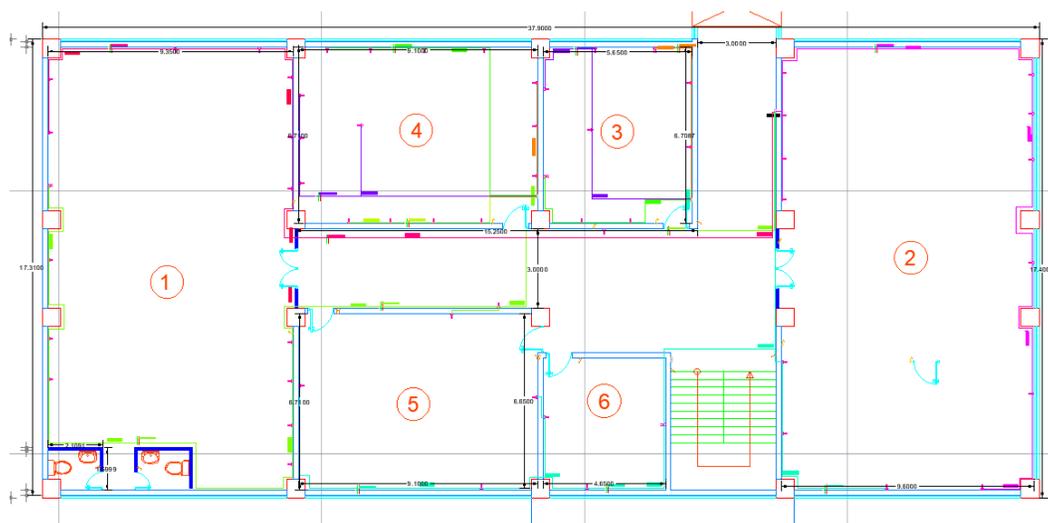
Nota. Laboratorio de electrónica, cuenta con cuatro circuitos para uso de computadoras.

1.16.5 Circuito de fuerza cuarto piso

En el cuarto piso de la facultad FICA se proyectan cuatro circuitos de uso general, Todos los circuitos están diseñados para soportar como máximo 10 salidas para tomacorrientes conforme lo estipula la regulación NEC. En las siguientes tablas se detalla la distribución del circuito de fuerza del primer piso.

Figura 40

Circuitos de fuerza cuarto piso



Nota. Distribución de los circuitos de laboratorios y uso general del cuarto piso

Tabla 82

Tomacorrientes C6-Fase 2, cuarto piso.

TOMACORRIENTES C6-FASE 2-CUARTO PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por dependencia	Tensión	Corriente $I = \frac{P}{V * \cos \phi}$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)

	10	Cubículos 2	600 W	127 V	8,20 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	10		600 W		4,92 A		

Nota. C6 de tomacorrientes con 10 salidas.

En el circuito 6 de fuerza del cuarto piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 600 W, 10 puntos de salidas conectadas y una corriente de 4,92 A en la Fase 2. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 83

Tomacorrientes C7-Fase 2, cuarto piso.

TOMACORRIENTES C7-FASE 2-CUARTO PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
3	Cubículos 2	300 W	127 V	2,46 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Aula 401	200 W	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Asociación estudiantil CISIC MECATRÓNICA	50 W	127 V	0,41 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	9	550 W		4,51 A		

Nota. C7 de tomacorrientes con 9 salidas y una para agregar.

En el circuito 7 de fuerza del cuarto piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 550 W, 9 puntos de salidas conectadas y una corriente de 4,51 A en la Fase 2. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 84*Tomacorrientes C8-Fase 2, cuarto piso.*

TOMACORRIENTES C8-FASE 2-CUARTO PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \varphi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
8	Cubículos 1	400 W	127 V	3,28 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
1	Aula 401	50 W	127 V	0,41 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
1	Pasillo	50 W	127 V	0,41 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total 10		500 W		4,10 A		

Nota. C8 de tomacorrientes con 10 salidas.

En el circuito 8 de fuerza del cuarto piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 500 W, 10 puntos de salidas conectadas y una corriente de 4,10 A en la Fase 2. La carga total no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 85*Tomacorrientes C9-Fase 2, cuarto piso.*

TOMACORRIENTES C9-FASE 2-CUARTO PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \varphi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
7	Cubículos 1	200 W	127 V	1,64 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total 7		200W		1,64 A		

Nota. C9 de tomacorrientes con 7 salidas y 3 para agregar.

En el circuito 9 de fuerza del cuarto piso se proyecta en el rediseño una carga instalada de 200 W, 7 puntos de salidas conectadas y una corriente de 1,64 A en la Fase 2. La carga total no

supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

1.16.5.1 Circuitos de fuerza de laboratorios del cuarto piso

En cada laboratorio del cuarto piso se proyecta en el rediseño cuatro o tres circuitos expresos, cada una con una carga proyectada instalada de 1200 W y una corriente de 9,84 A por circuito, haciendo uso de fases distintas para tener un buen balance de las cargas en las tres líneas. La carga de cada circuito de los laboratorios no supera los 2 kW y la corriente está por debajo de los 20 A, lo cual si cumple con la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

Tabla 86

Laboratorio 8-Fase 3, cuarto piso.

LABORATORIO 8-FASE 3-CUARTO PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por Dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
3	Laboratorio 8_C1	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Laboratorio 8_C2	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
3	Laboratorio 8_C3	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	9	3600 W		29,52 A		

Nota. Laboratorio 8, cuenta con tres circuitos para uso de computadoras.

Tabla 87

Laboratorio 9-Fase 3, cuarto piso.

LABORATORIO 9-FASE 3-CUARTO PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por Dependencia	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)

3	Laboratorio 8_C1	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
4	Laboratorio 8_C2	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
4	Laboratorio 8_C3	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
4	Laboratorio 8_C4	1200 W	127 V	9,84 A	2x#12 AWG (THHN)+ 14(T)	32x12 Dexson
Total	15	4800 W		39,36 A		

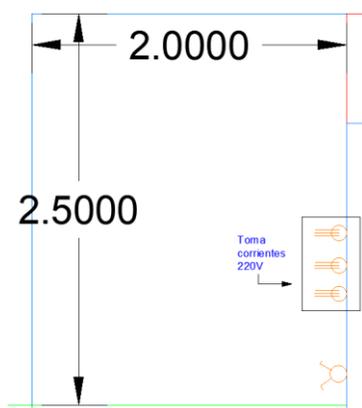
Nota. Laboratorio 9, cuenta con cuatro circuitos para uso de computadoras.

1.17 Circuitos especiales

La regulación NEC considera circuitos especiales a las salidas que superan los 1,5 kW, estos circuitos deben ser independientes, debe tener una salida como máximo debido a que el voltaje que utiliza es 220 V/240 V, que son superiores a las tomas de uso general, el calibre del conductor es #10 AWG tipo THHN para las fases, neutro y para el conductor de tierra # 10 AWG seleccionado en base a la protección que se utiliza que es de 40 A. En la figura 39 se muestra el diseño de los circuitos especiales aplicados en el rediseño.

Figura 41

Circuitos especiales



Nota. Diseño de los Circuitos especiales

En la planta baja, en el área de la copiadora se proyecta en el rediseño tres circuitos especiales debido al uso de copiadoras marca RICOH que funcionan a un voltaje de 220 V con una potencia de 3000 W. La siguiente tabla muestra los circuitos especiales propuestos en el rediseño.

Tabla 88

Circuitos especiales

COPIADORA-FASE 1 Y FASE 2-PRIMER PISO						
No. de Tomacorrientes	Dependencia	Potencia estimada por equipo	Tensión	Corriente $I = \left[\frac{P}{V * \cos \phi} \right]$	Conductor	Ducto/canaleta (mm)
1	Copiadora	3000 W	220 V	14 A	3x#10 AWG (THHN)+10(T)	32x12 Dexson
1	Copiadora	3000 W	220 V	14 A	2x#10 AWG (THHN)+10(T)	32x12 Dexson
1	Copiadora	3000 W	220 V	14 A	2x#10 AWG (THHN)+10(T)	32x12 Dexson
Total	12	9000 W		42 A		

Nota. Circuitos especiales del área donde se encuentra la copiadora.

1.18 Protecciones

Las protecciones deben ser interruptores termomagnéticos que se activen automáticamente al momento de producirse una sobrecarga o cortocircuito, cabe recalcar que los circuitos deben cumplir con la normativa NEC. Algunos criterios que hay que tener en cuenta son los siguientes:

- El dimensionamiento se hace en base a la cantidad de circuitos que van proteger.
- Circuitos especiales deben tener interruptor termomagnético bipolar mínimo de 40 A.
- Circuitos diseñados para soportar intensidades no menores del 125% de la corriente máxima.

1.18.1 Dimensionamiento de protecciones.

Para un correcto dimensionamiento hay que tener en cuenta si es circuito de fuerza o circuito de iluminación.

1.18.1.1 Circuito de fuerza

Para el dimensionamiento de la protección de los circuitos de fuerza se toma en cuenta que por salida debe tener 200 W de carga, cada circuito debe tener fase, neutro, y tierra. Máximo debe tener 10 salidas que garanticen soportar 20 amperios como máximo.

$$I = \frac{200 \text{ W} * 10 \text{ salidas}}{\text{voltaje}} * 125\%$$

$$I = \frac{200 * 10}{120} * 125\%$$

$$I = 20,83 \text{ A}$$

Este resultado obtenido es una corriente de sobre carga, por lo que una protección de 20 A protegerá todos los diferentes circuitos de fuerza de uso general y de computadoras.

