

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultada de Ingeniería en Ciencias Aplicadas
Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico

**REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA UNIDAD
EDUCATIVA FISCOMISIONAL INOCENCIO JÁCOME**

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento
Eléctrico

Autor:

Danny Fernando Díaz González

Director:

Ing. Olger Gilberto Arellano Bastidas MSc.

Ibarra – 2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. 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:	100443578-8		
APELLIDOS Y NOMBRES:	DÍAZ GONZÁLEZ DANNY FERNANDO		
DIRECCIÓN:	SAN ANTONIO DE IBARRA		
EMAIL:	dfdiazg1@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2550668	TELÉFONO MÓVIL:	0989964274

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL INOCENCIO JÁCOME
AUTOR (ES):	DÍAZ GONZÁLEZ DANNY FERNANDO
FECHA: DD/MM/AAAA	06/02/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
ASESOR /DIRECTOR:	ING. ARELLANO BASTIDAS OLGER GILBERTO MSc.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

2. Constancias

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

Ibarra, a los 6 días del mes de febrero de 2024

EL AUTOR:

Díaz González Danny Fernando



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
APLICADAS

CERTIFICADO DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

Yo, Ing. Olger Arellano MSc. en calidad de director de trabajo de titulación del señor estudiante Díaz González Danny Fernando certifico que ha culminado con las normas establecidas para la elaboración del trabajo de investigación titulado: **“REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL INOCENCIO JÁCOME”** para la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico.



Ing. Olger Gilberto Arellano Bastidas MSc.
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo de grado a mi familia por darme siempre su apoyo en todo momento.

A mi madre Sandra González, por motivarme a nunca rendirme a pesar de las dificultades que se me presentaban en el camino.

A mi padre Ramiro Díaz, quien me guio y me aconsejo a tomar buenas decisiones a lo largo de mi vida.

A mi hermana Daithana Díaz, por darme iras, pero a la vez preocuparse por mi bienestar.

A mi hijo Dante Díaz, por darme muchas alegrías y ser ese motor que me impulsaba en mis momentos más difíciles.

Agradecimiento

Quiero agradecer primeramente a Dios por darme vida y permitirme culminar mis estudios universitarios.

A mi familia por transmitirme su sabiduría y valores en el transcurso de mi vida.

A los docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico por brindar sus conocimientos y experiencias.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	XIII
Abstract.....	XIV
Introducción	XV
Contextualización.....	XV
Planteamiento del problema.....	XVI
Objetivo General	XVII
Objetivos Específicos.....	XVII
Justificación	XVII
Alcance.....	XVIII
Capítulo 1	1
1.1 Norma para instalaciones eléctricas	1
1.1.1 Norma Ecuatoriana de la Construcción.....	1
1.1.2 Norma ISO 9001	2
1.1.3 Norma IEC.....	2
1.1.4 Norma NTE INEN 2345	3
1.2 Instalación eléctrica.....	3
1.2.1 Instalación eléctrica residencial.....	3
1.2.2 Instalaciones eléctricas comerciales	3
1.2.3 Voltaje eléctrico	4
1.2.4 Niveles de voltaje.....	4
1.2.5 Estudio de carga eléctrica.....	4
1.2.6 Diseño eléctrico	5
1.2.7 Rediseño eléctrico	5
1.2.8 Circuitos.....	5
1.2.9 Simbología en una instalación eléctrica	7
1.3 Partes de una instalación eléctrica	8
1.3.1 Acometida.....	8
1.3.2 Contador eléctrico	8
1.3.3 Conductores.....	9
1.3.4 Alimentador	11
1.3.5 Panel eléctrico	11
1.4 Componentes de una instalación eléctrica de bajo voltaje.....	12
1.4.1 Protecciones	12
1.4.1.1 Interruptor termomagnético	12
1.4.1.2 Interruptor diferencial.....	13
1.4.2 Interruptor	13

1.4.3	Conmutador.....	14
1.4.4	Tuberías y cajetines.....	14
1.4.5	Tomacorriente.....	15
1.5	Puesta a tierra.....	15
1.5.1	Puesta a tierra en viviendas.....	16
1.5.2	Resistividad del suelo.....	16
1.5.3	Electrodo.....	16
1.5.4	Desventajas de no tener una puesta a tierra.....	16
1.6	Iluminación en instalaciones eléctricas.....	17
1.6.1	Flujo luminoso.....	17
1.6.2	Luminancia o nivel de iluminación.....	18
1.6.3	Tipos de lámparas.....	18
Capítulo 2	20
2.1	Descripción del lugar de estudio.....	20
2.2	Metodología.....	21
2.3	Materiales.....	23
2.3.1	Multímetro.....	23
2.3.2	Luxómetro.....	24
2.3.3	Analizador de red.....	24
2.3.4	AutoCAD.....	25
2.4	Levantamiento de información técnica de las instalaciones eléctricas internas de la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome.....	25
2.4.1	Plano Unifilar.....	25
2.4.2	Plano arquitectónico.....	25
2.4.3	Plano eléctrico.....	25
2.4.4	Red de telecomunicación.....	25
2.4.5	Acometida.....	26
2.4.6	Contador eléctrico.....	26
2.4.7	Ubicación de los tableros eléctricos.....	27
2.4.8	Levantamiento de datos de los tableros eléctricos.....	27
2.4.8.1	Tablero de distribución 1.....	27
2.4.8.2	Tablero de distribución 2.....	28
2.4.8.3	Tablero de distribución 3.....	29
2.4.8.4	Tablero de distribución 4.....	30
2.4.9	Conductores.....	31
2.4.10	Puesta a tierra.....	32

2.4.11	Cuadros de cargas.....	33
2.5	Niveles de iluminación.....	35
2.6	Parámetros eléctricos.....	36
3.2.1	Curva de voltaje.....	36
3.2.2	Curva de corriente.....	38
3.2.3	Curva de potencia.....	39
2.7	Estado actual de las instalaciones eléctricas de la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome.....	40
	Capítulo 3.....	41
3.1	Introducción.....	41
3.2	Rediseño de las instalaciones eléctricas.....	41
3.2.1	Rediseño de iluminación.....	41
3.2.1.1	Software DIALux evo 11.1.....	41
3.2.1.2	Cálculos mediante el software DIALux.....	42
3.2.1.3	Tipo de luminaria.....	43
3.2.1.4	Tablas del rediseño de iluminación.....	44
3.2.1.5	Total de luminarias en el rediseño.....	45
3.2.2	Rediseño de tomacorrientes.....	46
3.2.3	Interruptores.....	47
3.2.4	Conductores en circuitos de iluminación y fuerza.....	47
3.2.5	Cálculo de intensidad de los interruptores termomagnéticos.....	47
3.2.6	Cálculo del número de conductores en tuberías.....	49
3.2.7	Nomenclatura de los tableros eléctricos.....	50
3.2.8	Diseño del tablero principal.....	51
3.2.9	Cuadros de carga de los nuevos tableros de distribución.....	52
3.2.10	Cálculo de la caída de voltaje.....	52
3.2.11	Planos unifilares.....	53
3.2.12	Planos eléctricos.....	53
3.2.13	Red de telecomunicación.....	53
3.2.14	Diseño de la puesta a tierra.....	53
3.2.14.1	Cálculos para el diseño de puesta a tierra.....	54
3.2.14.2	Calibre del conductor para la malla de puesta a tierra.....	56
3.2.14.3	Calibre del conductor de tierra para los tomacorrientes.....	56
3.3	Costo total del rediseño.....	57
3.4	Análisis del rediseño obtenido.....	58
	Conclusiones.....	59

Recomendaciones	60
Referencias.....	61
ANEXOS.....	63
ANEXO A: DIAGNÓSTICO PLANOS UNIFILARES	63
ANEXO B: PLANOS ARQUITECTÓNICOS	67
ANEXO C: DIAGNÓSTICO PLANOS ELÉCTRICOS	69
ANEXO D: DIAGNÓSTICO LÍNEA DE TELECOMUNICACIÓN	73
ANEXO E: DIAGNÓSTICO CUADROS DE CARGA	75
ANEXO F: TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DEL TUBO PVC	79
ANEXO G: REDISEÑO CUADROS DE CARGA	80
ANEXO H: REDISEÑO PLANOS UNIFILARES	84
ANEXO I: REDISEÑO PLANOS ELÉCTRICOS	93
ANEXO J: REDISEÑO LÍNEA DE TELECOMUNICACIÓN	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 Partes que se utiliza según la norma para el diseño de instalaciones eléctricas.....	2
Fig. 1.2 Circuito en paralelo.....	5
Fig. 1.3 Partes de una instalación eléctrica domiciliaria	8
Fig. 1.4 Conductores para instalaciones eléctricas	9
Fig. 1.5 Partes de un panel eléctrico.....	12
Fig. 1.6 Interruptor termomagnético para instalaciones eléctricas.....	13
Fig. 1.7 Interruptor diferencial	13
Fig. 1.8 Conexión del interruptor simple.....	14
Fig. 1.9 Conexión del conmutador doble.....	14
Fig. 1.10 Conexión del tomacorriente doble	15
Fig. 1.11 Partes de una lampara incandescente.....	18
Fig. 1.12 Modelos de lámparas fluorescentes.....	19
Fig. 1.13 Lampara led.....	19
Fig. 2.1 Establecimiento de la Unidad Educativa Inocencio Jácome.....	20
Fig. 2.2 Diagrama de flujos de la metodología.....	22
Fig. 2.3 Multímetro	23
Fig. 2.4 Luxómetro	24
Fig. 2.5 Analizador de red.....	24
Fig. 2.6 Acometida del establecimiento.....	26
Fig. 2.7 Contador eléctrico del establecimiento	26
Fig. 2.8 Tablero de distribución 1	28
Fig. 2.9 Tablero de distribución 2	29
Fig. 2.10 Tablero de distribución 3	30
Fig. 2.11 Tablero de distribución 4	31
Fig. 2.12 Estado de los conductores del establecimiento.....	32
Fig. 2.13 Conductor de puesta a tierra	32
Fig. 2.14 Tomacorriente sin conexión a tierra	33
Fig. 2.15 Toma de datos para los cuadros de carga	33
Fig. 2.16 Cuadro de carga de tomacorrientes del tablero de distribución 1	34
Fig. 2.17 Cuadro de carga de iluminación del tablero de distribución 1.....	34
Fig. 2.18 Toma de datos de los baños de estudiantes con el luxómetro	35
Fig. 2.19 Espectro de voltaje.....	37
Fig. 2.20 Espectro de corriente	38
Fig. 2.21 Espectro de potencia aparente.....	39

Fig. 3.1 Simulación del aula de quinto grado en DIALux	42
Fig. 3.2 Resultados de simulación del aula de quinto grado.....	42
Fig. 3.3 Luminaria modelo Sylvania C10-R625X625 LED 5000 8403XSU.....	43
Fig. 3.4 Nomenclatura de los tableros	50
Fig. 3.5 Cuadro de carga del tablero de distribución 1.....	52
Fig. 3.6 Medición de la resistencia del suelo	54
Fig. 3.7 Diseño de la malla de puesta a tierra	55
Fig. 3.8 Calibre del conductor de tierra para los tomacorrientes.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 Niveles de voltaje en el Ecuador	4
TABLA 1.2 Simbología Eléctrica.....	7
TABLA 1.3 Área de los conductores con calibre AWG	9
TABLA 1.4 Tipos de aislamiento de conductores eléctricos	10
TABLA 1.5 Relación del calibre del conductor de puesta a tierra con el calibre de la acometida	11
TABLA 1.6 Efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo	17
TABLA 1.7 Niveles de iluminación según su recinto.....	17
TABLA 2.1 Ubicación de los tableros eléctricos del establecimiento	27
TABLA 2.2 Nivel de iluminación del establecimiento	35
TABLA 2.3 Valores picos de voltaje	37
TABLA 2.4 Valores picos de corriente	38
TABLA 2.5 Valores picos de potencia total aparente	39
TABLA 2.6 Diagnostico del establecimiento	40
TABLA 3.1 Características de la luminaria	43
TABLA 3.2 Diseño de iluminación del primer piso.....	44
TABLA 3.3 Diseño de iluminación del segundo piso.....	44
TABLA 3.4 Total de luminarias para el rediseño.....	45
TABLA 3.5 Diseño de tomacorrientes del primer piso	46
TABLA 3.6 Diseño de tomacorrientes del segundo piso	46
TABLA 3.7 Protecciones para los circuitos	48
TABLA 3.8 Sección transversal de conductores	49
TABLA 3.9 Factor de relleno para conductores	49
TABLA 3.10 Etiqueta de los tableros de distribución	51
TABLA 3.11 Diseño del tablero principal.....	51
TABLA 3.12 Datos de la medición del suelo.....	54
TABLA 3.13 Costo del rediseño.....	57

Resumen

Cuando se aborda el tema de instalaciones eléctricas, se hace referencia a una serie de procedimientos necesarios para lograr un propósito particular. Sin embargo, antes de llevar a cabo dichos procedimientos, es esencial realizar un análisis en el que se identifican las propiedades de los componentes, la configuración y dimensionamiento de las instalaciones eléctricas, así como los aspectos relacionados con su funcionamiento, seguridad y aspecto visual. Este proceso se conoce como el diseño de la instalación eléctrica. La Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome fue fundada en 1946, desde su creación hasta la actualidad se realizaron modificaciones en las instalaciones eléctricas sin una planificación adecuada. El presente trabajo de grado propone una revisión y rediseño de las instalaciones eléctricas internas del centro educativo, para llevar a cabo este proceso, se realizó el diagnóstico de las instalaciones eléctricas mediante visitas técnicas para reconocer su estructura, la ubicación de los componentes eléctricos y el estado en que se encuentran, para la actualización de planos eléctricos y unifilares del establecimiento, este análisis y la obtención de datos permitió identificar las partes de los circuitos que presenten problemas. Para el rediseño de las instalaciones eléctricas internas se elaboró siguiendo la normativa vigente que es la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2018, la cual garantiza una instalación sólida y duradera, aumentando la seguridad de todos los que hagan uso de las mismas. En el rediseño se realizó el cálculo y selección de las nuevas luminarias del plantel educativo mediante un diseño en DIALUX para reducir el consumo eléctrico del establecimiento con el cambio de luminarias a tipo led, los tomacorrientes se distribuyeron según las cargas actuales que tiene la escuela, se proyectó un tablero general y varios tableros de distribución, un correcto dimensionamiento del cableado de los circuitos de iluminación y fuerza, sus protecciones adecuadas, los nuevos planos eléctricos y unifilares diseñados en AutoCAD y su diseño de puesta a tierra.

Palabras clave: Rediseño eléctrico, planos eléctricos, normas de instalaciones eléctricas, puesta a tierra.

Abstract

When the topic of electrical installations is addressed, reference is made to a series of procedures necessary to achieve a particular purpose. However, before carrying out these procedures, it is essential to carry out an analysis in which the properties of the components, the configuration and sizing of electrical installations, as well as aspects related to its operation, safety and visual appearance are identified. This process is known as the design of the electrical installation. The Inocencio Jácome Fiscomisional Educational Unit was founded in 1946. Since its creation until today, modifications were made to the electrical installations without adequate planning. This degree project proposes a review and redesign of the internal electrical installations of the educational center. To carry out this process, it began by carrying out a diagnosis of the electrical installations through technical visits to identify its structure, the location of the electrical components and their state in which they are, for the creation of electrical and single-line plans of the establishment, this analysis and the obtaining of data made it possible to identify the areas where problems arise. For the redesign of the internal electrical installations, it was developed following the current regulations, which is the Ecuadorian Construction Standard 2018, which guarantees a risk-free installation, increasing safety for employees, teachers and students who use the electrical installation. In the redesign, the calculation and selection of the new luminaires of the educational establishment was carried out through a design in DIALUX to reduce the electrical consumption of the establishment with the change of luminaires to LED type, the outlets were distributed according to the current loads that the school has, A general panel and several distribution panels were placed, a correct sizing of the wiring of the lighting and power circuits, their adequate protections, the new electrical and single-line plans designed in AutoCAD and their grounding design.