1.18.1.2 Circuito de iluminación

Para los circuitos de iluminación se debe considerar como máximo una salida de 100 W por cada punto de luminaria, estos circuitos no deben exceder las 15 salidas y soportar como máximo 15 amperios conforme lo estipula la normativa NEC. Teniendo en cuenta estos criterios se dimensiona la protección para los circuitos de iluminación.

$$I = \frac{100 \text{ W} * 15 \text{ salidas}}{\text{voltaje}} * 125\%$$

$$I = \frac{100 * 15}{120} * 125\%$$

$$I = 15,62 \text{ A}$$

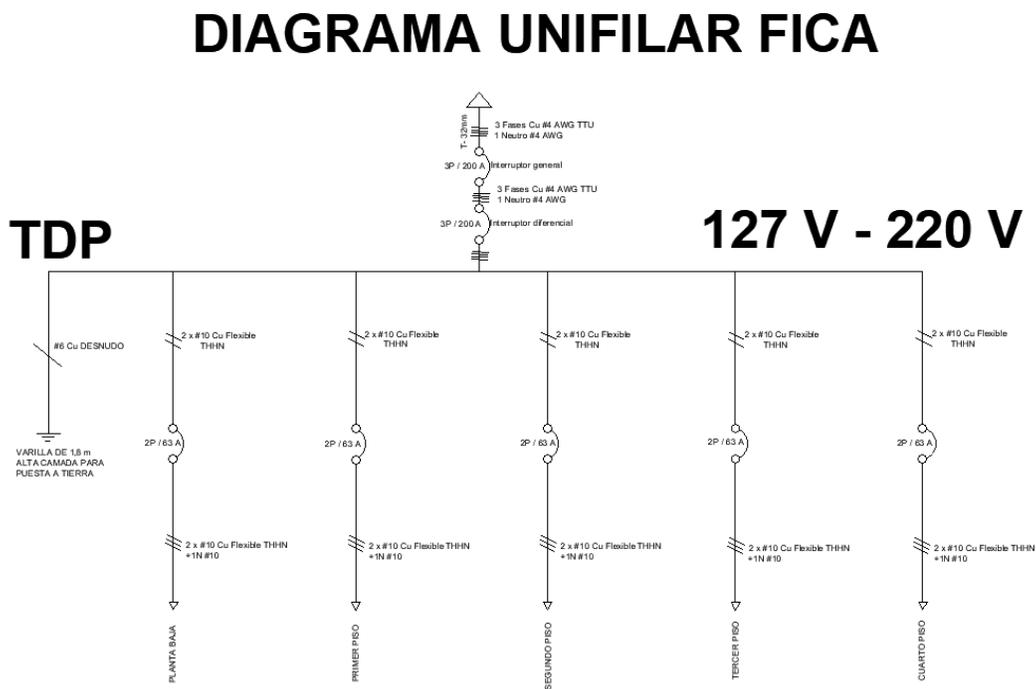
Este resultado obtenido es una corriente de sobre carga, por lo que una protección de 15 A sería la correcta para proteger todos los circuitos de iluminación

1.19 Diagrama unifilar

Mediante la elaboración del diagrama unifilar se tiene una idea más concreta de la distribuidos de los circuitos de fuerza e iluminación en todo el edificio. El diagrama unifilar se hizo independizando los circuitos de cargas especiales, uso general y computadoras. Las siguientes figuras presentadas a continuación detallan mediante un diagrama unifilar la distribución de todos los circuitos en todas las plantas de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte.

Figura 42

Diagrama unifilar TDP



Nota. Diagrama unifilar del TDP

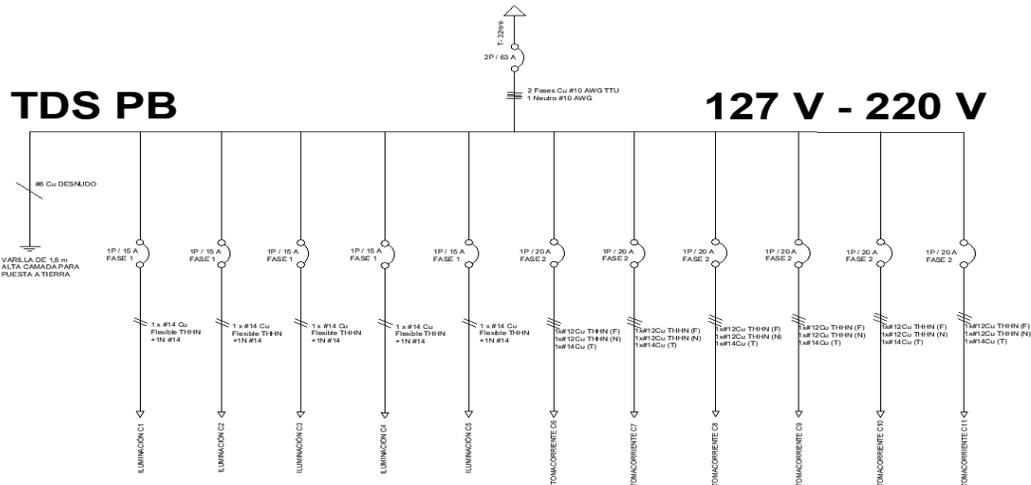
Tabla 89*Tablero general de distribución*

TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN					
Protección (TIPO)	Breaker	Dependencia	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores	Sistema de puesta a tierra
Trifásico (3P) interruptor general	200 A	Protección general	Metálica tipo EMT 33 mm	3x4 AWG (F) 1x4 AWG (N) 1x2 AWG Cu desnudo (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Trifásico (3P) Interruptor diferencial	200 A	Protección general	Metálica tipo EMT 33 mm	3x4 AWG (F) 1x4 AWG (N) 1x2 AWG Cu desnudo (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Bifásico (2P)	63 A	Planta baja	Metálica tipo EMT 33mm	2x10 AWG (F) 1x10 AWG (N) 1x8 AWG Cu desnudo (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Bifásico (2P)	63 A	Primer piso	Metálica tipo EMT 33 mm	2x10 AWG (F) 1x10 AWG (N) 1x8 AWG Cu desnudo (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Bifásico (2P)	63 A	Segundo piso	Metálica tipo EMT 33 mm	2x10 AWG (F) 1x10 AWG (N) 1x8 AWG Cu desnudo (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Bifásico (2P)	63 A	Tercer piso	Metálica tipo EMT 33 mm	2x10 AWG (F) 1x10 AWG (N) 1x8 AWG Cu desnudo (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Bifásico (2P)	63 A	Cuarto piso	Metálica tipo EMT 33 mm	2x10 AWG (F) 1x10 AWG (N) 1x8 AWG Cu desnudo (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m

Figura 43

Diagrama unifilar planta baja

DIAGRAMA UNIFILAR DE LA PLANTA BAJA



Nota. Diagrama unifilar de la planta baja

Tabla 90

Tablero secundario de distribución de la planta baja

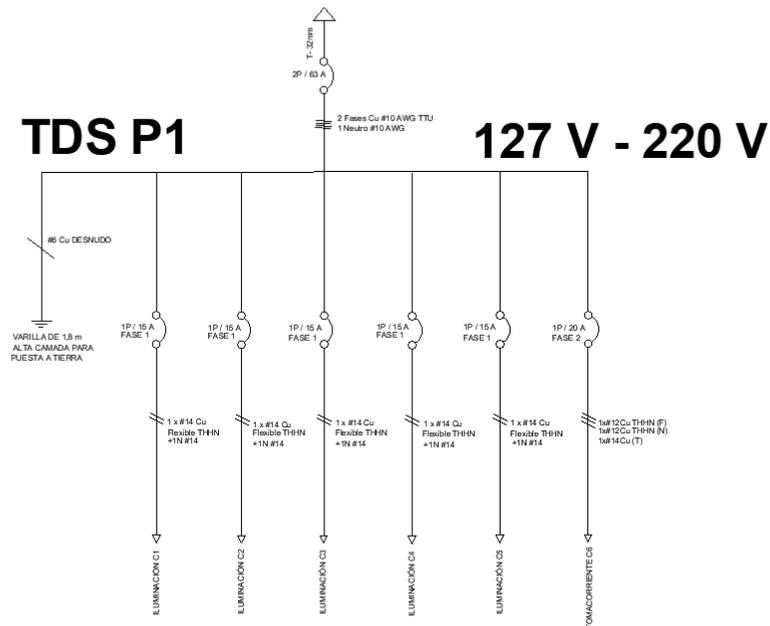
TABLERO SECUNDARIO DE DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA					
Protección (TIPO)	Breaker	Circuito	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores	Sistema de puesta a tierra
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C1	Metálica tipo EMT 33 mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C2	Metálica tipo EMT 33 mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C3	Metálica tipo EMT 33mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C4	Metálica tipo EMT 33mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C5	Metálica tipo EMT 33 mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m

Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C6	Metálica tipo EMT 33 mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C7	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C8	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C9	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C10	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C11	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m

Figura 44

Diagrama unifilar primer piso

DIAGRAMA UNIFILAR DEL PRIMER PISO



Nota. Diagrama unifilar del primer piso

Tabla 91

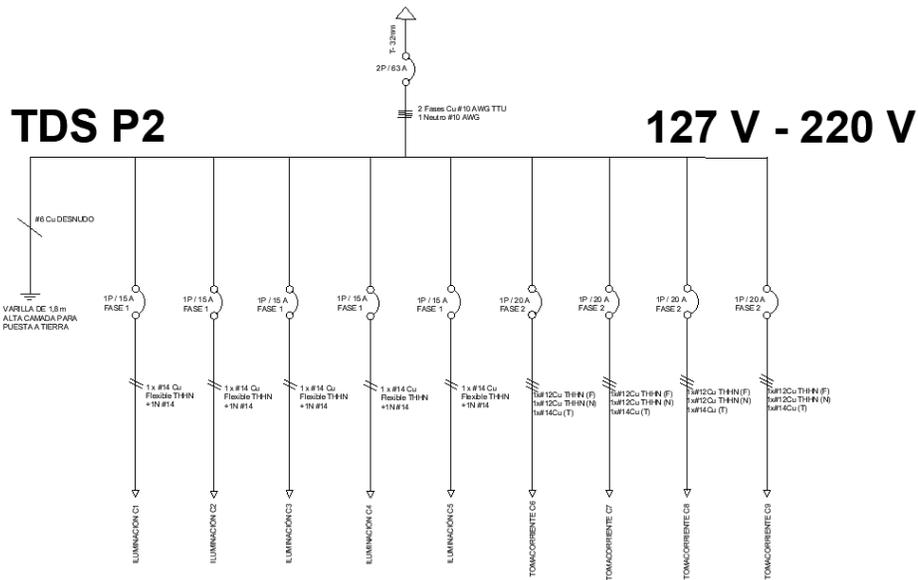
Tablero secundario de distribución del primer piso

TABLERO SECUNDARIO DE DISTRIBUCIÓN PRIMER PISO					
Protección (TIPO)	Breaker	Circuito	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores	Sistema de puesta a tierra
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C1	Metálica tipo EMT 33 mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C2	Metálica tipo EMT 33 mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C3	Metálica tipo EMT 33mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C4	Metálica tipo EMT 33mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C5	Metálica tipo EMT 33 mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C6	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m

Figura 45

Diagrama unifilar segundo piso

DIAGRAMA UNIFILAR DEL SEGUNDO PISO



Nota. Diagrama unifilar del segundo piso.

Tabla 92

Tablero secundario de distribución del segundo piso

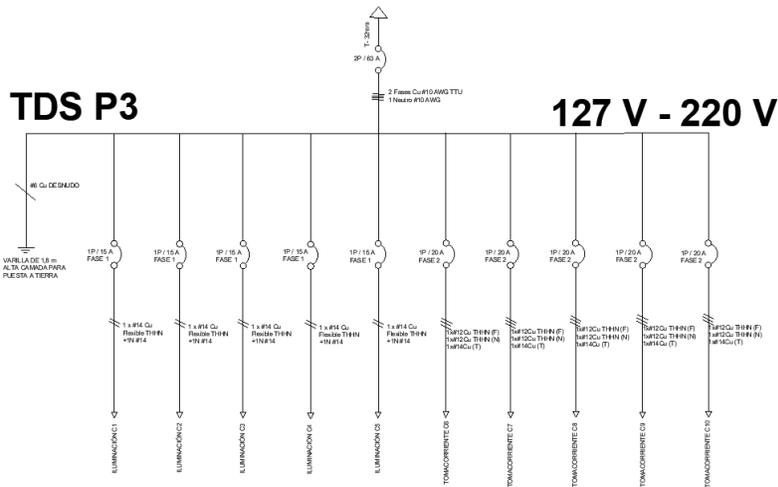
TABLERO SECUNDARIO DE DISTRIBUCIÓN SEGUNDO PISO					
Protección (TIPO)	Breaker	Circuito	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores	Sistema de puesta a tierra
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C1	Metálica tipo EMT 33 mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C2	Metálica tipo EMT 33 mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C3	Metálica tipo EMT 33mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C4	Metálica tipo EMT 33mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m

Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C5	Metálica tipo EMT 33 mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C6	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C7	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C8	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C9	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m

Figura 46

Diagrama unifilar tercer piso

DIAGRAMA UNIFILAR DEL TERCER PISO



Nota. Diagrama unifilar del tercer piso.

Tabla 93

Tablero secundario de distribución del tercer piso

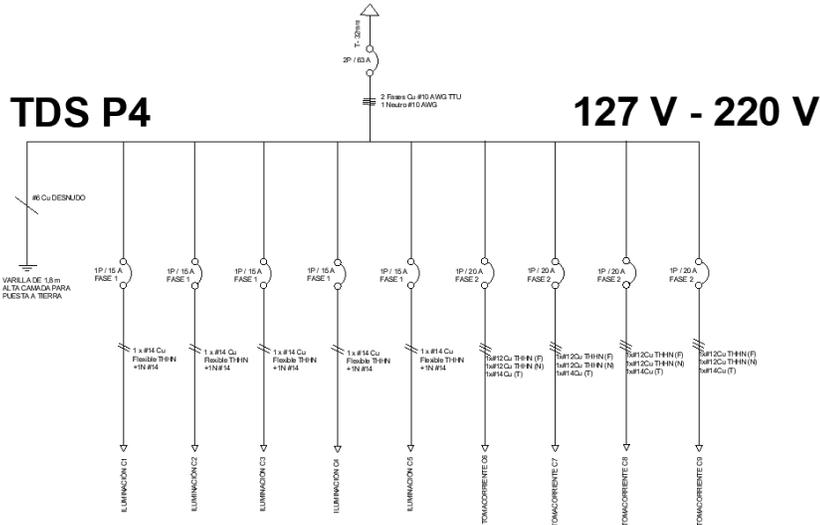
TABLERO SECUNDARIO DE DISTRIBUCIÓN TERCER PISO

Protección (TIPO)	Breaker	Circuito	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores	Sistema de puesta a tierra
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C1	Metálica tipo EMT 33 mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C2	Metálica tipo EMT 33 mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C3	Metálica tipo EMT 33mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C4	Metálica tipo EMT 33mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C5	Metálica tipo EMT 33 mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C6	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C7	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C8	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C9	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C10	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m

Figura 47

Diagrama unifilar cuarto piso

DIAGRAMA UNIFILAR DEL CUARTO PISO



Nota. Diagrama unifilar del cuarto piso.

Tabla 94

Tablero secundario de distribución del cuarto piso

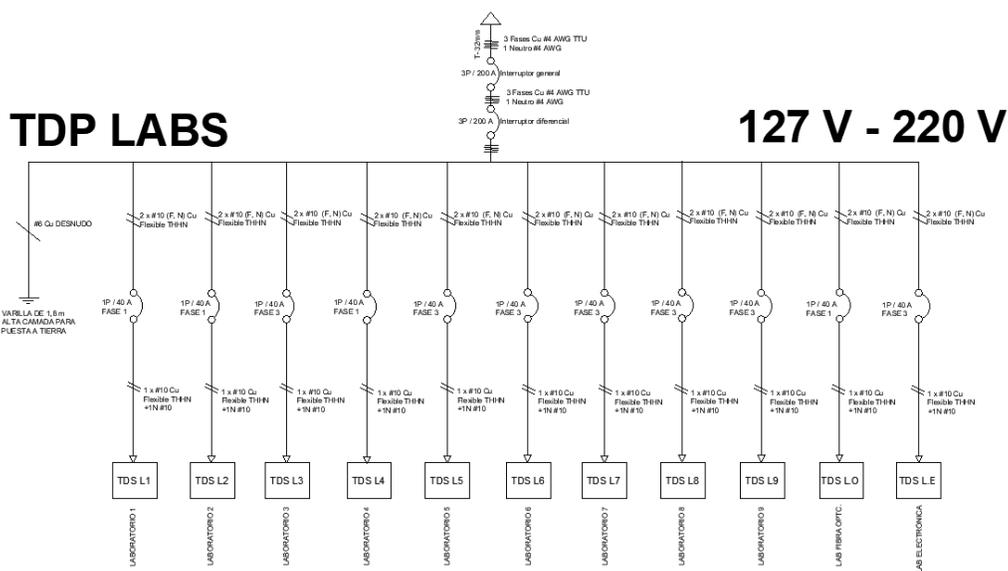
TABLERO SECUNDARIO DE DISTRIBUCIÓN CUARTO PISO					
Protección (TIPO)	Breaker	Circuito	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores	Sistema de puesta a tierra
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C1	Metálica tipo EMT 33 mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C2	Metálica tipo EMT 33 mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C3	Metálica tipo EMT 33mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C4	Metálica tipo EMT 33mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m

Monofásico (1P)	15 A	Iluminación C5	Metálica tipo EMT 33 mm	1x14 AWG THHN (F) 1x14 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C6	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C7	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C8	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	20 A	T_corrientes C9	Metálica tipo EMT 33 mm	1x12 AWG THHN (F) 1x12 AWG THHN (N) 1x14 AWG THHN (T)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m

Figura 48

Diagrama unifilar de laboratorios

DIAGRAMA UNIFILAR DE LABORATORIOS



Nota. Diagrama unifilar de los laboratorios.

Tabla 95

Tablero de distribución de laboratorios.

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE LABORATORIOS					
Protección (TIPO)	Breaker	Dependencia	Tubería	Nro. Y Tipo de conductores	Sistema de puesta a tierra
Monofásico (1P)	40 A	Laboratorio 1	Metálica tipo EMT 33 mm	1x10 AWG THHN (F) 1x10 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	40 A	Laboratorio 2	Metálica tipo EMT 33 mm	1x10 AWG THHN (F) 1x10 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	40 A	Laboratorio 3	Metálica tipo EMT 33mm	1x10AWG THHN (F) 1x10 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	40 A	Laboratorio 4	Metálica tipo EMT 33mm	1x10AWG THHN (F) 1x10 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	40 A	Laboratorio 5	Metálica tipo EMT 33 mm	1x10AWG THHN (F) 1x10 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	40 A	Laboratorio 6	Metálica tipo EMT 33 mm	1x10AWG THHN (F) 1x10 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	40 A	Laboratorio 7	Metálica tipo EMT 33 mm	1x10AWG THHN (F) 1x10 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	40 A	Laboratorio 8	Metálica tipo EMT 33 mm	1x10AWG THHN (F) 1x10 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	40 A	Laboratorio 9	Metálica tipo EMT 33 mm	1x10AWG THHN (F) 1x10 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	40 A	Laboratorio fibra óptica	Metálica tipo EMT 33 mm	1x10AWG THHN (F) 1x10 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m
Monofásico (1P)	40 A	Laboratorio electrónico	Metálica tipo EMT 33 mm	1x10AWG THHN (F) 1x10 AWG THHN (N)	Cable #6 de Cu desnudo, varilla alta camada 1,8 m

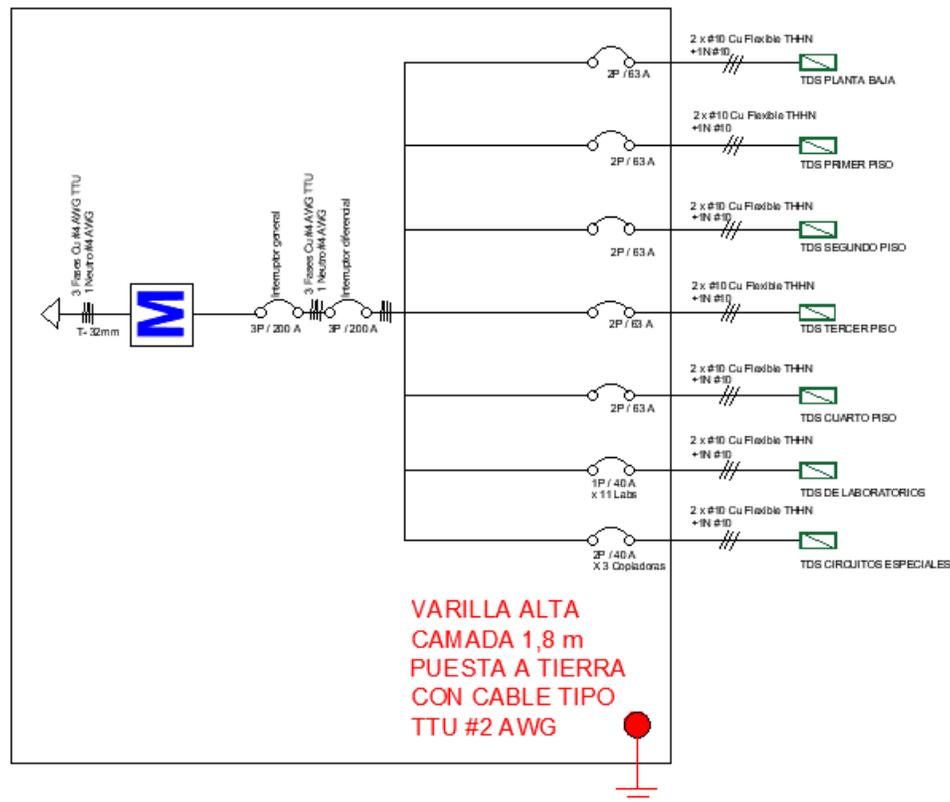
1.20 Sistema de puesta a tierra

En el rediseño del sistema de puesta a tierra se proyecta instalar una varilla de 1,8 m tipo Cu alta camada, el calibre del conductor de puesta a tierra que llega desde la acometida principal y se reparte a los diferentes tableros de distribución que se encuentran en cada piso de la edificación es de tipo TTU cobre desnudo No. 2 AWG que llega desde la acometida principal y se distribuye a cada piso.