Keywords: Electrical redesign, electrical plans, electrical installation standards, grounding.

Introducción

Contextualización

Las personas utilizamos todo el tiempo la energía eléctrica y con el pasar del tiempo se ha tratado de producir electricidad de calidad y económica para abastecer las necesidades de las personas debido a que un país que va creciendo va requiriendo más electricidad para su diario vivir, por causa de la incorporación de nuevas cargas que requieren los abonados, sea en el sector público o industrial, y para hacer uso de dicha energía es necesario de adquirir una adecuada instalación eléctrica. (Pumisacho, 2019).

Al hablar sobre instalaciones eléctricas, se refiere a varios procesos que se deben efectuar para un fin específico, pero antes se deben realizar un estudio en el cual se determinan las características de los elementos, el arreglo de la instalación eléctrica y los aspectos funcionales y de estética, a esto se lo denomina como diseño de la instalación eléctrica, no obstante se debe de tomar en cuenta el tipo de instalación requerido sea residencial, comercial o industrial, estas tendrán características distintas y por lo tanto se tomaran diferentes criterios para cumplir con las normas de instalaciones eléctricas. (Anrrango, 2020).

Cabe mencionar que no todas las instalaciones son seguidas por las normas y es ahí en donde se encuentran por lo general fallas en las instalaciones eléctricas, estos inconveniente suelen darse por la falta de conocimiento acerca de las normas de diseño e instalación, por esta razón con el pasar del tiempo las instalaciones se van degradando rápidamente por factores como mal sobredimensionamiento de los conductores o a la vez incorporando equipos o aparatos de mala calidad, causando una amenaza hacia las personas debido a que puede producir un cortocircuito, provocando así un incendio dentro de la vivienda. (Proenergía, 2011).

Dentro de las instalaciones eléctricas residenciales o industriales, se tienen equipos y aparatos eléctricos que deben poseer diferentes métodos de protección contra los riesgos eléctricos, sin embargo, si estos métodos son fiables, no es conveniente para una seguridad total del trabajador. Para ejecutar maniobras y trabajos en instalaciones o equipos eléctricos, se deben seguir algunas técnicas y normas de seguridad para evitar los riesgos eléctricos. (Calvo, 2016).

En la actualidad, existen diferentes normas o códigos eléctricos en el mundo, con el objetivo de proporcionar una serie de pautas confiables, relacionado al diseño y manipulación de la electricidad para obtener una mayor seguridad. (Schneider Electric, 2008).

El NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) es el más empleado en todo el territorio nacional, el cual con el pasar del tiempo ha sido mejorado con la finalidad de procurar la excelencia en el área. Esta norma busca disminuir o suprimir los peligros provenientes de la electricidad, al brindar una mayor seguridad a las edificaciones y personas con especificaciones técnicas y condiciones que se debe seguir al momento de realizar el diseño y la ejecución de la instalación eléctrica. (NEC, 2018).

En los centros de educación, cuando poseen diferentes equipos que demandan energía eléctrica en tiempos definidos para proseguir con normalidad sus funciones laborales y actividades, es necesario ampliar su sistema eléctrico, para suministrar eficientemente la alimentación requerida para los nuevos equipos que se desean instalar y así evitar desbalance de cargas. (Torroglosa, 2015).

Planteamiento del problema

La Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome, se encuentra brindando su servicio por más de 70 años y cuenta con dos pisos. En el paso de esos años han existido varias adecuaciones de las aulas, instalaciones eléctricas e iluminación, para tener un mayor número de estudiantes en las aulas.

La Unidad Educativa no poseen los planos eléctricos actualizados con los cambios realizados en estos últimos años, lo cual genera inconvenientes al no saber cómo se está distribuyendo los circuitos y además de cuantos circuitos pueden existir en la instalación, estos pueden encontrarse visualmente desordenados. Debido a esto no pueden realizar un mantenimiento adecuado de todos los elementos existentes del establecimiento.

Al realizar cambios en las instalaciones eléctricas para el aumento de equipos sin un estudio pertinente puede generar una sobrecarga del circuito, provocando un peligro para las personas que se encuentren en ese lugar debido a que se calienta el conductor afectando el aislamiento y esto puede generar un incendio. (Anrrango, 2020)

Las edificaciones o viviendas que poseen un mal diseño de las instalaciones, por lo general tienden a tener un consumo eléctrico elevado, causando un gasto económico mayor a las personas a la hora de pagar el recibo de luz.

En las áreas de trabajo como aulas, laboratorios u oficinas, al poseer una iluminación inadecuada por falta de un estudio puede originar varias consecuencias como daño a la vista, fatiga ocular, estrés y accidentes. Todo esto se debe a que no cumplen con la cantidad de luxes que requieren los lugares antes mencionados.

Objetivo General

Rediseñar las instalaciones eléctricas mediante un diagnóstico del sistema eléctrico y basado en la normativa vigente para la disminución del consumo eléctrico de la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome.

Objetivos Específicos

1. Describir los parámetros de las instalaciones eléctricas en bajo voltaje y la normativa que aplica para su elaboración.
2. Diagnosticar el estado de las instalaciones eléctricas del establecimiento.
3. Realizar el rediseño de las instalaciones eléctricas del establecimiento.

Justificación

La Unidad Educativa es una institución católica que tiene como misión la de formar seres humanos integrales mediante una educación de calidad y en el modelo Pedagógico Humanista, para que sean sujetos de cambio con un proyecto de acción para la vida.

Según la norma ISO 9001, en la sección de apoyo en el punto 7.1.3 de infraestructura menciona que, "La organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para la operación de sus procesos y lograr la conformidad de los productos y servicios." (ISO 9001, 2015)

Para evitar los inconvenientes causados por la mala práctica o desconocimiento del personal acerca de una buena instalación eléctrica la cual brinde seguridad y confiabilidad, se opta por efectuar un rediseño de las instalaciones eléctricas siguiendo la norma vigente. (León, 2014)

El rediseño de las instalaciones eléctricas de la unidad educativa ofrecerá una mayor seguridad hacia los estudiantes y docentes debido a que el rediseño estará realizado con la norma vigente, la cual busca prevenir, minimizar o eliminar el riesgo eléctrico y disminuir el

consumo eléctrico de la instalación eléctrica lo cual generará un ahorro económico para el establecimiento, de este modo los estudiantes, docentes y la institución saldrán beneficiados por la realización de este trabajo de grado.

Alcance

El siguiente trabajo de grado, está basado en realizar un rediseño de las instalaciones eléctricas en la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome, que se encuentra ubicado en San Antonio de Ibarra.

El rediseño está enfocado en la parte de la escuela, lo que incluye aulas, oficinas, baños, bodegas y laboratorios. Se ejecutará siguiendo la norma nacional (NEC) del tipo residencial, las cuales se estudiarán y analizarán para efectuar el rediseño. Se realizará un análisis del estado actual de la instalación eléctrica partiendo desde la acometida hacia las instalaciones y circuitos eléctricos de la escuela, para establecer los circuitos existentes y a la vez los problemas que se presenten como instalaciones incorrectas, mal dimensionamiento del conductor, protecciones inadecuadas y el estado de la puesta a tierra.

Una vez finalizado el análisis que se realizará, se procederá a rediseñar las instalaciones eléctricas y así obtener los nuevos planos eléctricos de cada área mediante el uso del software (AutoCAD) y con el software (DIALux evo) se procederá a diseñar la iluminación de interiores y exteriores, con el fin de determinar las luminarias indicadas para la Unidad Educativa.

Se llevará a cabo una comparación de las cargas actuales y del rediseño para comparar y reflejar puntos de ahorro energéticos. Para concluir se presentará adicionalmente el presupuesto enfocado al rediseño.

Capítulo 1

Descripción de los componentes de las instalaciones eléctricas y su normativa

En el apartado siguiente se presenta la base teórica de los parámetros principales que abarca la electricidad e iluminación, además de las partes y características de las instalaciones eléctricas en bajo voltaje, así como la normativa que rige en el país para su elaboración.

1.1 Norma para instalaciones eléctricas

Las normas varían dependiendo del país donde se crean y en su mayoría son ligeramente modificados para poder acoplarse a las necesidades y sistemas eléctricos diferentes en cada país.

Las normas que rigen en cada país para la realización de diseños eléctricos van variando de acuerdo con varios factores como el tipo de instalación si es residencial, comercial o industrial.

1.1.1 Norma Ecuatoriana de la Construcción

La normativa aplicada a las instalaciones eléctricas de bajo voltaje se rige por las normas NEC - 2018. Cumplir con estas normas asegura que la instalación esté libre de riesgos, mejorando la seguridad de quienes utilizan dicha instalación. Estas normas establecen condiciones de seguridad que deben cumplirse en las instalaciones de bajo voltaje, garantizando así un entorno eléctrico seguro. (NEC, 2018)

Tiene como finalidad establecer las especificaciones técnicas y requisitos mínimos que deben cumplirse en el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas interiores para uso residencial.



Fig. 1.1 Partes que se utiliza según la norma para el diseño de instalaciones eléctricas

Fuente: (Autor, 2023).

En la figura 1.1, se indica las partes de la normativa más importantes que se emplea para el diseño de las instalaciones eléctricas de bajo voltaje.

1.1.2 Norma ISO 9001

La norma ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). Además, se encarga de establecer un marco de trabajo para obtener los objetivos energéticos de una organización. (ISO, 2015)

La norma ISO determinan los requisitos para mantener un servicio o producto en óptima calidad, por otro parte, también indica cuales son las unidades de medida que debe usar el NEC.

1.1.3 Norma IEC

La comisión electrónica internacional es una organización que trabaja en conjunto con las normas ISO, son los encargados de normalizar las diferentes áreas o campos de la electricidad como los son la electrónica y tecnologías similares. (IEC, 2017)

La simbología que se tiene presente en los planos eléctricos y en diagramas unifilares de acuerdo con el NEC la mayor parte es referenciada de las normas IEC 60617 en la que se puede encontrar los símbolos gráficos para esquemas.

1.1.4 Norma NTE INEN 2345

Esta norma de seguridad para los alambres y cables, establece los requisitos para alambres y cables monoconductores (conductores unipolares) con aislamiento termoplástico para 600 V, que se utilizan en instalaciones eléctricas. (INEN, 2015)

La función de la norma INEN es asegurar el cumplimiento de las normas técnicas obligatorias, que tienen como objetivo principal la protección a los consumidores.

1.2 Instalación eléctrica

La instalación eléctrica se define como el conjunto de componentes que posibilitan el transporte y la distribución de la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los dispositivos que la emplean. Este conjunto abarca una variedad de elementos, como tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos sensores, dispositivos de control tanto locales como remotos, cables, conexiones, contactos, canalizaciones y soportes. (Escandón, 2018)

Una instalación eléctrica debe distribuir la energía eléctrica a los equipos conectados de una manera segura y eficiente, además, debe ser económica, flexible y de fácil acceso.

1.2.1 Instalación eléctrica residencial

Una instalación eléctrica residencial se designa como un conjunto de construcciones e instalaciones diseñadas para llevar la electricidad a todos los dispositivos eléctricos de una vivienda o habitación. Estas instalaciones están destinadas al uso diario de electrodomésticos como lámparas, grabadoras, equipos de sonido, planchas, televisores, computadoras, entre otros. Comúnmente, se emplea un sistema eléctrico monofásico o bifásico para su funcionamiento.

1.2.2 Instalaciones eléctricas comerciales

Las instalaciones eléctricas comerciales demandan características específicas para garantizar su operatividad, destacando la importancia de la iluminación y la conexión de equipos esenciales como el aire acondicionado. Además, es crucial asegurar un rendimiento óptimo. En este contexto, es común emplear sistemas eléctricos bifásicos o trifásicos con el objetivo de distribuir la carga de manera equitativa entre los cables, contribuyendo así a un funcionamiento más eficiente. (Encinas, 2019)

Las instalaciones deben de realizarse siguiendo las normas de cada país para garantizar la seguridad de las personas, animales y bienes contra los riesgos que puede resultar de la utilización de las instalaciones eléctricas.

1.2.3 Voltaje eléctrico

Queijo (2020) señala que el voltaje eléctrico es la encargada de realizar el trabajo requerido para producir el movimiento de una carga eléctrica a lo largo de un conductor de un circuito cerrado. Se mide en voltios y es representado por la letra (V).

La energía eléctrica se utiliza para perfeccionar la calidad de vida del ser humano, se aprovecha en distintos usos como: iluminación, funcionamiento de electrodomésticos, obtener calor y frío, entre otros.

1.2.4 Niveles de voltaje

Según la regulación del ARCERNNR – 002/20; menciona los niveles de voltaje que se reflejan en la Tabla 1.1, donde se señalan los voltajes vigentes en el país (Rangos en Ecuador). (ARCERNNR, 2020)

TABLA 1.1 Niveles de voltaje en el Ecuador

Niveles de Voltaje (Rangos en Ecuador)	
Bajo voltaje	Voltaje inferior o igual a 0,6 kV
Medio voltaje	Voltaje mayor a 0,6 kV e inferior o igual a 40 kV
Alto voltaje grupo 1	Voltaje mayor a 40 kV e inferior o igual a 138 kV
Alto voltaje grupo 2	Voltaje mayor a 138 kV

Fuente: Adaptado de (ARCERNNR, 2020)

En el Ecuador se emplea una frecuencia de 60 Hz y las instalaciones eléctricas son alimentadas por la red de bajo voltaje con niveles permisibles en transformadores monofásicos (120V / 240V) y en transformadores trifásicos (127V / 220V).

1.2.5 Estudio de carga eléctrica

A través de este estudio, es posible analizar la distribución de la carga en cada nivel que se examina, permitiendo dimensionar nuevas cargas y verificar la capacidad del sistema

eléctrico. Además, se busca lograr una distribución eficiente de las cargas y un factor de potencia que cumpla con las especificaciones establecidas por la empresa proveedora del servicio, con el objetivo de lograr un ahorro energético. (Moreno, Zubiaurre, & Miralles, 2018)

1.2.6 Diseño eléctrico

Un diseño eléctrico es la parte inicial de un proyecto, este proyecto debe detallar el sistema eléctrico en general y la ubicación de los componentes como: iluminación, fuerza, cableado, entre otros. Esto se realiza tomando en cuenta el levantamiento de datos que facilite la elaboración del nuevo diseño eléctrico.

1.2.7 Rediseño eléctrico

El rediseño eléctrico está enfocado en actualizar el diseño eléctrico existente, este rediseño debe estar elaborado con todos los criterios técnicos, normas y códigos de seguridad para cumplir con el objetivo de tener un sistema eléctrico eficiente enfocado en el ahorro de energía.

1.2.8 Circuitos

Por lo general se suele utilizar circuitos en paralelo en instalaciones eléctricas residenciales, comerciales e industriales, su importancia radica en que al desconectar una carga no altera el funcionamiento del circuito restante.

En el Figura 1.2, se muestra un circuito en conexión paralelo, en donde la corriente en las resistencias va a ser diferentes, mientras que el voltaje es el mismo.