Figura 49

Sistema de puesta a tierra

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA



Nota. Puesta a tierra para protección de los diferentes pisos de la facultad FICA.

1.21 Balance de las cargas y corrientes del sistema eléctrico

Con el balance de cargas del sistema eléctrico de la FICA se garantiza un equilibrio y eficiencia en el consumo de energía eléctrica en las 3 fases. En la Tabla 97 y Tabla 98 se presenta el balance de cada una de las fases.

BALANCE DE LAS LINEAS POTENCIA (kW)																	
	PB	P1	P2	P3	P4	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L F OP	L ELEC	TOT.
FASE 1	2,3	2,1	1,9	1,9	2,3	4,8	4,8	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	
FASE 2	6,3	0,3	1,3	2,1	18,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
FASE 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	4,8	4,8	3,6	3,6	4,8	0,0	4,8	

Tabla 96*Balance de cargas*

BALANCE DE LAS LINEAS POTENCIA (kW)																	
	PB	P1	P2	P3	P4	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L.F OP	L.ELEC	TOTAL (kW)
FASE 1	2,3	2,1	1,9	1,9	2,3	4,8	4,8	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	29,3
FASE 2	6,3	0,3	1,3	2,1	18,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,4
FASE 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	4,8	4,8	3,6	3,6	4,8	0,0	4,8	30,0

Tabla 97*Balance de corrientes.*

BALANCE DE LAS LINEAS CORRIENTE (A)																	
	PB	P1	P2	P3	P4	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L F OP	L ELE	TOTAL (A)
FASE 1	18,8	16,8	16,1	15,9	18,9	39,4	39,4	0,0	39,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,7	0,0	212,5
FASE 2	52,2	2,5	10,3	17,2	15,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	210,4
FASE 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,6	0,0	39,4	39,4	29,6	29,6	29,6	0,0	39,4	211,3

1.22 Presupuesto referencial

Figura 50

presupuesto referencial

PRESUPUESTO REFERENCIAL				
Proyecto: Rediseño del sistema Eléctricos FICA				
Lista y Especificaciones de Materiales				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
TOMACORRIENTES E INTERRUPTORES				
Tomacorriente doble Veto	u	269	1,75	470,75
Interruptor simple (Veto)	u	13	1,59	20,67
Interruptor doble (Veto)	u	54	2,70	145,80
Conmutador simple	u	8	1,85	14,80
SUBTOTAL				652,02
TABLERO ELÉCTRICO Y PROTECCIONES				
Tablero bifásico 8 espacios laboratorios	u	11	58,50	643,50
Tablero bifásico 12 espacios cada piso	u	5	63,50	317,50
Interruptor Termomagnético 1P- 15 A	u	25	5,98	149,50
Interruptor Termomagnético 1P- 20 A	u	64	5,98	382,72
Interruptor Termomagnético 1P- 40 A	u	11	5,98	65,78
Interruptor Termomagnético 2P- 63 A	u	5	7,50	37,50
Interruptor Termomagnético 2P- 40 A	u	3	7,50	22,50
Interruptor Termomagnético 3P- 200 A	u	2	9,70	19,40
SUBTOTAL				1638,40
CONDUCTORES				
Conductor flexible THHN #12 (Fase)	m	894	0,58	518,52
Conductor flexible THHN #12 (Neutro)	m	894	0,58	518,52
Conductor flexible THHN #14 (Tierra)	m	900	0,58	522,00
Conductor flexible THHN #10 (Fase)	m	130	0,58	75,40
Conductor flexible THHN #10 (Neutro)	m	130	0,58	75,40
Conductor flexible THHN #14 (FASE)	m	780	0,58	452,40
Conductor flexible THHN #14 (N)	m	780	0,58	452,40
Ducto canaleta 32 x 12 dexon	m	2254	7,60	17130,40
Ducto canaleta 32 x 12 dexon	m	2254	7,60	17130,40
SUBTOTAL				36875,44
PUESTA A TIERRA				
Conductor de cobre tipo TTU # 1/0 AWG	m	50	25,00	1250,00
Varilla Copperweld Alata camada (5/8" x 1.80m)	u	1	9,70	9,70
Funda de gel reductor	u	2	3,20	6,40
suelda exotermica	u	2	6,68	13,36
SUBTOTAL				1279,46
LUMINARIAS				
Luminaria tipo tubo led de 18 W	u	606		0,00
luminaria tipo Foco led 12 W	u	13		0,00
SUBTOTAL				6743,08
Mano de Obra				
Punto de Iluminación	u	308	12	3696,00
Punto de Iluminación Conmutado	u	5	12	60,00
Punto de Tomacomientes 110V	u	269	12	3228,00
Punto de Tomacomientes 220V	u	3	12	36,00
Aramado de centro de carga	u	17	50	850,00
SUBTOTAL				7870,00
SUBTOTAL				55.058,40
IVA				6.607,01
TOTAL				61.665,41

1.23 CONCLUSIONES

Con la utilización de normas reguladas por la legislación ecuatoriana vigente como la NFPA 70, CPE INEN 09, IEC 60617, NTE INEN 2345, entre otras; se detectan y detallan los componentes fehacientes, prácticos y seguros para trabajos en instalaciones eléctricas en edificaciones, lo cual faculto el empleo de los mismos al momento de seleccionar los componentes de modernización del sistema eléctrico en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte

Mediante el diagnóstico realizado y con una metodología consistente se logró determinar la situación actual de la instalación eléctrica de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, la cual presento inconsistencias técnicas desde la alimentación de la energía eléctrica hasta la distribución de las cargas, tales como: centro de transformación no centralizado, protecciones mal dimensionadas, conductores deteriorados, componentes eléctricos en mal estado, desbalance de las cargas en las fases, proyección demanda futura no considerada, incumplimiento en normativas de diseño y construcción, inexistencia de un plan de mantenimiento, parámetros que son de mucha importancia, y que se deben considerar en diseño y construcción de una instalación eléctricas ya que esto genera perdidas técnicas.

La propuesta con el fin de eliminar inconsistencias encontradas en esta investigación, fue el rediseño esquemático-estructural del sistema eléctrico de la facultad en mención; lo que mejoro los parámetros eléctricos técnicos en sus magnitudes físicas como fuerza e iluminación, además de un representativo ahorro energético; satisfaciendo a la comunidad educativa que conforma dicha facultad.

1.24 RECOMENDACIONES

La formación constante con relación a las actualizaciones legislativas y mejora en el avance tecnológico del diseño y construcción de sistemas eléctricos en edificaciones es relevante, para evitar desfases y problemas en los parámetros eléctricos que facultan el desempeño laboral-estudiantil de la comunidad educativa de la facultad en estudio; además de garantizar eficiencia energética, seguridad, confiabilidad y sustentabilidad.

El mantenimiento preventivo de los componentes del circuito eléctrico semestral, facultaran la durabilidad y funcionabilidad del sistema eléctrico en general, evitando costos innecesarios de rediseño y reestructuración por falta de mantenimiento y cuidados.

Al realizar cualquier nuevo tipo de estudio con relación a un circuito eléctrico, se debe considerar delimitarse bajo parámetros de seguridad y utilizando insumos, componentes, herramientas, equipos y herramientas acordes al trabajo a realizar.

Es recomendable el diseño de una guía de mantenimiento, tanto preventivo, como correctivo, en la cual conste su manejo, manipulación y bitácora con fecha establecida de cada maniobra realizada; las cuales deben ser supervisadas por el Coordinador de Mantenimiento Eléctrico y ejecutadas por los docentes y estudiantes de la carrera, con el fin de fomentar su mantenimiento periódico, eficaz y veraz.

1.25 Bibliografía

- Amer, F. (2022). *DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN (300 KVA) PARA UN RECINTO INDUSTRIAL DEDICADO A LA PRODUCCIÓN DE POLIESTIRENOEXPANDIDO Y TERMOARCILLA UBICADO EN PORRERAS*. TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES: Universidad Politécnica de Valencia.
- ARCERNNR. (2020). Regulación -002-20. *Director de la agencia de regulación y control de energías y recursos naturales no renovables*, 6.
- Arizaga, J., & Contreras, J. (2022). *ANÁLISIS Y REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA PLANTA DAKPOINT S.A DE PAPEL TISSUE KM 24 CHONGÓN*. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de ingeniero eléctrico: Universidad Politécnica Salesiana.
- Barcenilla, Á. (2021). *Sistemas de instalaciones en la edificación en altura. Rascacielos y sus necesidades técnicas*. Trabajo de Grado en Fundamentos de la Arquitectura: Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
- Bueno, A. (s.f.). *Unidad didáctica: "Simbología Eléctrica"*. "Simbología Eléctrica": ARCEL.
- CESE. (5 de Octubre de 2018). *CESE Blog*. Obtenido de CESE Blog:
<https://ceseconsultores.com/codigo-electrico-nacional/>
- Cubas, J. (s.f.). *Electro Enchufe*. Obtenido de Canalizaciones Eléctricas y sus aplicaciones:
<https://electroenchufe.com/canalizaciones-electricas-y-sus-aplicaciones/#:~:text=Las%20canalizaciones%20el%C3%A9ctricas%20son%20esencialmente,del%20medio%2C%20como%20la%20corrosi%C3%B3n.>

- Erazo, O., & Quevedo, P. (2018). *Análisis de calidad de energía y rediseño del sistema eléctrico en la planta industrial corporación de proyectos múltiples multiproyectos S.A.* Proyecto de titulación : Universidad Politécnica Salesiana.
- Estévez, O. R. (2019). *DISEÑO DE UN MÓDULO PARA EL CONTROL DE ILUMINACIÓN EN AMBIENTES CERRADOS.* Trabajo de grado presentado ante la universidad técnica del norte previo a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico: Universidad Técnica del Norte.
- FARADAYOS. (s.f.). *Características de los cables eléctricos: partes, calibre y ampacidad.* Obtenido de Características de los cables eléctricos: partes, calibre y ampacidad.: <https://www.faradayos.info/2013/12/caracteristicas-cables-conductores.html>
- Farina, A. (14 de Julio de 2021). *Editores.* Obtenido de Revista Ingeniería Eléctrica: https://www.editores.com.ar/autor/alberto_farina/20210723_circuitos_auxiliares_parte_1
- GoogleMaps. (15 de mayo de 2023). *GoogleMaps.* Obtenido de GoogleMaps: https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1G1CG-MAF0ni5-d0A2HOLRRoAvFY&hl=en_US&ll=0.358188699999986%2C-78.1115082&z=16
- INEN_019. (s.f.). *CÓDIGO DE PRÁCTICA ECUATORIANO CPE INEN 19:2001.* Quito: CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL.
- INEN_2345. (2015). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA.* Quito: Servicio Ecuatoriano de Normalización.
- INEN_3098. (2015). *VOLTAJES NORMALIZADOS.* QUITO: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA.
- Juan, M. (2019). *DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL CAMPAMENTO DE LA FUNDACIÓN NUEVA VIDA PARA LA ELABORACIÓN DE*

UNA PROPUESTA DE MODERNIZACIÓN Y EFICIENCIA ENERGÉTICA. TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.

Levy, A. (24 de Junio de 2020). *Energía para el futuro*. Obtenido de La calidad del servicio en la provisión de electricidad en América Latina: <https://blogs.iadb.org/energia/es/la-calidad-del-servicio-en-la-provision-de-electricidad-en-america-latina/>

Lozano, J. (10 de Enero de 2020). *Trilliant company*. Obtenido de Trilliant company: <https://primestone.com/diferencia-entre-medidores-tradicionales-e-inteligentes/>

Mackliff, K., & Sánchez, R. (2019). *Estudio de la calidad de energía y rediseño del sistema eléctrico de la planta de Cacaos Finos Ecuatorianos CAFIESA*. Proyecto de titulación : Universidad Politécnica Salesiana .

Marcovecchio, M., & Aguirre, P. (14 de Enero de 2018). *PLANIFICACIÓN DE LA EXPANSIÓN EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: MODELADO MATEMÁTICO Y OPTIMIZACIÓN*. Obtenido de INGAR CONICET: <http://www.ingar.santafe-conicet.gov.ar/convocatoria/generacion-electrica/>

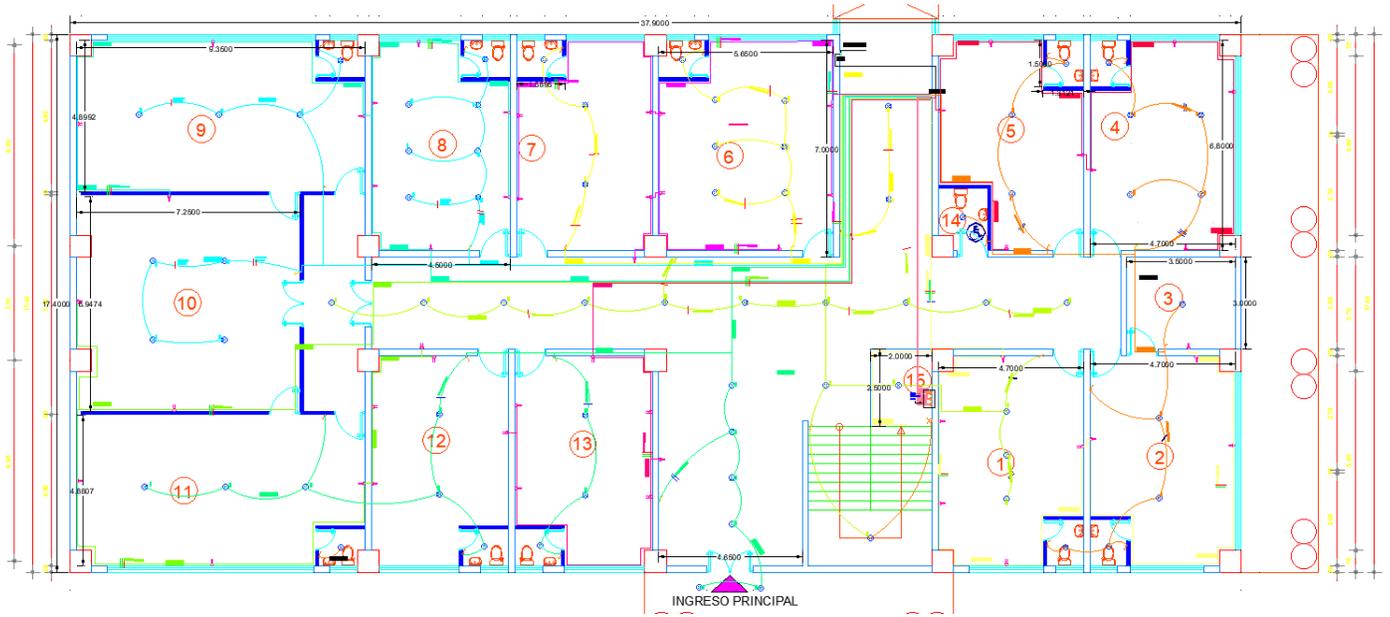
Martínez, C. C. (2020). *ÓPTIMA DETERMINACIÓN DE CALIBRE DE ALIMENTADORES PRIMARIOS MEDIANTE EL USO DE PROGRAMACIÓN NO LINEAL ENTERA MIXTA*. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de INGENIERO ELÉCTRICO: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO.

Mecafenix, I. (25 de Noviembre de 2022). *Ingeniería Mecafenix*. Obtenido de Ingeniería Mecafenix.

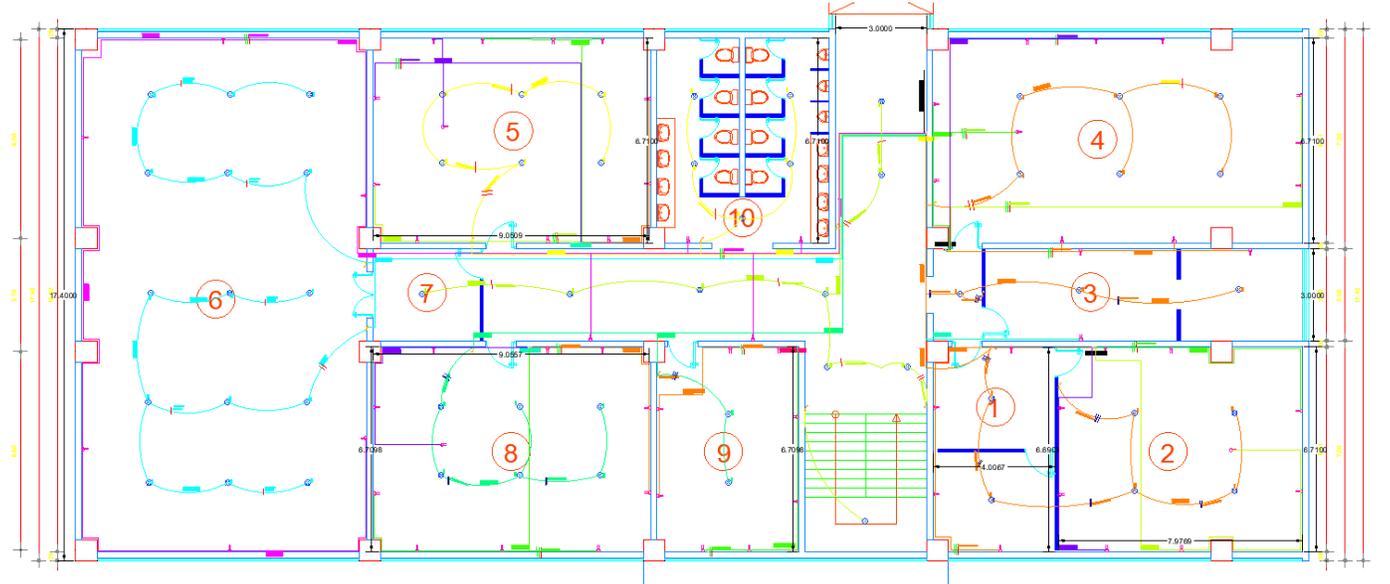
- Miguel, B. (2018). *PLAN DE MODERNIZACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA LA EMPRESA INVEDELCA S.A.* Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero eléctrico: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL .
- MKT, T. (2 de Diciembre de 2021). *Top Cable*. Obtenido de Cables y consejos eléctricos : https://www.topcable.com/blog-electric-cable/tipos-de-cables-electricos/#Tipos_de_conductores_electricos
- NEC. (2018). *INSTALACIONES ELÉCTRICAS*. Normativa Ecuatoriana de la Construcción: Norma Ecuatoriana de la Construcción.
- Novelec. (2022). *Cálculo de la sección del cable*. <https://blog.gruponovelec.com/electricidad/calculo-de-la-seccion-del-cable/>: Novelec el valor del servicio eléctrico .
- Núñez, F. F. (2017). *DISEÑO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN 22.9 kV (OPERACIÓN INICIAL 10 kV) PARA SUMINISTRAR ENERGÍA (MÁXIMA DEMANDA DE 580 Kw) A INMOBILIARIA MARCELITA S.A. EN MIRAFLORES -LIMA*. TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL Para optar el Título Profesional de INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA: UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.
- Orlando, D. (2021). *Estudio y diseño de instalaciones eléctricas para el ahorro energético en áreas comunes de edificación multifamiliar el Sol –Barranco, 2019*. Para optar el título profesional de Ingeniero Eléctrico y de Potencia: Universidad Tecnológica del Perú.
- Pereira, S. (2022). *INSTALACIÓN ELÉCTRICA, DOMÓTICA y DE AUTOCONSUMO PARA CASA RURAL*. TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA: Universitat Politècnica de València.