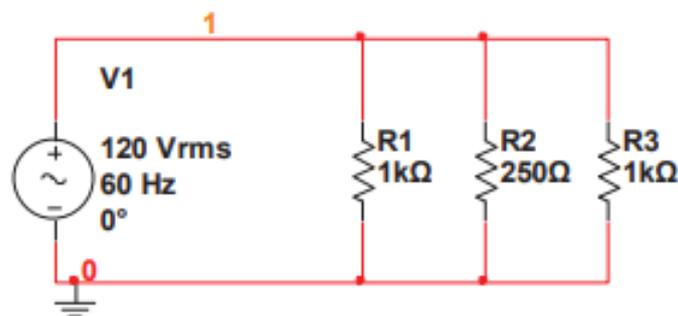


Fig. 1.2 Circuito en paralelo

Fuente: (Arboledas, 2018)

Según, NEC (2018) sugiere que la vivienda debe disponer de circuitos independientes de iluminación, tomacorrientes y cargas especiales con las siguientes características:

- Los conductores de alimentadores y circuitos deben dimensionarse para soportar una corriente no menor a 125 % de la corriente de carga máxima a servir.
- Cada circuito debe disponer de su propio neutro o conductor conectado a tierra.
- Cada circuito debe disponer de su propia protección.
- Ningún circuito debe compartir servicios entre plantas o niveles diferentes de la vivienda.

1.2.8.1 Circuitos de iluminación

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)

La parte esencial de la instalación eléctrica es el circuito de iluminación, ya que posibilita la iluminación de todas las áreas de la vivienda mediante lámparas que se alimentan de corriente eléctrica, la cual fluye a través de cada punto de iluminación.

1.2.8.2 Circuitos de tomacorriente

Los circuitos de tomacorrientes deben ser diseñados considerando salidas polarizadas (fase, neutro y tierra) para soportar una capacidad máxima de 20 amperios de carga por circuito y no exceder de 10 salidas. (NEC, 2018)

Contar con enchufes es crucial, ya que proporcionan acceso a la corriente eléctrica para cualquier dispositivo o aparato que requiera este tipo de conexión. Por lo general, se recomienda que este circuito sea independiente del circuito de iluminación.

1.2.8.3 Circuitos de cargas especiales

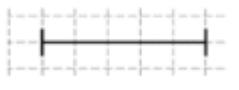
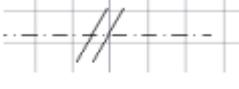
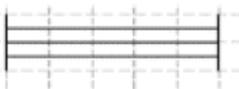
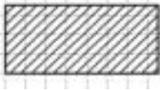
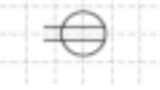
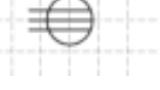
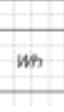
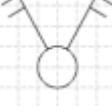
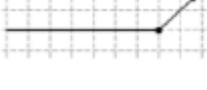
Encinas (2019) indica que, cada vivienda está obligada a poseer un circuito exclusivo destinado a la cocina eléctrica, siguiendo los parámetros técnicos establecidos. Asimismo, se establece como requisito obligatorio que los baños que incluyan una ducha deben contar con un circuito exclusivo para la calefacción del agua.

Se consideran aquellas cargas fijas que necesitan un circuito exclusivo y cuya potencia instalada excede 1,5 kilovatios. (NEC, 2018)

1.2.9 Simbología en una instalación eléctrica

La simbología que se expone a continuación contiene los símbolos utilizados en diseños de instalaciones eléctricas interiores, de acuerdo a la Norma IEC 60617, indicados en la tabla 1.2. (NEC, 2018)

TABLA 1.2 Simbología Eléctrica

Descripción	Símbolo	Descripción	Símbolo
Circuito de iluminación		Punto de luz	
Circuito de tomacorrientes		Lampara fluorescente sencilla	
Circuito de interruptores		Lampara fluorescente triple	
Tablero de distribución principal		Interruptor simple	
Tablero de distribución secundario		Interruptor doble	
Tomacorriente doble monofásico		Interruptor triple	
Tomacorriente trifásico		Conmutador simple	
Contador de energía eléctrica		Conmutador doble	
Alimentación hacia arriba		Sirena	
Alimentación hacia abajo		Interruptor termomagnético	
Conexión de puesta a tierra		Transformador en general	

Fuente: Adaptado de (NEC, 2018)

1.3 Partes de una instalación eléctrica

Las partes de una instalación eléctrica en el estudio de un sistema eléctrico debe ser práctico y de fácil entendimiento, se dividen en: acometida, contador eléctrico, conductores, panel eléctrico general y paneles de distribución, así como se puede apreciar en la figura. 1.3.

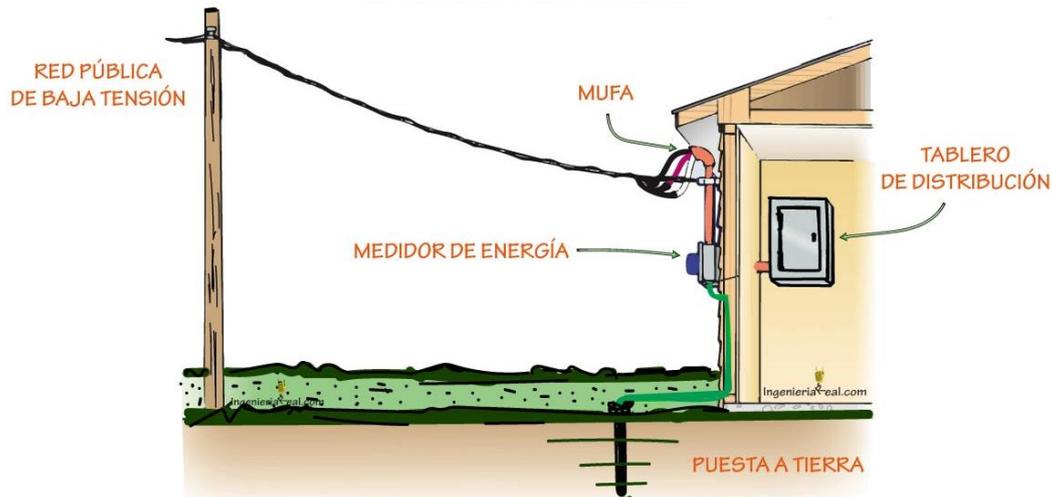


Fig. 1.3 Partes de una instalación eléctrica domiciliar

Fuente: (IngenieriaReal, 2018)

1.3.1 Acometida

Es la conexión que existe entre la red de bajo voltaje que suministra la empresa propietaria del servicio, en este caso la Empresa Eléctrica Regional Norte S.A. (EMELNORTE) y la vivienda que solicita el servicio de energía eléctrica. Para la instalación de acometida se puede realizar en forma aérea o subterránea. (Moreno, Zubiaurre, & Miralles, 2018)

La elección del grosor del conductor para la conexión debe cumplir con el calibre mínimo recomendado por la compañía que provee el servicio eléctrico. En el caso de conductores de cobre, este calibre no debe ser inferior a 8 AWG, mientras que, para conductores de aluminio, se debe garantizar un calibre no menor a 6 AWG, o seguir las especificaciones establecidas por la empresa eléctrica local correspondiente. (NEC, 2018)

1.3.2 Contador eléctrico

Dispositivo que mide el consumo de energía eléctrica que entrega la empresa de servicios eléctricos, en este caso la Empresa Eléctrica Regional Norte S.A. (EMELNORTE), existen contadores eléctricos electromecánicos y electrónicos. (Giménez, 2019)

La instalación eléctrica de bajo voltaje empieza después del medidor de energía eléctrica.

1.3.3 Conductores

Los conductores son elementos que facilitan el flujo de energía eléctrica hasta el punto de consumo. Hay varios tipos de conductores, como se ilustra en la figura 1.4, cada uno desempeñando funciones específicas en las instalaciones eléctricas debido a sus características particulares.



Fig. 1.4 Conductores para instalaciones eléctricas

Fuente: (Pinto, 2020)

Estos conductores a veces atraviesan distancias significativas, lo que puede resultar en pérdidas o caídas de voltaje. Para evitar estas caídas frecuentes de voltaje, es esencial tener en cuenta la resistividad mínima del conductor, el material (ya sea cobre o aluminio) y el calibre del conductor al seleccionarlo, con el objetivo de reducir las pérdidas durante el transporte de energía. En la elección del conductor, es crucial considerar parámetros mecánicos, físicos y químicos para garantizar un rendimiento óptimo. (González, 2022)

➤ Normas para los conductores

Los calibres de los conductores deben estar expresados en el sistema AWG (American Wire Gauge), MCM o milímetros cuadrados. Se especifica el número de cable, diámetro y capacidad de conducción para su aplicación. (NEC, 2018)

TABLA 1.3 Área de los conductores con calibre AWG

Calibre (AWG)	Area (mm ²)
14	2.08
12	3.31
10	5.27
8	8.35
6	13.30
4	21.20
2	33.60
1/0	53.5
2/0	67.4
4/0	107

Fuente: Adaptado de (Román, 2019)

Como se puede observar en la tabla 1.3, se encuentra los diferentes calibres para una instalación eléctrica y la NEC mencionaba que el calibre del conductor para iluminación debe ser No.14 AWG, circuitos de fuerza será No.12 AWG y en circuitos de cargas especiales se utiliza el No. 10 AWG.

Según el NEC (2018) señala que se debe utilizar un código de colores para la identificación de los cables a la hora de una instalación eléctrica.

- Conductor fase: Rojo, azul, negro, amarillo.
- Conductor neutro: Blanco.
- Conductor tierra: Verde, verde con franja amarilla.

➤ **Aislamiento de conductores**

Según la normativa vigente NTE INEN 2345 - 15 el aislamiento de un conductor se cambia dependiendo del uso o aplicación en sistemas eléctricos. Los aislamientos deben poseer una alta resistencia eléctrica, como modelo se considera el material termoplástico y los polímeros.

TABLA 1.4 Tipos de aislamiento de conductores eléctricos

Termoplástico		Polímero	
Aislante	Temperatura máxima (°C)	Aislante	Temperatura máxima (°C)
TW	60 °C en ambiente seco y húmedo.	RW	90 °C, caucho resistente al calor y humedad.
THW	75 °C en ambiente seco y húmedo.	RHW	75 °C, para ambiente seco y húmedo.
THHN	90 °C en ambiente seco.	RH	75°C en ambiente seco y 60 °C en húmedo.
TTU	75 °C, resistente a la humedad y el calor.	RHH	90 °C en ambiente secos y húmedos.

Fuente: Adaptado de (Román, 2019)

En general, en instalaciones residenciales se utilizan cables de tipo THHN en calibres AWG, ya que, debido a sus características técnicas, son los más adecuados para instalaciones de bajo voltaje. Es importante que los aislamientos estén en buen estado, sin cortes u otras imperfecciones visibles a simple vista.

➤ **Conductores de puesta a tierra**

La sección 8.5.2; conductores, de la Norma Ecuatoriana de la Construcción dice que, los conductores de puesta a tierra deben ser de cobre y su sección mínima debe estar de acuerdo con la sección del alimentador en la siguiente relación.

TABLA 1.5 Relación del calibre del conductor de puesta a tierra con el calibre de la acometida

Calibre del conductor de puesta a tierra (AWG)	Calibre del conductor de acometida (AWG)
No. 8	Hasta No. 2
No. 6	Desde No. 1 hasta 1/0
No. 4	Desde No. 2/0 hasta 3/0

Fuente: Adaptado de (NEC, 2018)

En inmuebles de interés social y viviendas suburbanas, la sección mínima del conductor de puesta a tierra debe ser No. 8 AWG de cobre.

1.3.4 Alimentador

Giménez (2019) indica que un alimentador se caracteriza como un conductor que conecta el contador eléctrico con el panel general en una misma línea. Puede contar con salidas de alimentación secundaria para los circuitos derivados, asumiendo la carga total de la instalación eléctrica.

La sección de los conductores alimentadores debe ser los adecuados para alimentar las cargas determinadas y a su vez deben ser resistentes a las caídas de voltaje que se presenten en el sistema eléctrico.

1.3.5 Panel eléctrico

El panel eléctrico es un componente que alberga dispositivos de protección para la línea principal de alimentación. Actúa como punto de inicio para la ramificación de circuitos destinados a iluminación y fuerza en espacios interiores, en conformidad con las normativas actuales. (Pernia, 2018)

En función a la Norma Ecuatoriana de la Construcción, sección 5.5: alimentadores a tableros de distribución; dice que el calibre mínimo recomendado para un alimentador, desde el medidor hasta el tablero de distribución debe ser #6 AWG de cobre aislado tipo THHN. (NEC, 2018)

Los paneles eléctricos no deben ser ubicados en dormitorios, baños, cocinas o cuartos de lavado. Su instalación debe realizarse en lugares seguros y accesibles, facilitando la operación y mantenimiento de los mismos.

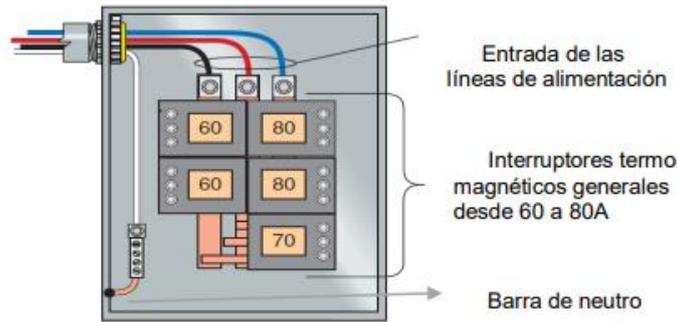


Fig. 1.5 Partes de un panel eléctrico

Fuente: (Giménez, 2019)

1.4 Componentes de una instalación eléctrica de bajo voltaje

Son las partes que complementan una instalación eléctrica de bajo voltaje y deben cumplir con la función de satisfacer las necesidades del ser humano mediante la energía eléctrica.

1.4.1 Protecciones

La protección del conductor es mediante un interruptor termomagnético para evitar sobre corrientes, se sugiere protecciones de: 15 A para No.14 AWG, 20 A para No.12 AWG, 30 A para No.10 AWG en conductores de cobre. (NEC, 2018)

Las protecciones eléctricas en sistemas de bajo voltaje son importantes para proteger los aparatos y equipos eléctricos que se encuentran en funcionamiento.

1.4.1.1 Interruptor termomagnético

Es un dispositivo que interrumpe el paso de la intensidad de corriente cuando existe un excesivo calentamiento a causa de sobrecarga o cortocircuito, los interruptores termomagnéticos utilizan una tira bimetálica como elemento principal para abrir el circuito, causando la protección al circuito y elementos conectados al sistema. (Román, 2019)

El interruptor termomagnético es conocido como breaker en instalaciones eléctricas y tiene la ventaja de volver a su estado original después de su activación, no es necesario sustituir por otro como ocurre en los fusibles. La Figura 1.6, representa un interruptor termomagnético el cual se aloja en cajas metálicas para la distribución de circuitos.



Fig. 1.6 Interruptor termomagnético para instalaciones eléctricas

Fuente: (Giménez, 2019)

1.4.1.2 Interruptor diferencial

Pardillos (2020) indica que el interruptor diferencial tiene la capacidad de detectar la diferencia entre la corriente de entrada y salida en un circuito. Cuando esta diferencia supera un valor determinado para el que está calibrado, en este caso se tiene interruptores diferenciales de 30 mA a 300 mA, el dispositivo abre el circuito, interrumpiendo el paso de la corriente a la instalación que protege.



Fig. 1.7 Interruptor diferencial

Fuente: (Giménez, 2019)

1.4.2 Interruptor

Es un dispositivo que cierra y abre circuitos eléctricos con el fin de bloquear o cambiar el sentido de flujo de la corriente.

La noma (NEC) 2018 menciona que la altura de instalación sobre el nivel del piso terminal de conmutadores e interruptores debe ser de 1,2 m del lado de la apertura de la puerta y

estos operativamente deben desconectar el conductor de fase. En la figura 1.8 se puede apreciar la forma en que se conecta la fase y el neutro a dicho dispositivo.