- Piñan, A. (2020). *REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EL EDIFICIO DE COORDINACIÓN ZONA 1 MINISTERIO DE EDUCACIÓN*. Trabajo de grado presentado ante la Universidad Técnica del Norte previo a la obtención del título de grado de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
- Sandoya, A., Martínez, L., Ordoñez, G., & Arias, J. (2018). *Norma Ecuatoriana de la Contrucción*. Normas de Instalaciones Eléctricas: NEC.
- Simón. (26 de agosto de 2021). *simonelectric*. Obtenido de simonelectric.:
<https://www.simonelectric.com/blog/niveles-de-iluminacion-recomendados-segun-cada-zona-y-actividad>
- Valencia, M. (2018). *ESTUDIO DE CARGA Y DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA LA ESCUELA ALFREDO BOADA ESPÍN DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO*. TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.
- Vasquez, S. (2018). *Mejoramamiento y ampliación del sistema de distribución en Baja Tensión 0.38/0.23 Kv, e implementación de subestación de transformación en Media Tensión 13.8 Kv/0.380/0.230 Kv del sistema eléctrico en el Distritode Cascapara, Para mejorar la calidad*. TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA: Universidad César Vallejos.
- Zapata, Á. (2021). *INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN LOCAL DEDICADO A ACTIVIDADES DEPORTIVAS*. Trabajo Final de Grado en Ingeniería Eléctrica: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.

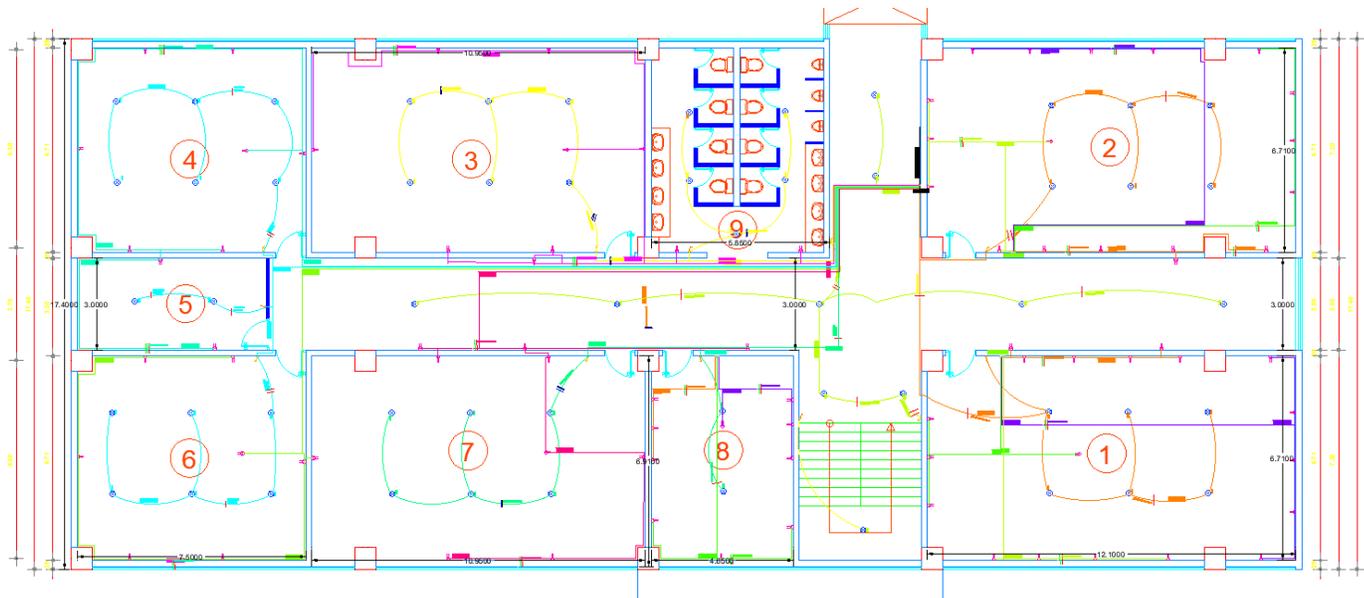
Anexos



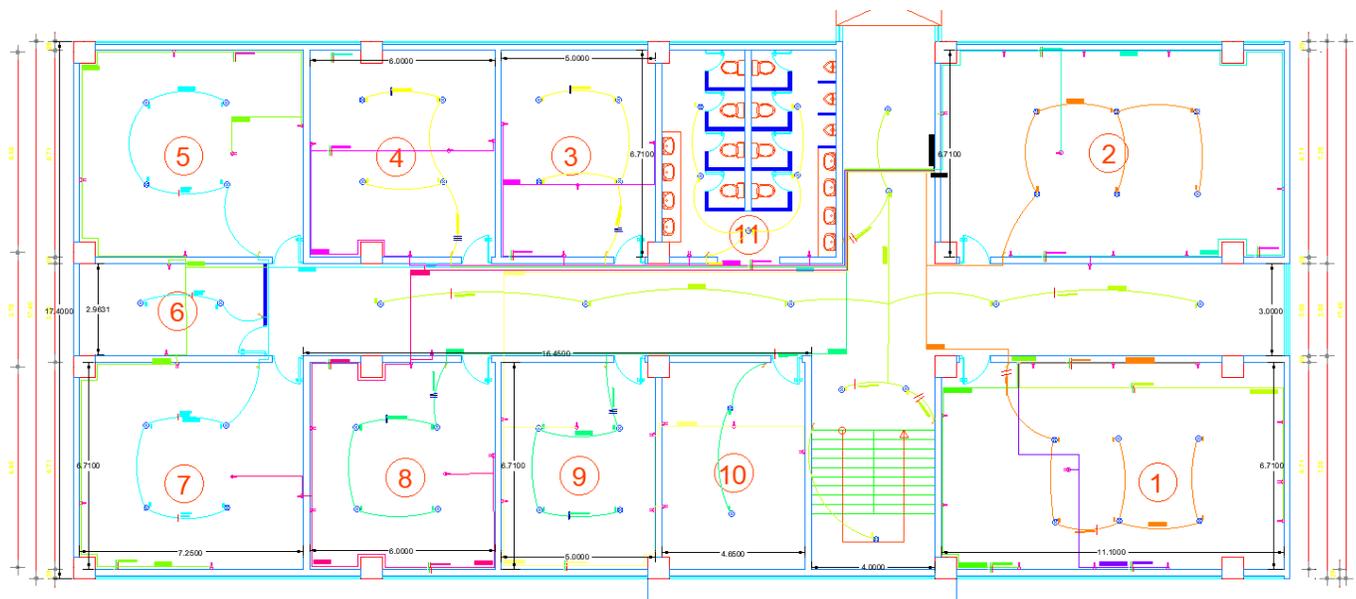
Anexo 1. Planos eléctricos de los circuitos de fuerza e iluminación de la planta baja.



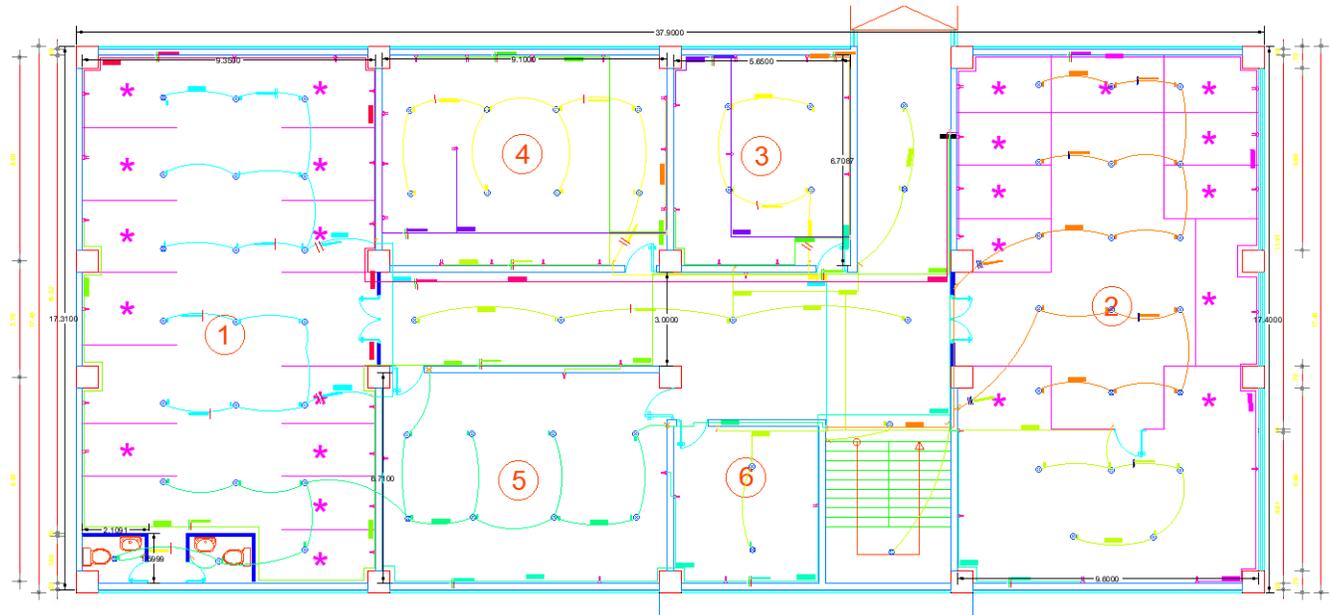
Anexo 2. Planos eléctricos de los circuitos de fuerza e iluminación del primer piso.