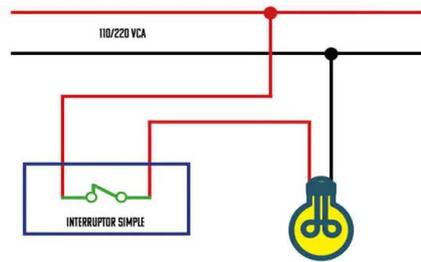


Fig. 1.8 Conexión del interruptor simple

Fuente: (DivisionLed, 2021)

1.4.3 Conmutador

El conmutador es reconocido como un dispositivo con la capacidad de regular una luminaria desde distintos puntos, siendo comúnmente utilizado en ubicaciones como escaleras, pasillos, entre otros. En la figura 1.9 se ilustra la disposición de un circuito de conmutadores para encender una bombilla, demostrando cómo se conectan entre sí.

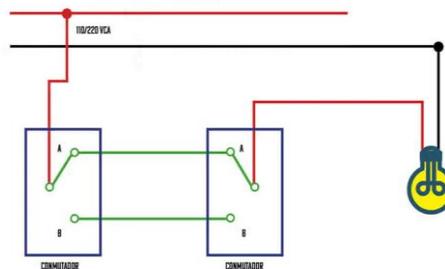


Fig. 1.9 Conexión del conmutador doble

Fuente: (DivisionLed, 2021)

1.4.4 Tuberías y cajetines

Las canalizaciones eléctricas se refieren a los dispositivos o elementos empleados en las instalaciones eléctricas con el propósito de alojar los conductores de manera que queden resguardados frente al deterioro mecánico, químico y eléctrico. Además de esta función, las canalizaciones también tienen la tarea de salvaguardar otras partes de la instalación eléctrica ante posibles arcos eléctricos y cortocircuitos. (Pernia, 2018)

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción, las tuberías para la instalación de los circuitos eléctricos deben ser de los siguientes tipos:

- Tubería PVC Tipo I Liviano.
- Tubería de polietileno flexible de alta resistencia mecánica (tubería negra).
- Tubería metálica tipo EMT, rígida o flexible de acero galvanizado.

Los cajetines para la instalación de los circuitos eléctricos deben ser de los siguientes tipos:

- Plásticos
- Metálicos

1.4.5 Tomacorriente

Los tomacorrientes son dispositivos que permiten la circulación de la energía eléctrica para alimentar cargas. Los más frecuentes en sistemas eléctricos comerciales son de tres contactos, para fase, neutro y tierra. (Moreno, Zubiaurre, & Miralles, 2018)

La puesta a tierra en un tomacorriente debe ser la parte primordial de una instalación eléctrica debido a que protege a los equipos contra descargas eléctricas o cortocircuitos. En la figura 1.10 se puede apreciar la forma en que se conecta la fase, el neutro y la tierra a un tomacorriente.

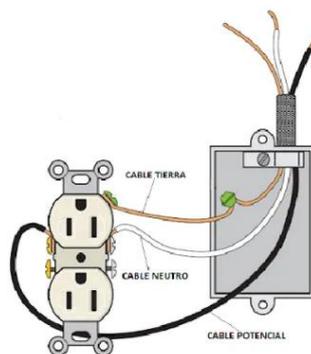


Fig. 1.10 Conexión del tomacorriente doble

Fuente: (Peralta, 2018)

1.5 Puesta a tierra

La instalación de la puesta a tierra es esencial para prevenir posibles daños en los equipos eléctricos causados por sobrecorrientes o falta de aislamiento, situaciones que podrían resultar en el contacto de algún conductor con la carcasa del equipo. Este contacto, al ser tocado por una persona, podría ocasionar lesiones graves e incluso la muerte. La conexión de los equipos eléctricos a tierra es necesaria como medida preventiva ante estos riesgos. (Pardillos, 2020)

1.5.1 Puesta a tierra en viviendas

El método TT es un sistema de protección en el ámbito eléctrico que implica la conexión directa a tierra de la carcasa metálica de un dispositivo eléctrico. Este enfoque se denomina sistema de puesta a tierra de protección y se conoce comúnmente como sistema TT. (García, 2019)

Todos los circuitos de tomacorrientes y los circuitos de cargas especiales deben llevar un conductor de tierra independiente del conductor de neutro. El conductor de tierra de los circuitos de tomacorrientes debe conectarse a la barra de tierra del tablero de distribución.

1.5.2 Resistividad del suelo

Por lo general, la medición de la resistividad del suelo se lleva a cabo mediante el método universal de cuatro puntos, desarrollado por el Dr. Frank Wenner. Este método es altamente efectivo para realizar pruebas de resistividad en suelos naturales. La técnica implica la disposición de cuatro electrodos en el suelo, dispuestos en línea recta a una distancia uniforme entre ellos y con una profundidad no menor al 5% del espaciamiento de los electrodos. Estos electrodos se conectan a los terminales del instrumento de medición, conocido como telurómetro, mediante cables aislados correspondientes. (Gómez, Gallego, & Trujillo, 2020)

1.5.3 Electrodo

Son de cobre puro y también de acero cubierto de cobre (copperweld) tienen excelentes propiedades mecánicas y eléctricas que brindan protección suficiente contra la corrosión del terreno. (García, 2019)

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción menciona que los electrodos más comunes para sistemas de puesta a tierra son varillas de acero recubierta de cobre con dimensiones mínimas de: 16 mm de diámetro y 1,80 m de longitud. (NEC, 2018)

1.5.4 Desventajas de no tener una puesta a tierra

La falta de instalación de un sistema de puesta a tierra en el sistema eléctrico conlleva riesgos significativos relacionados con los efectos adversos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano. Algunos de los factores de peligro para las personas al entrar en contacto con la corriente eléctrica son: (García, 2019)

- Magnitud de la corriente eléctrica en el cuerpo.
- Duración de la exposición

- Resistencia eléctrica del cuerpo.

La Tabla 1.6, describe los efectos de la corriente cuando reacciona en el cuerpo humano.

TABLA 1.6 Efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo

Corriente eléctrica (mA)	Efectos
0 – 1	No siente nada
1 – 10	Sensación de cosquilleo
10 – 25	Contracción de brazos y dificultad para respirar.
25 – 50	Fuerte efecto de tetanización e irregularidades cardíacas.
50 – 200	Fuerte contracción muscular e inconciencia
Mas de 200	Paro cardíaco y quemaduras

Fuente: Adaptado de (Román, 2019)

1.6 Iluminación en instalaciones eléctricas

Barrales (2020), la iluminación representa un componente significativo en una instalación eléctrica, ya que su propósito principal es suministrar energía lumínica a áreas específicas. Se destaca la importancia de llevar a cabo un estudio apropiado para determinar las características y tipos de lámparas necesarios en la instalación eléctrica. Esto se realiza con el objetivo de garantizar eficiencia en el rendimiento visual de las personas, al mismo tiempo que se cumple con los estándares de seguridad y comodidad exigidos.

La consideración del sistema de iluminación en proyectos eléctricos es fundamental durante el proceso de estudio, ya que estos elementos pueden contribuir al ahorro de energía. La Tabla 1.7 presenta valores de iluminación específicos para diversos espacios que deben cumplirse en cada proyecto eléctrico.

TABLA 1.7 Niveles de iluminación según su recinto

Tipo de recinto	Iluminancia (Lux)
Salas de clase	300
Bibliotecas	400
Cocinas	300
Pasillos	100
Gimnasio	200
Oficinas	300
Baños	100

Fuente: Adaptado de (NEC, 2018)

1.6.1 Flujo luminoso

Se define al flujo luminoso como la potencia emitida en forma de radiación luminosa por unidad de tiempo, a la que el ojo humano es sensible y su unidad de medida es el lumen (lm), la cantidad de lúmenes de una lámpara viene dado por el fabricante. (González, 2022)

1.6.2 Luminancia o nivel de iluminación

Según González (2022), la luminancia se define como el indicador representativo de la densidad de flujo luminoso sobre una superficie. Es la relación entre el flujo luminoso que llega a una superficie perpendicular al mismo y se mide en lux.

1.6.3 Tipos de lámparas

En proyectos eléctricos, la selección de la fuente de energía lumínica es crucial para asegurar los niveles de iluminación requeridos en cada área específica.

En la actualidad, existe una variedad de tipos de lámparas que se emplean en proyectos eléctricos, entre las cuales están las lámparas fluorescentes, incandescentes y LED.

➤ Lámpara incandescente

Esta lámpara es de fácil instalación, según el fabricante tiene 1000 horas de vida útil en funcionamiento, estas lámparas básicamente son de rendimiento bajo, tiene factores positivos como el bajo costo económico y la iluminación es eficiente. (Moreno, et al., 2018)

La lámpara incandescente es la fuente de luz eléctrica más antigua y que todavía se sigue utilizando, aunque últimamente se está optando más por nuevas tecnologías debido a que este tipo de lámparas contribuyen con el calentamiento global.

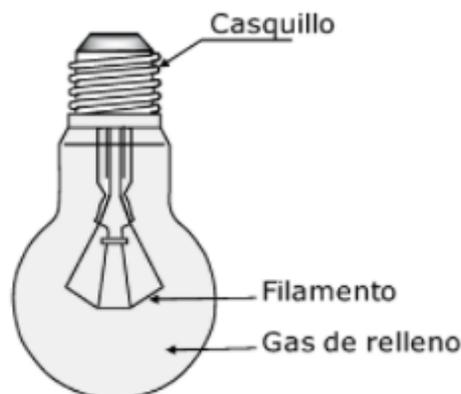


Fig. 1.11 Partes de una lámpara incandescente

Fuente: (Moreno, et al., 2018)

➤ Lámparas fluorescentes

Las lámparas fluorescentes son clasificadas como lámparas de descarga de vapor de mercurio a baja presión. En comparación con las lámparas incandescentes, estas lámparas ofrecen una mayor eficiencia lumínica. (Queijo, 2020)

No obstante, presentan una problemática molesta conocida como parpadeo, el cual surge debido a fallos en el tubo, ocasionando fluctuaciones en la intensidad de la descarga de mercurio en concordancia con el voltaje de la red eléctrica. Este parpadeo puede resultar incómodo para las personas y, en algunos casos, desencadenar dolencias como migrañas.



Fig. 1.12 Modelos de lámparas fluorescentes

Fuente: (Moreno, et al., 2018)

➤ Lámparas led

En el presente, numerosas compañías fabricantes han desarrollado luminarias LED con el propósito de generar diversos ambientes. Además, algunas de estas luminarias están equipadas con controles que permiten ajustar la intensidad lumínica y modificar el color de la lámpara LED según las preferencias del usuario. Estas soluciones pueden ser implementadas en la iluminación de calles, plazas, jardines, oficinas, fábricas, viviendas o vehículos.

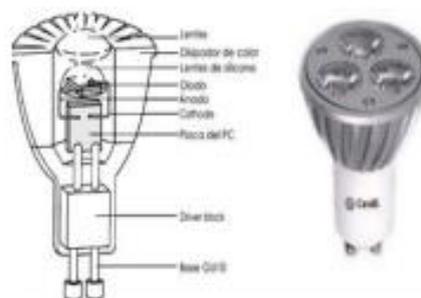


Fig. 1.13 Lámpara led

Fuente: (Moreno, et al., 2018)

Capítulo 2

Diagnóstico de las instalaciones eléctricas internas de la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome

El presente capítulo, contiene los resultados que se obtuvieron de la visita técnica y el análisis del estado de las instalaciones eléctricas con ayuda de diferentes dispositivos eléctricos, conforme a la norma vigente. En este sentido se proporciona el número de circuitos, las cargas de cada tablero de distribución y el nivel de iluminación de cada área de la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome.

2.1 Descripción del lugar de estudio

La Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome de San Antonio de Ibarra se encuentra entre la calle Antonio José de Sucre y la calle Gabriel García Moreno como se muestra en la figura 2.1.

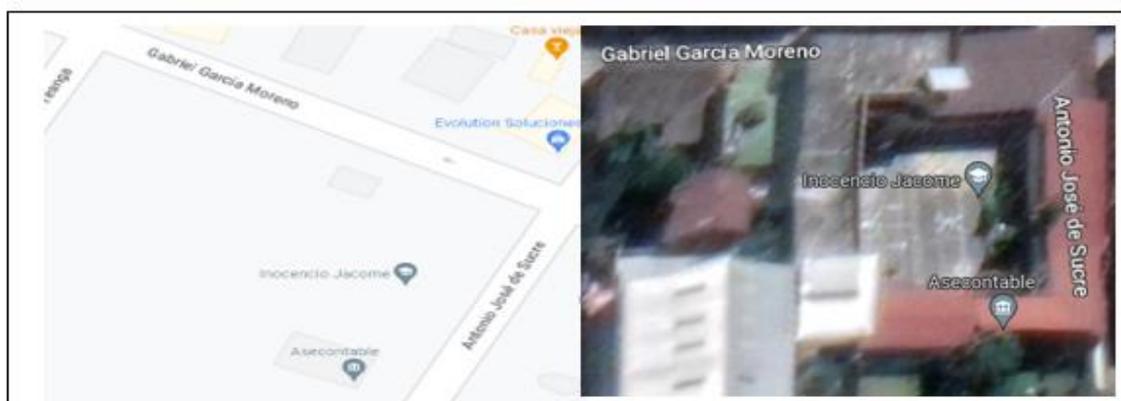


Fig. 2.1 Establecimiento de la Unidad Educativa Inocencio Jácome

Fuente: (Autor, 2023).

El establecimiento educativo fue fundado el 26 de noviembre de 1946. En sus inicios la edificación fue diseñada para educar a las hermanas religiosas de esa época de la parroquia de San Antonio, pero con el pasar del tiempo fue adquiriendo nuevos niños de la población y su infraestructura fue cambiando según las necesidades que se presentaban.

En la actualidad el establecimiento sigue en funcionamiento constando con 14 docentes, 4 oficinistas, 2 porteros y 6 hermanas religiosas encargadas de la administración de la unidad educativa.

El edificio no cuenta con una planificación de mantenimiento eléctrico de las instalaciones eléctricas internas; por ende, no se tiene conocimiento de su estado.

Las áreas de trabajo que constituye el edificio se pueden observar en el anexo B, en los planos arquitectónicos, su distribución en la siguiente:

- Primer piso: Aulas de primero, segundo y tercer grado, auditorio, baños, bodegas y laboratorio de computación.
- Segundo piso: Aulas de cuarto, quinto, sexto y séptimo grado, secretaria, colecturía y rectorado.

2.2 Metodología

Para la ejecución del presente trabajo de grado se optó por aplicar una metodología para conseguir un diagnóstico de las instalaciones eléctricas internas de la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome, con el fin de conocer y examinar el estado actual de sus conexiones.

El método se ejecutó por etapas ordenadas como se logra apreciar en el siguiente diagrama de flujos.

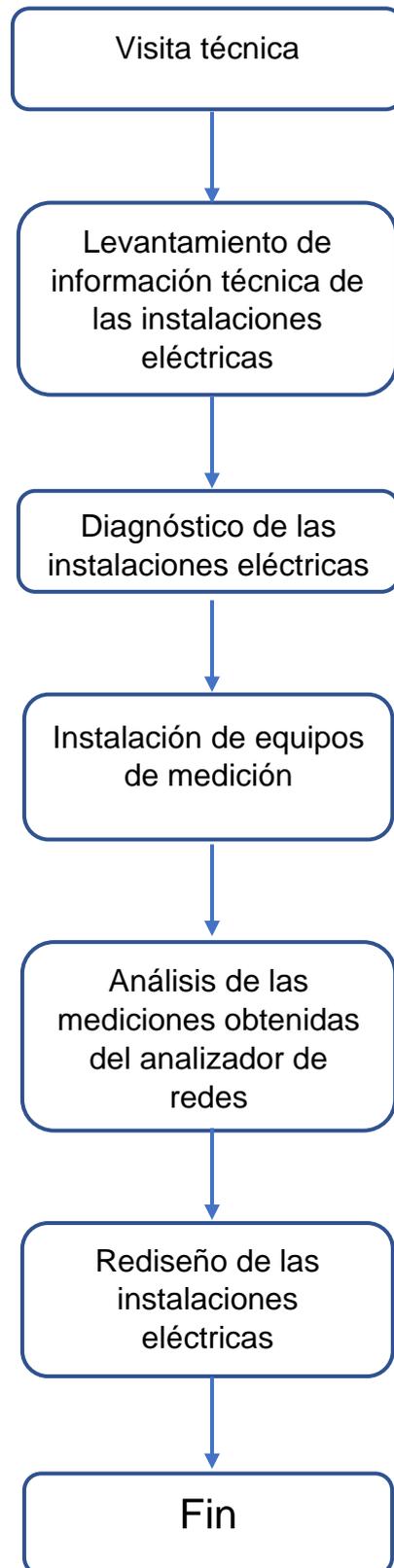


Fig. 2.2 Diagrama de flujos de la metodología

Fuente: (Autor, 2023).

Como primer paso se realizó la visita técnica al establecimiento con la finalidad de identificar la infraestructura del edificio, precisamente para localizar el contador eléctrico, el tablero general, los paneles eléctricos y las protecciones eléctricas.

Con autorización de la Directora de la escuela, se planificó visitas entre semana para ir desconectando cada circuito de los tableros de distribución, con el propósito de identificar los circuitos eléctricos y los componentes de fuerza e iluminación, de la misma manera se identificó el inicio y final de cada circuito.

Se realizó la instalación de un analizador de red en el establecimiento con el objetivo de obtener datos de los parámetros como: voltaje, corriente y potencia.

Una vez culminado el diagnóstico eléctrico del establecimiento, se determinaron los cambios que se proponen para realizar el rediseño.

2.3 Materiales

Para la realización de este capítulo se utilizaron varios dispositivos eléctricos para conocer el estado de las instalaciones eléctricas internas. A continuación, se describen los dispositivos más utilizadas.

2.3.1 Multímetro

El multímetro es un instrumento de medida con el cual se pudo determinar el nivel de voltaje de los diferentes puntos de los circuitos, por otra parte, se utilizó el multímetro para identificar a que circuito pertenecía cada interruptor termomagnético.



Fig. 2.3 Multímetro

Fuente: (Autor, 2023).

2.3.2 Luxómetro

Para la medición de la iluminación se realizó gracias al luxómetro Tenmars serie TM-204, la toma de datos se ejecutó en cada área interna del establecimiento en las horas de la mañana. En la figura 2.4 se indica el dispositivo.



Fig. 2.4 Luxómetro

Fuente: (Autor, 2023).

2.3.3 Analizador de red

El analizador de red que se utilizó es de la marca FLUKE serie 1744 como se puede observar en la figura 2.5. El instrumento fue instalado en la acometida de la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome con la ayuda del personal de la empresa EMELNORTE.



Fig. 2.5 Analizador de red

Fuente: (Autor, 2023).

2.3.4 AutoCAD

El diseño de los planos eléctricos fue llevado a cabo por el software AutoCAD, el cual permite la creación y edición de dibujos en 2D y modelado 3D. Gracias a esta herramienta se pudo plasmar con claridad los datos y diseños obtenidos por la visita técnica.

La Universidad Técnica del Norte cuenta con un convenio con la empresa Autodesk, por consiguiente, los estudiantes podemos obtener el software con sus respectivas licencias de uso.

2.4 Levantamiento de información técnica de las instalaciones eléctricas internas de la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome

La visita técnica y levantamiento de las instalaciones eléctricas internas se realizó para la toma de datos de los diferentes componentes eléctricos del establecimiento, además de diagnosticar el estado actual de los tableros eléctricos y circuitos de fuerza e iluminación. Por otra parte, se determinaba si cumplía o no con la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

2.4.1 Plano Unifilar

La elaboración de los planos unifilares se lo realizo con el levantamiento de información. Estos diagramas están diseñados en AutoCAD y se puede observar las protecciones, calibre del conductor y el número y tipo de circuito, en el anexo A se puede apreciar los diferentes planos unifilares de los tableros de distribución del establecimiento.

2.4.2 Plano arquitectónico

Se optó por realizar el levantamiento del plano arquitectónico de la escuela tomando sus respectivas medidas de largo y ancho de cada área, además de localizar la ubicación de las columnas, debido a que se utiliza para separar por segmentos las mediciones, en el anexo B se puede observar el plano arquitectónico del establecimiento.

2.4.3 Plano eléctrico

Los planos eléctricos del edificio se los realizó con el objetivo de identificar de manera ordenada la ubicación de los circuitos de fuerza e iluminación presentes en el mismo como se puede visualizar en el anexo C, cabe mencionar que el edificio no cuenta con los planos arquitectónicos y eléctricos, lo que complicó la identificación de los circuitos.

2.4.4 Red de telecomunicación

El establecimiento cuenta con una línea telefónica de la operadora CNT, la cual se encuentra conectada a dos teléfonos de oficina, por otra parte, cuenta con dos líneas de

internet que son las siguientes: CNT y Claro, además estos dos proveedores de internet se encuentran instalados mediante fibra óptica. En el anexo D se puede observar la ubicación de las líneas internet y de telefonía.

2.4.5 Acometida

La acometida de la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome es de tipo aérea y va conectado al contador eléctrico, como se puede observar en la figura 2.6. Cabe señalar que está compuesto por tres conductores #6 AWG de tipo THHN de aluminio.



Fig. 2.6 Acometida del establecimiento

Fuente: (Autor, 2023).

2.4.6 Contador eléctrico

En la figura 2.7, se observa el contador eléctrico que utiliza el establecimiento el cual es instalado por la empresa EMELNORTE, es de tipo telemedición, de modo que puede ser leído remotamente desde una estación maestra situada en una oficina.



Fig. 2.7 Contador eléctrico del establecimiento

Fuente: (Autor, 2023).

2.4.7 Ubicación de los tableros eléctricos

Los diferentes tableros de distribución que posee el establecimiento se encuentran colocados estratégicamente para un fácil acceso en caso de alguna falla, suspensión de un circuito o mantenimiento de la misma. Existen dos tableros en la primera planta y dos en la segunda planta.

La identificación de los tableros eléctricos se observa en la tabla 2.1.

TABLA 2.1 Ubicación de los tableros eléctricos del establecimiento

Primera planta	Segunda planta
T.D1 = Tablero de distribución 1 (Entrada del establecimiento)	T.D3 = Tablero de distribución 3 (Pasillo de administración)
T.D2 = Tablero de distribución 2 (Auditorio)	T.D4 = Tablero de distribución 4 (Pasillo de aulas)

Fuente: (Autor, 2023).

2.4.8 Levantamiento de datos de los tableros eléctricos

Se ejecuto el levantamiento de información de los tableros eléctricos que posee el establecimiento, de modo que se abrió las tapas de los tableros con el propósito de obtener el número de circuitos, numero de protecciones y calibre de los conductores.

Se realizo la desconexión de la energía de los diferentes interruptores termomagnéticos de cada tablero eléctrico, para identificar si el circuito pertenecía a iluminación o fuerza. Se fue desactivando en orden los interruptores termomagnéticos uno a la vez para determinar a qué circuito pertenece.

Cabe señalar que el primer tablero posee interruptores termomagnéticos que controlan a los demás tableros eléctricos, pero también tiene otros interruptores que controlan circuitos de fuerza e iluminación del establecimiento, por consiguiente, se determinó a este tablero eléctrico como uno de distribución.

2.4.8.1 Tablero de distribución 1

El tablero de distribución 1, se encuentra instalado en el pasillo de la entrada del primer piso del establecimiento, en la figura 2.8 se puede apreciar su conexión.



Fig. 2.8 Tablero de distribución 1

Fuente: (Autor, 2023).

A continuación, se detallan sus características:

- Tablero bifásico de 20 servicios.
- Alimentación de 2 fases + neutro de cobre, los conductores son de calibre #8 AWG tipo THHN.
- Presenta 9 servicios activos y 11 vacíos.
- Posee dos interruptores termomagnéticos de 16 A de un polo, tres de 20 A de un polo, uno de 32 A de un polo, además de dos interruptores termomagnéticos de 40 A de dos polos y unos de 63 A de dos polos.

El tablero de distribución 1 posee su correspondiente tapa para la protección de sus conductores y componentes.

2.4.8.2 Tablero de distribución 2

El tablero de distribución 2, se encuentra instalado dentro del auditorio del establecimiento, en la figura 2.9 se puede apreciar su conexión.



Fig. 2.9 Tablero de distribución 2

Fuente: (Autor, 2023).

A continuación, se detallan sus características:

- Tablero bifásico de 12 servicios.
- Alimentación de 1 fase + neutro de cobre, los conductores son de calibre #8 AWG tipo THHN.
- Presenta 12 servicios activos.
- Posee ocho interruptores termomagnéticos de 16 A y cuatro de 20 A de un polo cada uno.

El tablero de distribución 2 posee su correspondiente tapa para la protección de sus conductores y componentes.

2.4.8.3 Tablero de distribución 3

El tablero de distribución 3, se encuentra instalado en la pared de administración en el segundo piso del establecimiento, en la figura 2.10 se puede apreciar su conexión.



Fig. 2.10 Tablero de distribución 3

Fuente: (Autor, 2023).

A continuación, se detallan sus características:

- Tablero bifásico de 12 servicios.
- Alimentación de 1 fase + neutro de cobre, los conductores son de calibre #8 AWG tipo THHN.
- Presenta 7 servicios activos y 5 inactivos.
- Posee tres interruptores termomagnéticos de 16 A y cuatro de 20 A de un polo cada uno.

El tablero de distribución 3 posee su correspondiente tapa para la protección de sus conductores y componentes.

2.4.8.4 Tablero de distribución 4

El tablero de distribución 4, se encuentra instalado en la pared de las aulas del segundo piso del establecimiento, en la figura 2.11 se puede apreciar su conexión.

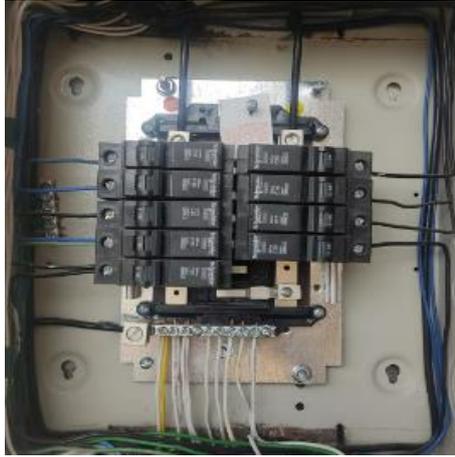


Fig. 2.11 Tablero de distribución 4

Fuente: (Autor, 2023).

A continuación, se detallan sus características:

- Tablero bifásico de 12 servicios.
- Alimentación de 1 fase + neutro de cobre, los conductores son de calibre #8 AWG tipo THHN.
- Presenta 9 servicios activos y 3 inactivos.
- Posee cuatro interruptores termomagnéticos de 16 A y cinco de 20 A de un polo cada uno.

El tablero de distribución 4 posee su correspondiente tapa para la protección de sus conductores y componentes.

2.4.9 Conductores

Los conductores de los diferentes circuitos de la instalación eléctrica se encuentran en buen estado, sin embargo, los conductores de fase y neutro se encuentran con diferentes colores como se muestra en la figura 2.12, de tal modo que incumple con la Norma Ecuatoriana de la Construcción ya que se señala en dicha norma los colores que se debe utilizar para determinar su función. (NEC, 2018)



Fig. 2.12 Estado de los conductores del establecimiento

Fuente: (Autor, 2023).

2.4.10 Puesta a tierra

El establecimiento tiene un sistema de puesta a tierra TT (las masas están conectadas a tierra) con un conductor de cobre calibre 8 AWG que llega al tablero de distribución 1 y con un conductor de cobre, calibre 12 AWG que va conectado a los tomacorrientes como se observa en la figura 2.13.

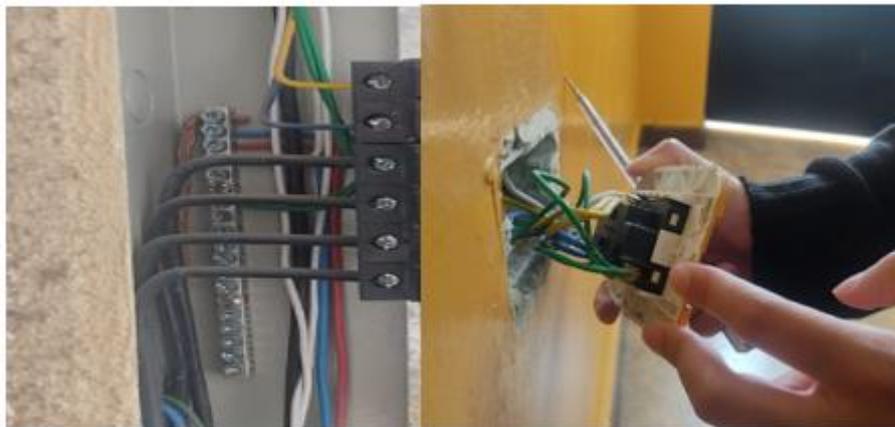


Fig. 2.13 Conductor de puesta a tierra

Fuente: (Autor, 2023).

Posee únicamente la instalación de la puesta a tierra en los circuitos de fuerza pertenecientes al tablero de distribución 1, pero en los circuitos de fuerza de los otros tableros de distribución no existe el conductor de puesta a tierra, por lo tanto, el sistema de puesta a tierra es ineficiente.

En la figura 2.14 se puede observar un tomacorriente del aula de música perteneciente al tablero de distribución 2, el cual no cuenta con la conexión de puesta a tierra. En el capítulo 3 se realizará el diseño de la puesta a tierra, que ira incluido la medición de la resistividad de la tierra del establecimiento para proceder con los cálculos respectivos.



Fig. 2.14 Tomacorriente sin conexión a tierra

Fuente: (Autor, 2023).

2.4.11 Cuadros de cargas

En la figura 2.15 se muestra momentos de la toma de datos del establecimiento para realizar las tablas de carga de cada tablero de distribución.



Fig. 2.15 Toma de datos para los cuadros de carga

Fuente: (Autor, 2023).

En las figuras 2.16 y 2.17, se describe las diferentes cargas del primer tablero eléctrico, lo cual revela el número de luminarias y tomacorrientes que actúan en la instalación eléctrica del establecimiento, igualmente se indica la potencia, corriente, calibre, tipo de tubería y el voltaje medido a la hora de mayor consumo.

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción, menciona que si existen equipos electrónicos que no operan por mucho tiempo, cada salida de tomacorriente debe ser considerado una carga de 200 W. (NEC, 2018)

Tablero de distribución 1										
Nº	Designación de circuitos	Protección (A)	Calibre (AWG)	Tubería PVC en pulgadas	Conexión de puesta a tierra	Carga		Voltaje (V)	Potencia (W)	Corriente (A)
						# de tomacorrientes (200 W)				
1	Tomacorrientes (C2) - Garaje	1P-20	2x12 + 1x12 THHN	3/4"	Si	3		117.1	600	0.68
1	Tomacorrientes (C3) - Aula de computación	1P-20	2x12 + 1x12 THHN	3/4"	Si	4		117.4	800	3.12
2	Tomacorrientes (C4) - Bodega del auditorio	1P-20	2x12 + 1x12 THHN	3/4"	Si	4		117.5	800	1.41
3	Tomacorrientes (C12) - Aula de computación	1P-32	2x12 + 1x12 THHN	3/4"	Si	8		116.9	1600	7.83
Carga total instalada									3800	13.04

Fig. 2.16 Cuadro de carga de tomacorrientes del tablero de distribución 1

Fuente: (Autor, 2023).