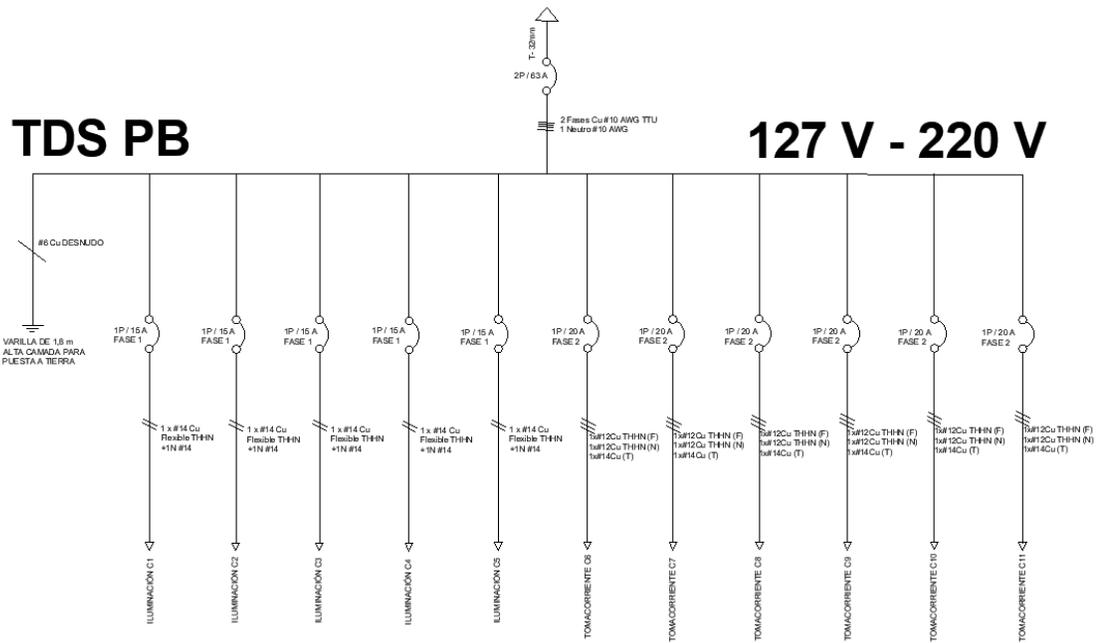
Anexo 3. Planos eléctricos de los circuitos de fuerza e iluminación del segundo piso.



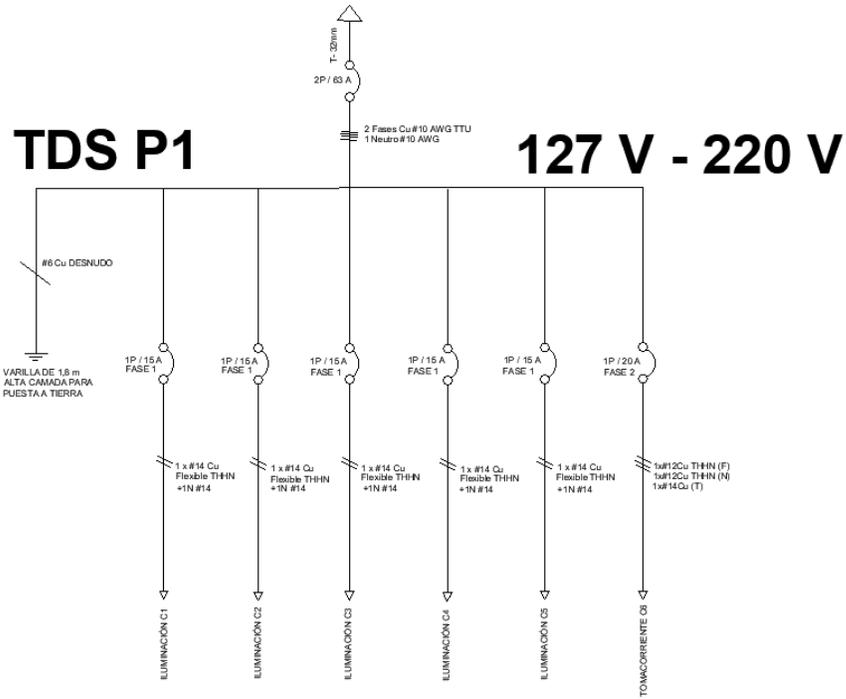
Anexo 4. Planos eléctricos de los circuitos de fuerza e iluminación del tercer piso.



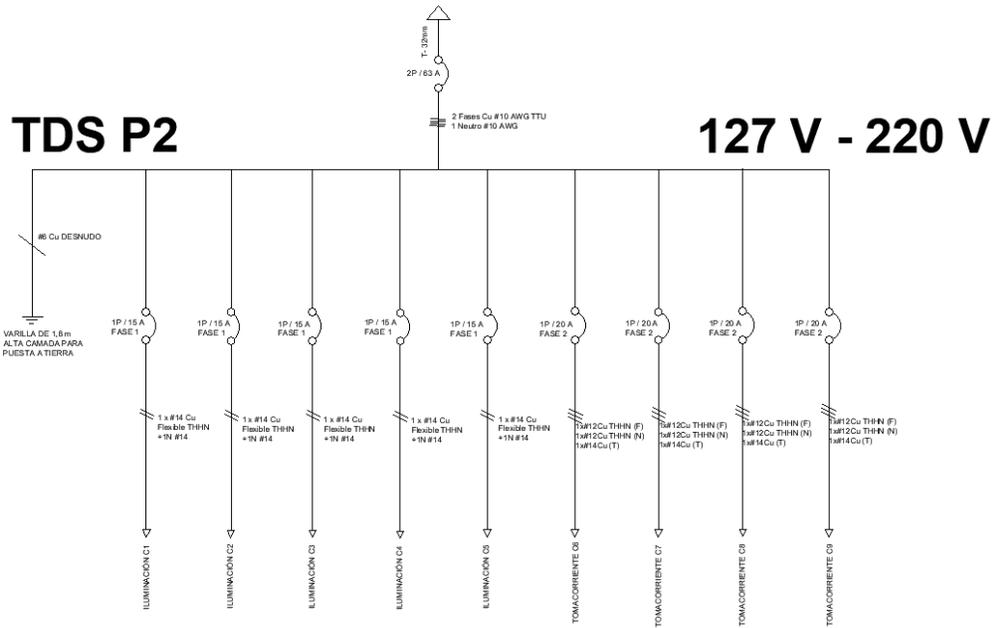
Anexo 5. Planos eléctricos de los circuitos de fuerza e iluminación del cuarto piso.



Anexo 6. Diagrama unifilar de la planta baja.

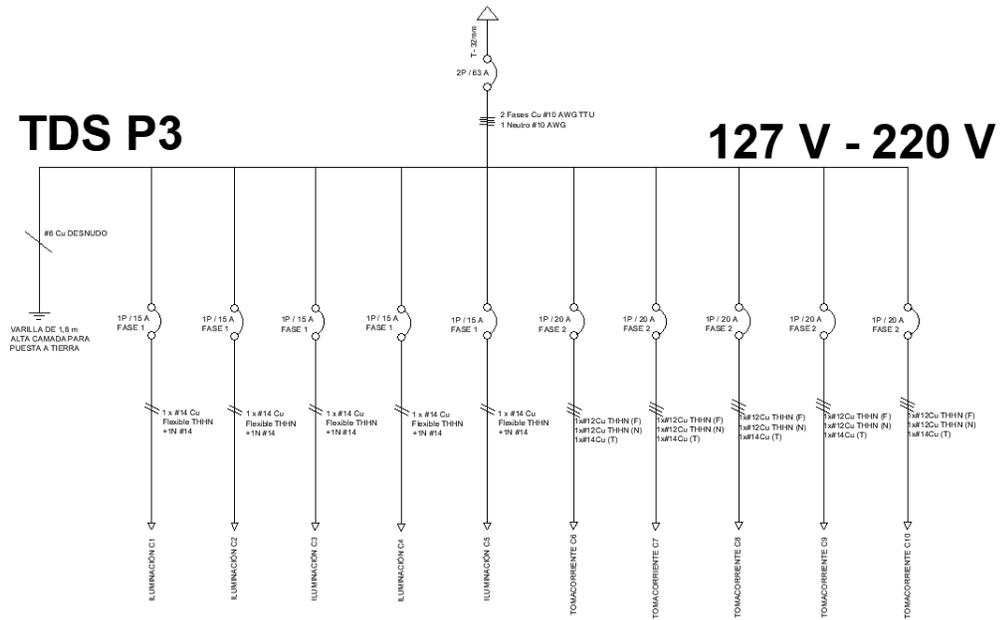


Anexo 7. Diagrama unifilar del primer piso.



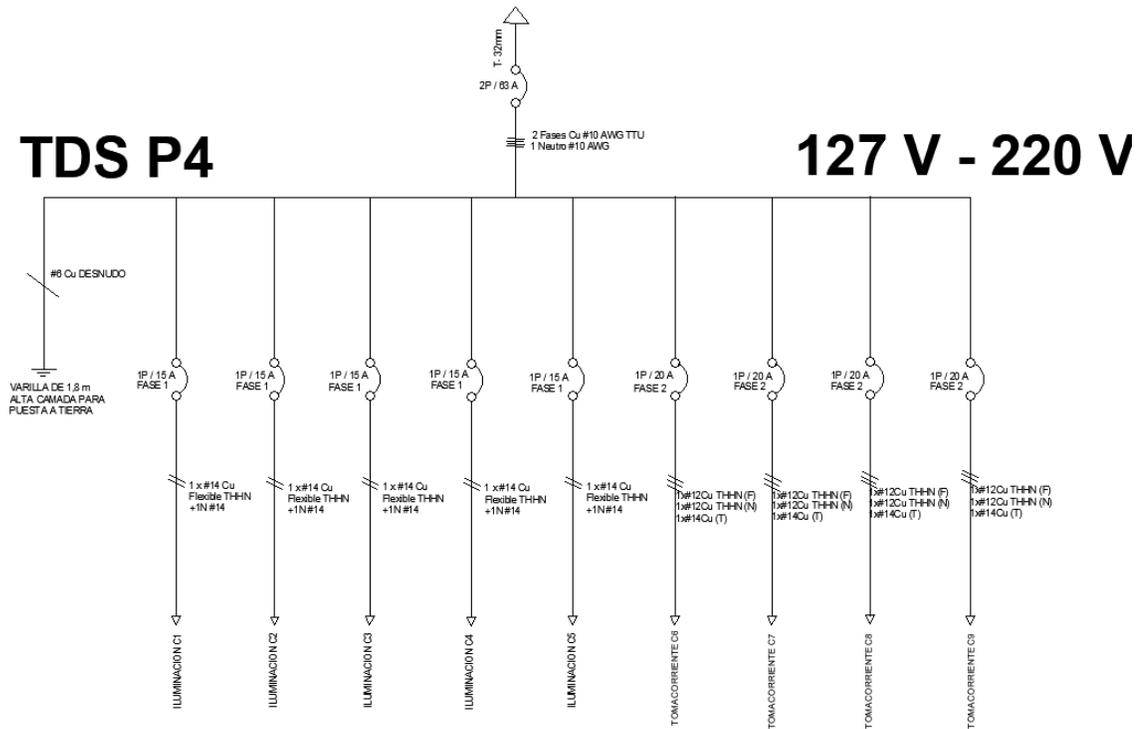
Anexo 8. Diagrama unifilar del segundo piso.