Tablero de distribución 1											
Nº	Designación de circuitos	Protección (A)	Calibre (AWG)	Tubería PVC en pulgadas	Carga				Voltaje (V)	Potencia (W)	Corriente (A)
					Lámparas		Focos led 30 W	Focos fluorescentes 20 W			
					3x30 W	2x40 W					
1	Iluminación (C1) - Gradass de la parte izquierda	1P-16	2x14 THHN	1/2"		6			118.6	480	0.89
2	Iluminación (C2) - Baños del auditorio	1P-20	2x14 THHN	3/4"				7	117.8	140	1.75
3	Iluminación (C3) - Aula de computación	1P-20	2x12 THHN	3/4"				6	117.4	120	2.12
4	Iluminación (C4) - Bodega del auditorio	1P-20	2x12 THHN	3/4"	6			1	117.5	560	1.41
5	Iluminación (C10) - Pasillo de la entrada	1P-16	2x14 THHN	1/2"		5			118.5	400	0.27
Carga total instalada									1700	6.44	

Fig. 2.17 Cuadro de carga de iluminación del tablero de distribución 1

Fuente: (Autor, 2023).

En el anexo E se puede observar cada uno de los cuadros de carga de los diferentes tableros de distribución del establecimiento.

Mediante los cuadros de carga se pudo determinar que el tablero de distribución 2 que está ubicado en el auditorio, presenta una mayor carga instalada, con un total de 12500 (W) a causa de que este tablero posee el mayor número de circuitos en comparación de los demás tableros eléctricos del establecimiento.

2.5 Niveles de iluminación

La iluminación presente en las diferentes áreas de la edificación se obtuvo con el uso de un luxómetro Tenmars serie TM-204 como se muestra en la Figura 2.18. El método empleado consistió en tomar las medidas en 3 diferentes puntos de cada área y colocando el luxómetro a un metro del suelo en horas de la mañana.



Fig. 2.18 Toma de datos de los baños de estudiantes con el luxómetro

Fuente: (Autor, 2023).

Los valores finales mostrados en la Tabla 2.2 son el promedio de diferentes muestras tomadas de diferentes puntos de un área.

TABLA 2.2 Nivel de iluminación del establecimiento

Pisos	Áreas	Iluminación medida (Lux)	Iluminación recomendada por la NEC (Lux)
Primer piso	Pasillo de la entrada	84	100
	Aula de computación	234	300
	Auditorio	321	300
	Bodega del auditorio	287.4	300
	Baño 1 del auditorio	67	100
	Baño 2 del auditorio	68.3	100
	Baños de los estudiantes	53.2	100
	Aula de primer grado	237	300
	Aula de segundo grado	239	300
	Pasillos	146	100
	Aula de arte	287	400
	Aula de tercer grado	259	300
	Aula de cuarto grado	237.5	300

Segundo piso	Aula de quinto grado	239	300
	Aula de sexto grado	234	300
	Aula de séptimo grado	237	300
	Aula de música	280	300
	Salón de profesores	289	300
	Baño 1 del salón de profesores	120	100
	Baño 2 del salón de profesores	118	100
	Sala de espera	94	100
	Secretaría	310.4	300
	Colecturía	304.6	300
	Rectorado	297.2	300
	Baño de rectorado	110	100
	Bodega de rectorado	294	300
	Pasillos	121	100

Fuente: (Autor, 2023).

En la tabla 1.7 del capítulo 1 se indica los niveles mínimos de iluminación recomendados por el NEC, la mayoría de las áreas del establecimiento incumplen con el nivel mínimo de iluminación, una causa de esto son los diferentes tipos de iluminación que posee el establecimiento.

2.6 Parámetros eléctricos

La información que se obtuvo del analizador de red Fluke 1744, permitió a obtención de los datos de voltaje, corriente y potencia del establecimiento y con las gráficas se detectó los puntos críticos de cada parámetro medido.

Para constatar la medición de la calidad eléctrica, este analizador fue programado para tomar datos cada 10 minutos por 7 días como mínimo, para cumplir con lo que dicta la Regulación ARCENNR 002/20.

3.2.1 Curva de voltaje

El valor del nivel de voltaje que se entrega en la acometida debe mantener el mismo nivel o no sobrepasar los límites que se indican en la Regulación ARCENNR 002/20, para la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome se considera el nivel de bajo voltaje y el rango con el que trabaja es de $\pm 8.0\%$.

En la Figura 2.19 se muestra el espectro de los voltajes de las dos fases que se obtuvieron de los datos del analizador de red.

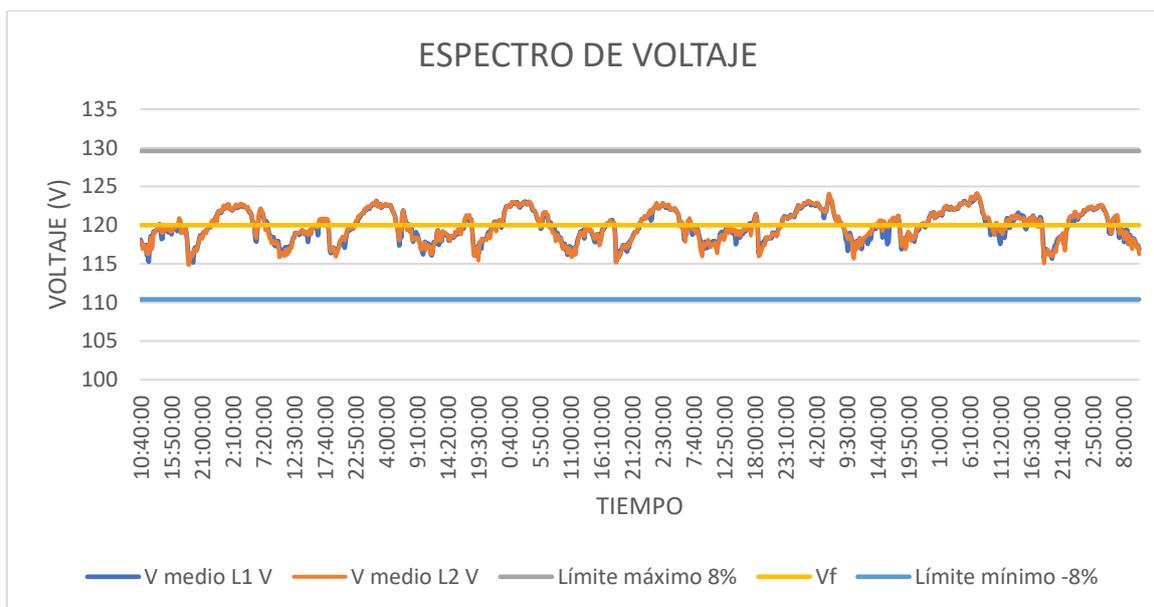


Fig. 2.19 Espectro de voltaje

Fuente: (Autor, 2023).

Se puede apreciar el comportamiento del voltaje a través del tiempo en lo que podemos notar que los niveles de voltaje medidos no sobrepasan a los valores de $\pm 8\%$ que dicta la Regulación ARCENNR 002/20, que en el caso de sobrepasar el $+8\%$ sería un sobrevoltaje y si disminuye -8% del voltaje nominal vendría siendo una caída de voltaje, por ende, se puede ver que están correctamente los voltajes sin ningún problema.

TABLA 2.3 Valores picos de voltaje

Descripción	Voltaje (V) Fase1	Hora	Voltaje (V) Fase2	Hora
Min	115,16	12:00:00	114,87	18:40:00
Max	122,15	04:30:00	122,84	05:00:00

Fuente: (Autor, 2023).

En la tabla 2.3 se observa las muestras tomadas por el analizador de red de los valores máximos y mínimos de cada fase, estos valores no exceden los porcentajes que establece la Regulación ARCENNR 002/20.

3.2.2 Curva de corriente

Según la gráfica 2.20 del espectro y el cuadro de corriente se puede notar que las líneas no están iguales, en la línea 2 se observa que en algunos instantes de tiempo no hay carga porque la corriente se encuentra en cero por ende no hay demanda en esa línea a comparación de la línea 1 que, si posee carga, aunque en ocasiones la demanda en la línea 1 es muy baja debido a que la escuela funciona en las mañanas y en los fines de semana las cargas son muy bajas en las dos fases por la ausencia de los trabajadores, estudiantes y docentes.

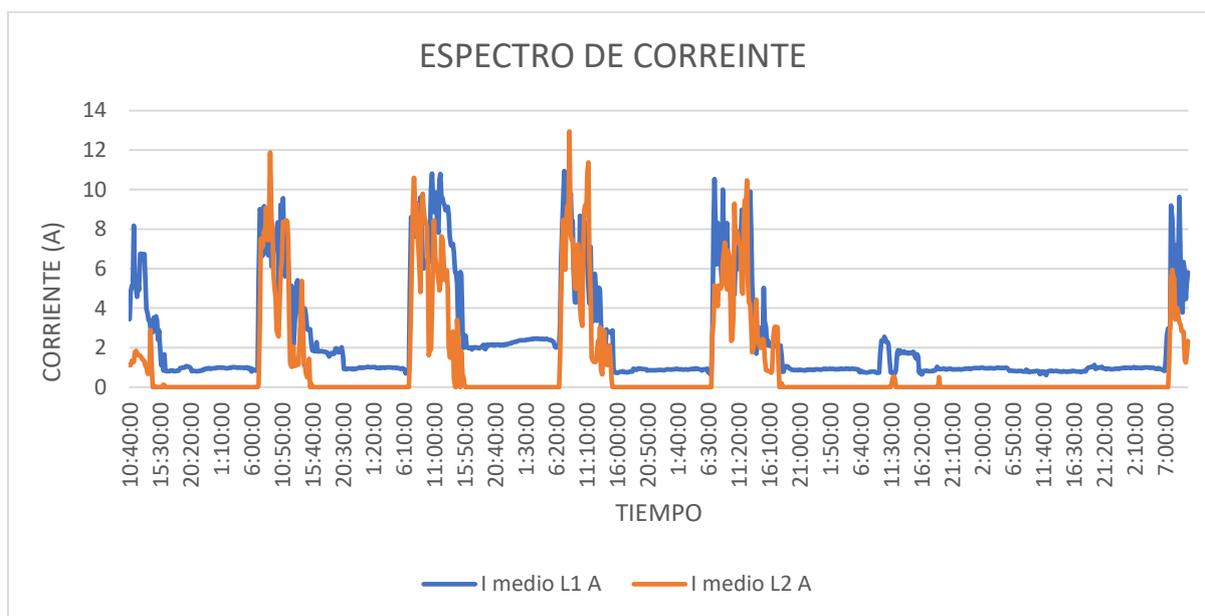


Fig. 2.20 Espectro de corriente

Fuente: (Autor, 2023).

En la tabla 2.4 se puede observar el valor máximo y mínimo de corriente con su respectiva hora de las dos fases tomado por el analizador de red.

TABLA 2.4 Valores picos de corriente

Descripción	Corriente (A)	Hora	Corriente (A)	Hora
	Fase1		Fase2	
Min	0,605	17:10:00	0	20:50:00
Max	10,946	07:40:00	12,948	08:30:00

Fuente: (Autor, 2023).

3.2.3 Curva de potencia

En la figura 2.21 se observa el espectro de la potencia aparente la cual su pico más elevado es 2.35 KVA en las horas de la mañana, cuando está en funcionamiento el establecimiento, por consiguiente, el transformador no se encuentra sobrecargado lo cual significa que funciona correctamente, debido a que es un transformador monofásico de 15 KVA.



Fig. 2.21 Espectro de potencia aparente

Fuente: (Autor, 2023).

En la tabla 2.5 se puede apreciar el valor máximo y mínimo con su respectiva hora, de los datos obtenidos de la potencia aparente durante los 7 días que estuvo instalado el analizador de red.

TABLA 2.5 Valores picos de potencia total aparente

Descripción	Potencia aparente (VA)	Hora
Min	67.53	14:20:00
Max	2351.68	08:30:00

Fuente: (Autor, 2023).

2.7 Estado actual de las instalaciones eléctricas de la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome

En la tabla 2.6 se muestra en síntesis el estado actual de las instalaciones eléctricas internas de la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome.

TABLA 2.6 Diagnostico del establecimiento

Instalaciones	Valoración		Observación
	No necesita intervención	Si necesita intervención	
Nivel de iluminación		X	Mas del 60% de las áreas incumplen con el nivel mínimo de iluminación
Tomacorrientes		X	Exceso de tomacorrientes en algunas áreas
Conductores		X	Mal dimensionamiento del calibre
Tablero general de control		X	No tiene un tablero general de control
Tablero de distribución		X	Mal distribución de los circuitos
Caída de voltaje	X		La caída de voltaje se encuentra dentro de los rangos permitidos
Puesta a tierra		X	La puesta a tierra es casi inexistente
Distribución de carga		X	La fase 1 posee más carga

Fuente: (Autor, 2023).

Las instalaciones eléctricas internas deben ser mejoradas en los aspectos que se menciona debido al incumplimiento de la Normativa Eléctrica de la Construcción.

Capítulo 3

Rediseño de las instalaciones eléctricas internas de la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome

3.1 Introducción

Con el diagnóstico realizado en la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome se encontraron algunos problemas los cuales se mencionó en el capítulo 2 debido a que incumplen con la normativa eléctrica vigente NEC.

El presente capítulo se basa en elaborar el rediseño de las instalaciones eléctricas, para lo cual, se utilizara programas como: DIALUX que permite realizar estudios del nivel de iluminación, con el fin de mejorar el nivel de iluminación de las aulas de clase y AutoCAD para elaborar diseños de los nuevos planos eléctricos del establecimiento, además se realizará el diseño de puesta a tierra y una mejora en la distribución de los circuitos, con la finalidad de que todo cumpla con la Norma Ecuatoriana de Construcción.

3.2 Rediseño de las instalaciones eléctricas

Para iniciar con el rediseño del sistema eléctrico, se considera la información obtenida por el diagnóstico de las instalaciones eléctricas del establecimiento del capítulo 2. El rediseño se basa con el cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de Construcción para la actualización del nuevo diseño.

3.2.1 Rediseño de iluminación

La iluminación es un tema importante en la elaboración de proyectos, el nivel de iluminación en las diferentes áreas debe cumplir con la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

En la unidad educativa, actualmente existe la necesidad de mejorar los niveles de iluminación, para ello se optó por el programa DIALux, el cual permite planear, calcular y visualizar la iluminación.

3.2.1.1 Software DIALux evo 11.1

El software DIALux permite diseñar y calcular el nivel de iluminación en un punto o área específica, mediante una simulación 3D se puede tener una vista previa al resultado final,

dentro del software existen catálogos de fabricantes en los que se detallan los parámetros y características de las luminarias.

3.2.1.2 Cálculos mediante el software DIALux

Para elaborar los cálculos de iluminación requerida en los distintos lugares de trabajo, es importante conocer las dimensiones del área a iluminar. Para el diseño se toma como referencia el aula sexto grado, el nivel de iluminación en las aulas de clases según la norma NEC, es de 300 luxes. En la figura 3.1 se observa los resultados de la simulación proporcionada por el software.



Fig. 3.1 Simulación del aula de quinto grado en DIALux

Fuente: (Autor, 2023).

Los resultados de los cálculos se muestran a continuación:

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	333 lx	≥ 300 lx	✓	WP2
	g_1	0.62	≥ 0.40	✓	WP2
	Potencia específica de conexión	3.95 W/m ²	-		
		1.18 W/m ² /100 lx	-		
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG,max}$	17	≤ 22	✓	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	[138.98 - 231.42] kWh/a	máx. 1850 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	3.31 W/m ²	-		
		0.99 W/m ² /100 lx	-		

Fig. 3.2 Resultados de simulación del aula de quinto grado

Fuente: (Autor, 2023).

Como se puede observar en la figura 3.2, con el uso de la luminaria cubre los requerimientos de iluminación de 300 lux para los salones de clases. Esto muestra que los cálculos realizados por el software permiten cumplir con lo mencionado en la norma.

3.2.1.3 Tipo de luminaria

Para la selección de las lámparas se tomó en cuenta que sea de la marca Sylvania debido a que se puede adquirir el producto en el país y poseen un amplio catálogo de luminarias para usos en centros educativos, oficinas y entre otros. Se escogió una lampara tipo Led debido a las ventajas de calidad y ahorro que tiene sobre las lámparas incandescentes y fluorescentes. Otro punto a tomar en cuenta es la potencia la cual se busco una lampara que no consuma mucha energía y tenga una alta cantidad de lúmenes. Por último, que funcione a 120 voltios y que sea la luz de color blanco ya que permite que el ojo humano vea mejor. En la figura 3.3 se puede observar el tipo de luminaria utilizada.

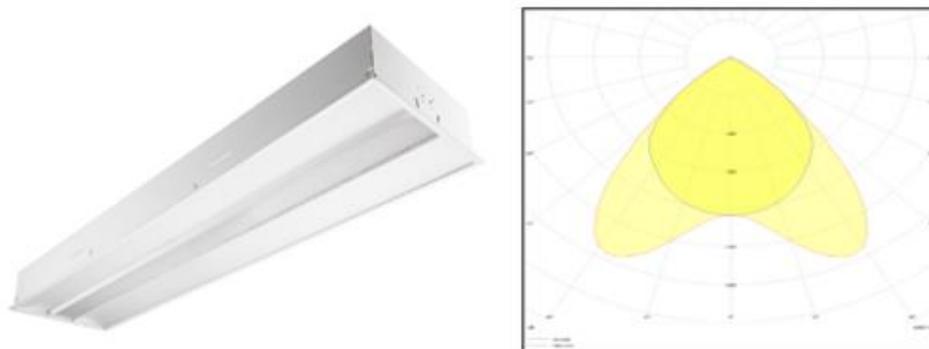


Fig. 3.3 Luminaria modelo Sylvania C10-R625X625 LED 5000 8403XSU

Fuente: (Autor,2023).

En la tabla 3.1 se puede observar las características de la lampara.

TABLA 3.1 Características de la luminaria

Flujo luminoso	4909 lm
Potencia	40 W
Rendimiento lumínico	123 lm/W
Seguridad	IP 20
Color	Blanco neutro
Control de deslumbramiento	< 20
Temperatura de color	3000/4000 K
Voltaje	120/240

Fuente: (DIALux, 2023).

3.2.1.4 Tablas del rediseño de iluminación

A continuación, en las Tablas 3.2 hasta la Tabla 3.3 se indica el número de luminarias que deben ser colocadas en cada ambiente de trabajo de la unidad educativa para mejorar el nivel de iluminación de la edificación cumpliendo con las especificaciones técnicas de la Normativa Ecuatoriana de la Construcción.

TABLA 3.2 Diseño de iluminación del primer piso

Diseño del primer piso					
Áreas	Iluminación (LUX)	Luminarias			Número de Luminarias
		Tipo	Flujo luminoso (lm)	Potencia (W)	
Pasillo de la entrada	100	LED	4909	40	6
Aula de computación	300	LED	4909	40	6
Auditorio	300	LED	4909	40	24
Bodega del auditorio	300	LED	4909	40	6
Baño 1 del auditorio	100	LED	4909	40	1
Baño 2 del auditorio	100	LED	4909	40	1
Pasillo de los baños del auditorio	100	LED	4909	40	1
Cuarto de limpieza	100	LED	4909	40	1
Garaje	100	LED	4909	40	2
Baños de los estudiantes	100	LED	4909	40	6
Aula de primer grado	300	LED	4909	40	6
Aula de segundo grado	300	LED	4909	40	6
Pasillos	100	LED	4909	40	10
Total					76

Fuente: (Autor, 2023).

TABLA 3.3 Diseño de iluminación del segundo piso

Diseño del segundo piso					
Áreas	Iluminación (LUX)	Luminarias			Número de Luminarias
		Tipo	Flujo luminoso (lm)	Potencia (W)	
Aula de arte	400	LED	4909	40	6
Aula de tercer grado	300	LED	4909	40	6
Aula de cuarto grado	300	LED	4909	40	6

Aula de quinto grado	300	LED	4909	40	6
Aula de sexto grado	300	LED	4909	40	6
Aula de séptimo grado	300	LED	4909	40	6
Aula de música	300	LED	4909	40	6
Salón de profesores	300	LED	4909	40	6
Baño del salón de profesores	100	LED	4909	40	1
Bodega del salón de profesores	100	LED	4909	40	1
Sala de espera	100	LED	4909	40	6
Secretaría	300	LED	4909	40	2
Colecturía	300	LED	4909	40	2
Rectorado	300	LED	4909	40	3
Baño de rectorado	100	LED	4909	40	1
Bodega de rectorado	300	LED	4909	40	1
Pasillos	100	LED	4909	40	15
Gradas 1	150	LED	4909	40	3
Gradas 2	150	LED	4909	40	3
Total					86

Fuente: (Autor, 2023).

3.2.1.5 Total de luminarias en el rediseño

En la Tabla 3.4 se muestra el número total de luminarias que se utilizarán para el rediseño.

TABLA 3.4 Total de luminarias para el rediseño

DIAGNÓSTICO		REDISEÑO	
Número de luminarias	Potencia total (W)	Número de luminarias	Potencia total (W)
173	8800	162	6480

Fuente: (Autor, 2023).

Las luminarias son del mismo tipo, debido a que actualmente en sus instalaciones la iluminación es ineficiente ya que tiene instalados distintos tipos de lámparas con diferentes

potencias, lo que se propone es implementar luminarias tipo LED para obtener un consumo menor de energía.

3.2.2 Rediseño de tomacorrientes

En la Tabla 3.5 hasta la Tabla 3.6 se muestran las áreas y los datos de los tomacorrientes que se proponen para el rediseño, para los cálculos de acuerdo con la Normativa Ecuatoriana de la Construcción se debe considerar de 200 W por tomacorriente.

TABLA 3.5 Diseño de tomacorrientes del primer piso

Áreas	DIAGNÓSTICO		REDISEÑO	
	Número de Tomacorrientes	Potencia (W)	Número de Tomacorrientes	Potencia (W)
Aula de computación	12	2400	12	2400
Auditorio	16	3200	14	2800
Bodega del auditorio	6	1200	6	1200
Cuarto de limpieza	1	200	-	-
Baño 1 del auditorio	-	-	-	-
Baño 2 del auditorio	-	-	-	-
Baños de los estudiantes	-	-	-	-
Aula de primer grado	5	1000	5	1000
Aula de segundo grado	5	1000	5	1000
Total	45	9000	42	8400

Fuente: (Autor, 2023).

TABLA 3.6 Diseño de tomacorrientes del segundo piso

Áreas	DIAGNÓSTICO		REDISEÑO	
	Número de Tomacorrientes	Potencia (W)	Número de Tomacorrientes	Potencia (W)
Aula de arte	5	1000	5	1000
Aula de tercer grado	5	1000	5	1000
Aula de cuarto grado	5	1000	5	1000
Aula de quinto grado	5	1000	5	1000
Aula de sexto grado	5	1000	5	1000
Aula de séptimo grado	5	1000	5	1000
Aula de música	5	1000	5	1000
Salón de profesores	5	1000	5	1000
Baño del salón de profesores	-	-	-	-

Bodega del salón de profesores	2	400	1	200
Sala de espera	3	600	3	600
Secretaría	4	800	4	800
Colecturía	4	800	4	800
Dirección	4	800	4	800
Baño de rectorado	-	-	-	-
Bodega de rectorado	1	200	-	-
Total	58	11600	56	11200

Fuente: (Autor, 2023).

3.2.3 Interruptores

Los interruptores deben estar preferentemente en un lugar tal que se pueda manipular a simple vista. El capítulo 15: 15.1.8.7; interruptores, dice que los interruptores deberán instalarse en puntos fácilmente accesibles y su altura de montaje estará comprendida entre 0,80 m y 1,40 m, medida desde el piso. (NEC, 2018)

3.2.4 Conductores en circuitos de iluminación y fuerza

En los circuitos de iluminación el calibre del conductor del neutro debe ser igual al calibre del conductor de la fase, se utiliza el conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 2,5 mm² (14 AWG), para la fase y el neutro. (NEC, 2018)

En los circuitos de fuerza el calibre del conductor del neutro debe ser igual al conductor de la fase y en los circuitos de tomacorrientes se utiliza el conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 4 mm² (12 AWG), para la fase y el neutro. (NEC, 2018)

3.2.5 Cálculo de intensidad de los interruptores termomagnéticos

Para determinar la capacidad de los dispositivos de protección, se lo realizará mediante el criterio de cargas continuas y no continuas, mediante el seguimiento de la normativa NEC. Como ejemplo se tomará como referencia el circuito de fuerza C4 del tablero de distribución TD-01, el cual tiene los siguientes datos: 4 salidas con una potencia de 200 Watt, factor de potencia 0.95 y un voltaje de 120V.

$$p_T = 800 \text{ W}$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{P}{S} = S = \frac{P}{\text{Cos}\phi} \quad (\text{EC. 1})$$

Donde:

$\cos\phi$ = Factor de potencia

P = Potencia activa

S = Potencia aparente

$$S = \frac{800 W}{0.95}$$

$$S = 842.10 VA$$

La siguiente fórmula permite determinar la intensidad para dimensionar el interruptor termomagnético.

$$S = V * I = I = \frac{S}{V} \quad (\text{EC. 2})$$

Donde:

S = Potencia Aparente

V = Voltaje

I = Intensidad

$$I = 7.01 A$$

Dimensionamiento del interruptor termomagnético.

$$I_D = 7.01 A * 125\% = 8.76 A$$

I_D = Intensidad de diseño

La norma NEC menciona que el calibre del cable eléctrico tiene soportar por lo menos el 125 % del valor de la corriente de la protección del circuito, por ende, el resultado cumple con lo mencionado.

Cabe mencionar que el interruptor termomagnético o breaker protege al conductor.

A continuación, en la Tabla 3.7 se indica la intensidad nominal de protección de los interruptores termomagnéticos para cada uno de los circuitos de fuerza e iluminación.

TABLA 3.7 Protecciones para los circuitos

Circuito	Intensidad nominal de las protecciones
Fuerza	1P-20
Iluminación	1P-15

Fuente: (Autor, 2023).

3.2.6 Cálculo del número de conductores en tuberías

Para determinar el número de cables eléctricos que puede albergar una tubería lo conseguimos mediante el factor de relleno (Fr) el cual nos indica el área transversal de las tuberías y se da la siguiente forma:

$$F = \frac{S}{A} \quad (\text{EC. 3})$$

Donde:

F =Factor de relleno

S =Área total de los conductores

A = Área del espacio interior del tubo mm^2 o plg^2

En las Tablas 3.8 hasta la Tabla 3.9 se indica el factor de relleno y la sección transversal que serán necesarios para realizar los calculo para determinar el número de conductores en tuberías, teniendo los siguientes valores establecidos:

TABLA 3.8 Sección trasversal de conductores

Calibre (AWG)	Sección transversal mm^2
14	2.08
12	3.31
10	5.26
8	8.367

Fuente: (Electrocable, 2018)

TABLA 3.9 Factor de relleno para conductores

Porcentaje	Factor de relleno
53%	Para un conductor
31%	Para dos conductores
40%	Para más de dos conductores

Fuente: (Pernia, 2018)

A continuación, se realiza el cálculo del área total de los conductores, esto permite determinar el espacio que ocupara los cables eléctricos dentro de la tubería. Como ejemplo se tomará como referencia el cuadro de carga TD-01 C2 y C5, el cual alberga dos conductores calibre # 14, dos conductores calibre # 12 y un conductor calibre #10. Su sección transversal es la siguiente.

$$S = (2 * 2.08) + (2 * 3.31) + (1 * 5.26)$$

$$S = 16.04 \text{ mm}^2$$

Debido a que el número de conductores es mayor a cuatro, el porcentaje del factor de relleno permitido es de 40%, con lo cual el área del tubo PVC será de:

$$F = \frac{16.04 \text{ mm}^2}{0.4}$$

$$F = 40.1 \text{ mm}^2$$

De acuerdo con la tabla en el Anexo F, para este caso la tubería será de 1/2 pulgada para dos conductores # 14 THHN, dos conductores # 12 THHN y un conductor # 10 THHN.

3.2.7 Nomenclatura de los tableros eléctricos

Para la distribución de los circuitos se deben modificar los tableros de distribución y crear un tablero general, los circuitos de fuerza y los de iluminación tienen que ser independientes y tener una protección individual cumpliendo con lo indicado por la Normativa Ecuatoriana de Construcción. En la figura 3.4 se puede observar la nomenclatura para el etiquetado de los distintos tableros.

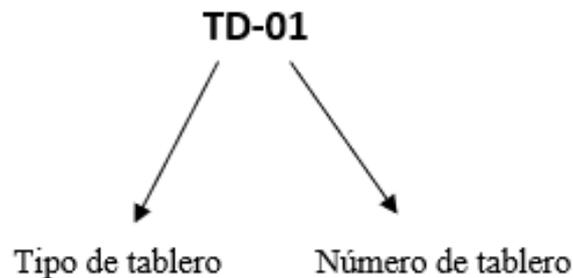


Fig. 3.4 Nomenclatura de los tableros

Fuente: (Autor, 2023).

A continuación, en la tabla 3.10 se muestra la nomenclatura para el etiquetado de los tableros del plantel educativo, quedando de la siguiente manera.

TABLA 3.10 Etiqueta de los tableros de distribución

Etiquetado de los tableros del establecimiento	
Nombre del tablero	Código del tablero
Tablero principal	T. P
Tablero de distribución 1	T.D-01
Tablero de distribución 2	T.D-02
Tablero de distribución 3	T.D-03
Tablero de distribución 4	T.D-04
Tablero de distribución 5	T.D-05
Tablero de distribución 6	T.D-06
Tablero de distribución 7	T.D-07
Tablero de distribución 8	T.D-08

Fuente: (Autor, 2023).

3.2.8 Diseño del tablero principal

La presencia de un tablero general es necesario para controlar todo el sistema eléctrico de la edificación, la ubicación de tablero debe ser a un costado del medidor eléctrico, para el diseño se considera 1 tablero general y 8 de distribución los cuales estarán acogidos al cumplimiento de las normas. A continuación, en la Tabla 3.11 se indica su distribución de los circuitos.

TABLA 3.11 Diseño del tablero principal

N°	Descripción	Protección (A)	N°	Descripción	Protección (A)
	Línea 1			Línea 2	
1	Circuito 1: Alimentación tablero de distribución 1	40	2	Circuito 2: Alimentación tablero de distribución 2	40
3	Circuito 3: Alimentación tablero de distribución 3	40	4	Circuito 4: Alimentación tablero de distribución 4	40
5	Circuito 5: Alimentación tablero de distribución 5	40	6	Circuito 6: Alimentación tablero de distribución	40
7	Circuito 7: Alimentación tablero de distribución 7	40	8	Circuito 8: Alimentación tablero de distribución 8	40

Fuente: (Autor, 2023).

El tablero principal presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 8 servicios

- Alimentación principal es de 2 fases + neutro, los conductores son de cobre, calibre #6 AWG tipo THHN

3.2.9 Cuadros de carga de los nuevos tableros de distribución

La distribución de los circuitos de cada uno de los tableros fue diseñada para equilibrar las cargas modificando los tableros existentes, en la Figura 3.5 se puede observar el cuadro de carga TD-01, en el cual se realizó los cálculos anteriormente mencionados.