TDS P3



Anexo 8. Diagrama unifilar del tercer piso.

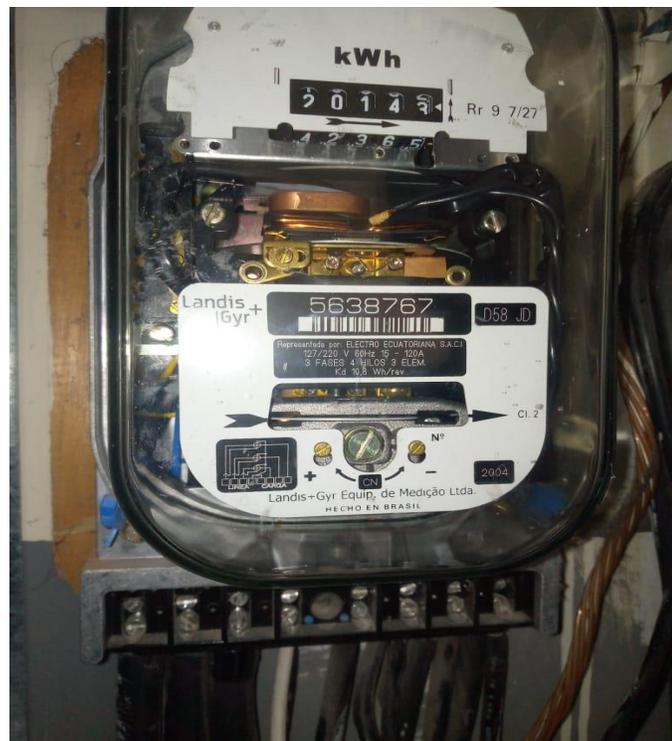
TDS P4



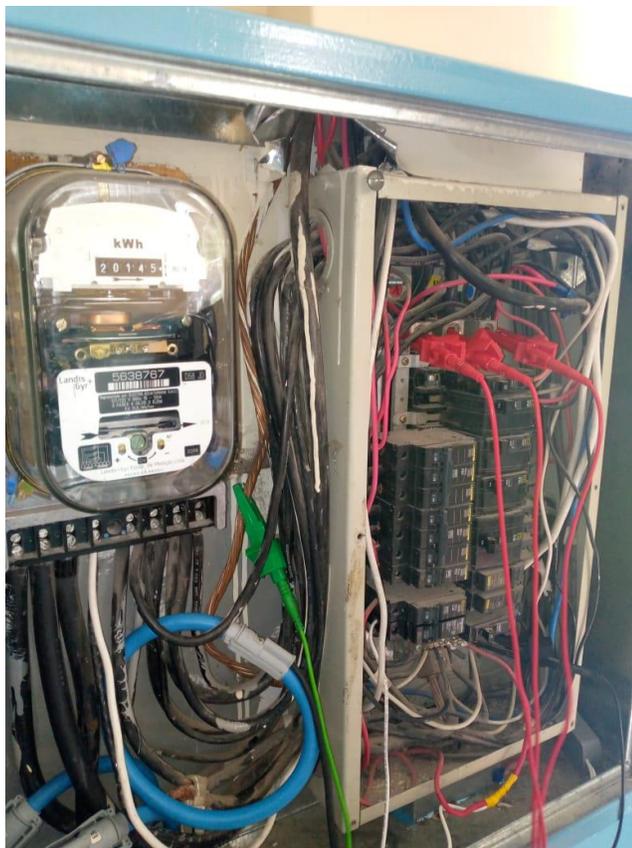
Anexo 8. Diagrama unifilar del cuarto piso.



Anexo 9. Tablero de laboratorio 3



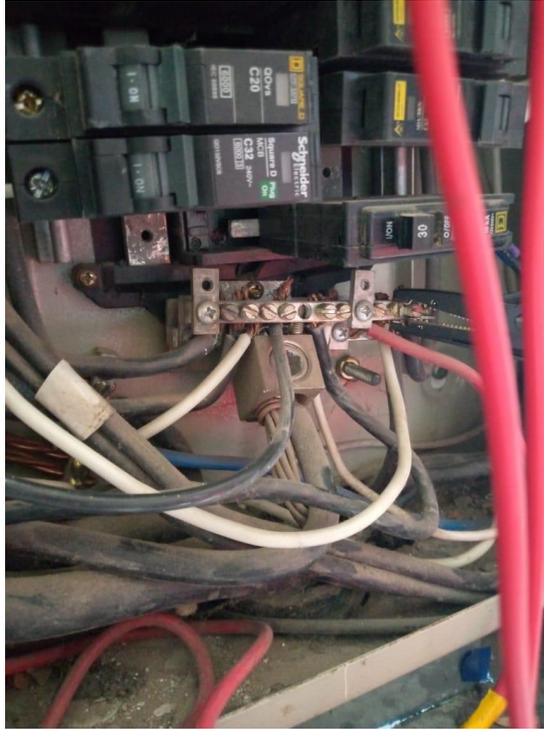
Anexo 10. Medidor eléctrico



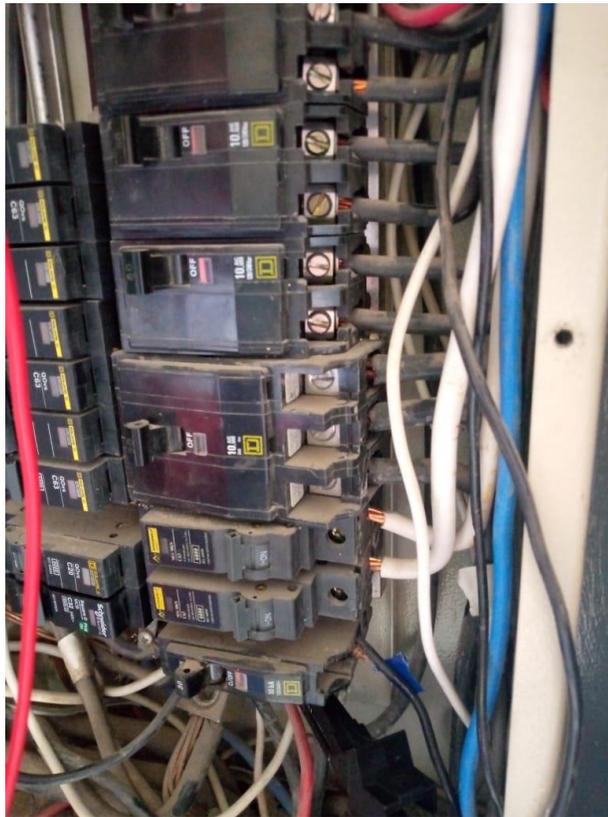
Anexo 11. TDP



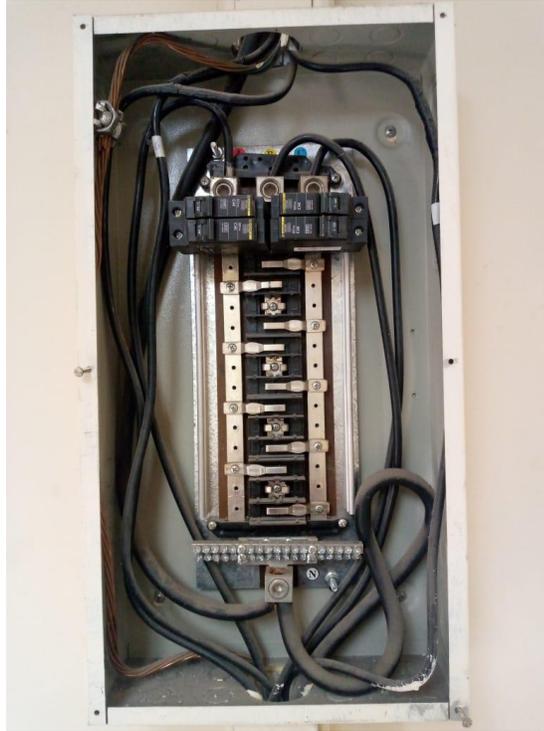
Anexo 12. Configuración del analizador de redes



Anexo 13. Conductores del TDP



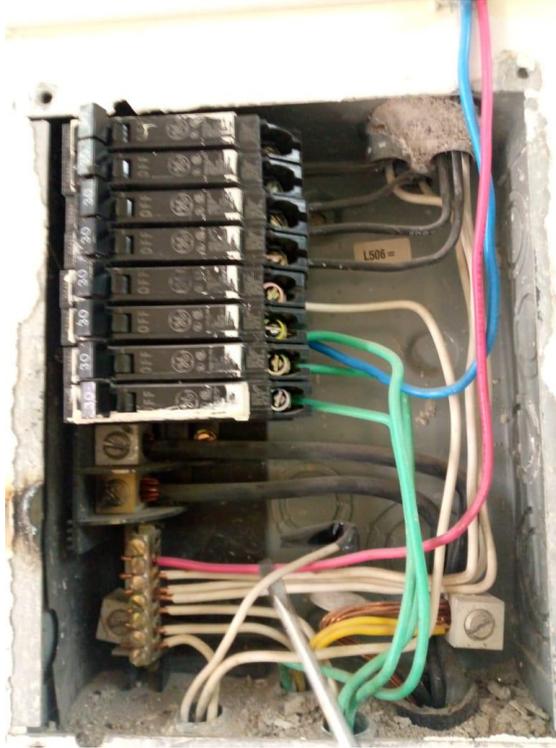
Anexo 14. Protecciones del TDP



Anexo 15. Tablero de distribución secundario 4 piso



Anexo 16. Análisis del tablero de distribución secundario segundo piso



Anexo 17. Tablero de distribución secundario tercer piso



Anexo 18. Análisis del tablero de distribución secundario primer piso



Anexo 19. Interruptor doble, gradas segundo piso



Anexo 20. Tablero de distribución secundario



Anexo 21. Toma de datos con el Luxómetro



Anexo 22. Toma de datos con el Luxómetro