CUADRO DE CARGA TD-01													
Tablero:	TD-01												
Tamaño:	Monofásico-6 Espacios	ALIMENTADOR:	8(F)-8(N)-10(T)AWG										
Protección:	Brescker 1P-40A	TUBERIA:	3/4"										
Voltaje:	120V												
N°	Designación de Circuitos	Voltaje (V)	Fase Cant.	Puntos Cant.	P. Unitaria (W)	P. Circuito (W)	F. de Potencia	Carga Instalada (VA)	Corriente (A)	125% P. Circuito	Protecciones	Conductor AWG	Tubería Pulgadas
1	ILUMINACION (C1)-L. COMPUTACION	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
2	ILUMINACION (C2)-PASILLO ENTRADA	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
3	ILUMINACION (C3)-GRADAS 1	120	1	3	40	120	0,95	126,32	1,05	1,32	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
4	TOMACORRIENTES (C4)-L. COMPUTACION	120	1	4	200	800	0,95	842,11	7,02	8,77	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
5	TOMACORRIENTES (C5)-L. COMPUTACION	120	1	4	200	800	0,95	842,11	7,02	8,77	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
6	TOMACORRIENTES (C6)-L. COMPUTACION	120	1	4	200	800	0,95	842,11	7,02	8,77	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
Carga total instalada							3000	3157,89	26,32				

Fig. 3.5 Cuadro de carga del tablero de distribución 1

Fuente: (Autor, 2023).

En el anexo G se puede observar la distribución de los circuitos de fuerza e iluminación de cada tablero de distribución y la cantidad de puntos que contiene cada uno, además de su carga instalada, protección, corriente, número de conductor y el tamaño de tubería.

3.2.10 Cálculo de la caída de voltaje

La caída de voltaje en conductores que son destinados a iluminación y fuerza no deben superar los valores del 3 % que menciona la Norma Ecuatoriana de la Construcción. A continuación, para el cálculo de la caída de voltaje se eligió como ejemplo el circuito de tomacorrientes (C8) alojado en el panel de distribución 3 debido a que posee una distancia considerable.

$$\% \Delta = \frac{k * I * L}{S * V} \quad (\text{EC. 4})$$

Donde:

- $\% \Delta$ = Factor de potencia
- k = Constante; 4 sistema monofásico 2 hilos (F + N)
- I = Intensidad
- L = Longitud
- S = Sección transversal del conductor
- V = Voltaje

Datos:

V= 120V, I= 7.02 A, L=20 m, S=3.31, K=4

$$\% \Delta = \frac{4 * 7.02 * 20}{3.31 * 120}$$

$$\% \Delta = 1.41\%$$

El circuito de tomacorrientes (C8) del tablero de distribución 3 tiene una caída de voltaje del 1,41% el cual no excede el 3%

3.2.11 Planos unifilares

Los planos unifilares del rediseño se muestran en el Anexo H, en el que se identifica la nueva distribución de los circuitos de fuerza e iluminación que se proponen para equilibrar la carga de las fases de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de Construcción.

3.2.12 Planos eléctricos

El plano eléctrico del rediseño se aprecia en el Anexo I, en el que se observa los nuevos cambios realizados de cada circuito pertenecientes a los diferentes tableros de distribución de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de Construcción.

3.2.13 Red de telecomunicación

Como se mencionó en el capítulo 2, la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome cuenta con dos líneas de las empresas CNT y Claro. Con el diseño de los nuevos planos eléctricos la estructura o recorrido de las líneas de internet y telefonía no deberían de cambiar debido a que la red se realiza en base a las normas y especificaciones técnicas de las empresas suministradoras del servicio y las necesidades de los abonados. Sin embargo, es necesario colocar un punto de teléfono adicional en el área de colecturía para que la administración tengan una mejor comunicación entre ellos, además de agregar más repetidores de señales wifi para una mayor cobertura y por ende mayor velocidad. En el Anexo J se puede observar la ubicación de lo antes mencionado.

3.2.14 Diseño de la puesta a tierra

En el diagnóstico realizado de las instalaciones eléctricas internas de la Unidad Educativa Inocencio Jácome, el sistema de puesta a tierra es ineficiente, por lo cual se optó por el sistema TT (las carcasas están conectadas a tierra) lo que quiere decir que no está conectado a la puesta a tierra del transformador, para esto fue necesario realizar la medición de la resistencia del suelo para un diseño adecuado. Como se observa en Figura 3.6.



Fig. 3.6 Medición de la resistencia del suelo

Fuente: (Autor, 2023)

Los datos se muestran a continuación:

TABLA 3.12 Datos de la medición del suelo

Descripción	Elementos conectados	Medición
Resistencia del suelo (método Wenner)	<ul style="list-style-type: none"> • 4 picas • Soterramiento de picas 20 cm • Distancia entre picas 2m 	6.6 Ω

Fuente: (Autor, 2023)

En la tabla 3.12 se indica la medición de la resistencia del suelo realizada mediante el método de Wenner o también conocida como el de las 4 puntas, obteniendo como resultado 6.6Ω, de acuerdo con la medición el valor en obtenido no se encuentra entre los rangos de resistencia aceptable, ya que de acuerdo con la norma IEEE Std 142-2007, el valor de la resistencia del suelo debe ser menor a 5Ω para edificios e instalaciones grandes.

3.2.14.1 Cálculos para el diseño de puesta a tierra

Para el cálculo es necesario utilizar fórmulas de la resistividad, que están establecidas en la norma IEEE Std 80-2013. El cual se determinará mediante la siguiente ecuación.

$$\rho = \frac{2\pi L_r R}{\ln\left(\frac{4L_r}{d}\right) - 1} \quad (\text{EC. 5})$$

ρ = Resistividad

L_r = Longitud de la varilla = 1.8m

R = Resistencia medida = 6.6Ω

$d = \text{Diámetro de la varilla} = 16 \text{ mm}$

$$\rho = \frac{2\pi * 1.8m * 6.6\Omega}{\ln\left(\frac{4 * 1.8m}{0.016m}\right) - 1}$$

$$\rho = 14.61\Omega * m$$

Para reducir la resistencia en la malla a tierra se realiza el diseño con cuatro electrodos, para ello deben estar colocados de tal manera que forman un cuadrado. En la Figura 3.7 se muestra el diseño donde deben estar ubicados los electrodos de la puesta a tierra.

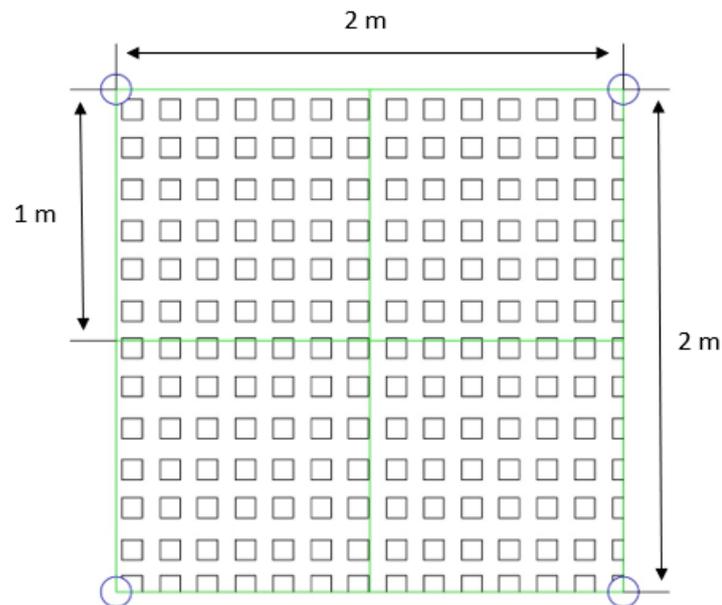


Fig. 3.7 Diseño de la malla de puesta a tierra

Fuente: (Autor, 2023).

La siguiente fórmula de la norma IEEE Std 80-2013 permite determinar la resistencia de la malla de puesta a tierra.

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] \quad (\text{EC. 6})$$

ρ = Resistividad = $12.86 \Omega * m$

L_T = longitud total del conductor = 12m

A = Área de la malla de puesta a tierra = $4m^2$

H = Profundidad de aterramiento = 0.8m

$$R_g = 3.43\Omega$$

Mediante los parámetros y con base a la ecuación 6, se determinó el valor de la resistencia de malla de puesta a tierra obteniendo un valor $R_g = 3.43 \Omega$, cumpliendo con la normativa IEEE Std 142-2007, donde el valor deber ser menor a los 5 ohmios.

3.2.14.2 Calibre del conductor para la malla de puesta a tierra

Para el calibre del conductor de tierra la Norma Eléctrica de la Construcción en el apartado 8.5.2 conductores menciona, el calibre del conductor de puesta a tierra se obtiene de acuerdo con la sección del conductor de la acometida.

El conductor de la acometida es el No. 6 AWG, por lo tanto, el conductor de la malla de puesta a tierra será de cobre calibre 1/0 AWG, donde los cables tienen que ser conectados mediante soldadura exotérmica, el cual además estarán unidos con las 4 varillas Cooperweld de 1.8 m de longitud por 16mm de diámetro.

3.2.14.3 Calibre del conductor de tierra para los tomacorrientes

Para determinar el calibre del conductor de tierra se utiliza la tabla de la figura 3.8

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de:	Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil)	
	Conductor de cobre	Conductor de aluminio
(A)		
15	2,08 (14)	---
20	3,31 (12)	---
30	5,26 (10)	---
40	5,26 (10)	---
60	5,26 (10)	---
100	8,37 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,2 (4)
300	21,2 (4)	33,6 (2)
400	33,6 (2)	42,4 (1)

Fig. 3.8 Calibre del conductor de tierra para los tomacorrientes

Fuente: (NEC, 2018)

De acuerdo con la norma NEC, para determinar el calibre del conductor de puesta a tierra se debe conocer el valor de la protección principal, en la Unidad Educativa Inocencio Jácome la protección principal es de 60 A, por lo tanto, el calibre del conductor de puesta a tierra para los tomacorrientes es de 10 AWG.

3.3 Costo total del rediseño

El presupuesto referencial que se realizó de los materiales son precios que se obtuvieron en la página Comercial Kywi en el mes de Julio del 2023 como se aprecia en la Tabla 3.13.

TABLA 3.13 Costo del rediseño

PRESUPUESTO REFERENCIAL				
DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO C/U	TOTAL
INTERRUPTORES Y TOMACORRIENTES				
Interruptor simple	43	C/U	2.49	\$107.07
Conmutador simple	4	C/U	2.71	\$10.84
Tomacorriente doble	98	C/U	1.80	\$176.40
TABLERO ELÉCTRICO Y PROTECCIONES				
Tablero bifásico, 8 servicios, montaje tipo superficie/empotrada	1	C/U	39.50	\$39.50
Tablero monofásico, 6 servicios, montaje tipo superficie/empotrada	4	C/U	25.50	\$102.00
Tablero monofásico, 8 servicios, montaje tipo superficie/empotrada	4	C/U	32.60	\$130.40
Interruptor Termomagnético 1P- 15 A marca Schneider	30	C/U	5.55	\$166.50
Interruptor Termomagnético 1P- 20 A marca Schneider	23	C/U	5.55	\$127.65
Interruptor Termomagnético 1P- 40 A marca Schneider	8	C/U	6.15	\$49.20
Interruptor Diferencial bifásico 2P- 60 A marca Schneider	1	C/U	36.97	\$36.97
CONDUCTORES				
Conductor de cobre tipo THHN #12 AWG	10	100 m	48.90	\$\$\$489.00
Conductor de cobre tipo THHN #14 AWG	10	100 m	35.00	\$350.00
Conductor de cobre tipo THHN #10 AWG	10	100 m	80.00	\$800.00
Tubo pvc ½"	500	1 m	1.09	\$545.00
PUESTA A TIERRA				
Conductor de cobre tipo THHN # 1/0 AWG	12	1 m	6.00	\$72.00
Varillas Copperweld (5/8" x1.80m)	4	C/U	11.00	\$44.00
Conectores de bronce	4	C/U	1.10	\$4.40
Soldadura exotérmica	5	U	8.00	\$40.00
LUMINARIAS				
Luminaria C10-R625X625 LED 5000 8403XSU	162	C/U	18.99	\$3,076.38
PRECIO DE MATERIALES				
TOTAL			USD	\$6.367,31
MANO DE OBRA				

Punto de tomacorriente	98	pto	15.00	\$1,470.00
Punto de Iluminación	162	pto	21.00	\$3,402.00
TOTAL			USD	\$4,872.00
PRECIO TOTAL DE MATERIALES Y MANO DE OBRA			USD	\$11,239.31

Fuente: (Autor, 2023)

Los valores de costo de mano de obra están referenciados de acuerdo con el GAD de San Antonio en base al análisis de precios unitarios (Apu), estos precios cambian dependiendo del municipio en donde se llevan a cabo los proyectos.

3.4 Análisis del rediseño obtenido

El rediseño eléctrico está enfocado en actualizar el diseño eléctrico existente, este rediseño fue elaborado con todos los criterios técnicos, normas y códigos de seguridad para cumplir con el objetivo de tener un sistema eléctrico eficiente enfocado en el ahorro de energía.

Este rediseño está enfocado en mejorar la iluminación de todas las áreas y disminuir el consumo eléctrico, con una correcta distribución y selección de tipo de luminarias para que cumpla con lo establecido en la normativa ecuatoriana de la construcción. Se realizó algunas modificaciones en el número de puntos de tomacorrientes de los circuitos de fuerza según las necesidades que requería cada área de la escuela.

Se distribuyeron las cargas correctamente para balancear las fases, además de dimensionar adecuadamente las protecciones de los diferentes circuitos de cada tablero de distribución y seleccionar el dimensionamiento del conductor apropiado para los circuitos de fuerza e iluminación.

Para que la instalación eléctrica sea segura para proteger a estudiantes, profesores y personal administrativo de descargas eléctricas, se utilizó la norma IEEE Std 80-2013 debido a que se utilizan cálculos simplificados y fáciles de desarrollar para el diseño de la malla de puesta a tierra.

Al realizar este capítulo se pudo realizar los nuevos planos eléctrico y unifilares con los cambios sugeridos y cumpliendo con la normativa vigente, se podrá identificar los circuitos por colores además de contener una leyenda donde se explica su nomenclatura de cada circuito para su fácil entendimiento.

Conclusiones

- Al recopilar información de trabajos y libros de instalaciones eléctricas, se determinaron conceptos muy importantes para tomar en cuenta a la hora de realizar un rediseño, además se concluyó que la Norma Ecuatoriana de la Construcción proporciona toda la información requerida para la creación de diseños eléctricos como tablas formulas y un listado de simbología para la creación de planos eléctricos.
- La metodología utilizada para el diagnóstico eléctrico permitió obtener un entendimiento del estado actual de las instalaciones eléctricas y sus componentes del centro educativo. Se encontraron diversos inconvenientes, concluyendo que el diseño de las instalaciones eléctricas actuales incumple con la normativa, ya que carecen de protecciones apropiadas, la mayoría de zonas incumplen con el mínimo de nivel de iluminación recomendado, presentan conductores mal dimensionados y no presenta una correcta puesta a tierra.
- El rediseño de las instalaciones eléctricas del establecimiento se basó en la normativa vigente para mejorar la seguridad y la calidad de la infraestructura eléctrica, considerando alternativas como la sustitución de luminarias tipo Led, la incorporación de un tablero general y una distribución adecuada de los circuitos, además de la elaboración de un diseño del sistema de puesta a tierra, entre otras acciones.

Recomendaciones

- Es importante automatizar las instalaciones eléctricas del plantel educativo, debido a que conlleva diversas ventajas, como la mejora de la calidad de vida. La domótica aumenta la comodidad y eficiencia en un establecimiento, al gestionar dispositivos que simplifican la vida cotidiana como el accionar un botón para que se abra o se cierren las cortinas o la programación de encendido y apagado de las luces para ahorrar energía.
- Sería relevante llevar a cabo un análisis con el propósito de evaluar la viabilidad de la instalación de paneles solares. Estos paneles podrían ser utilizados para abastecer el sistema de iluminación con el objetivo de disminuir los gastos mensuales de la planilla de luz y además tener energía cuando las empresas distribuidoras programen cortes del servicio de energía eléctrica.

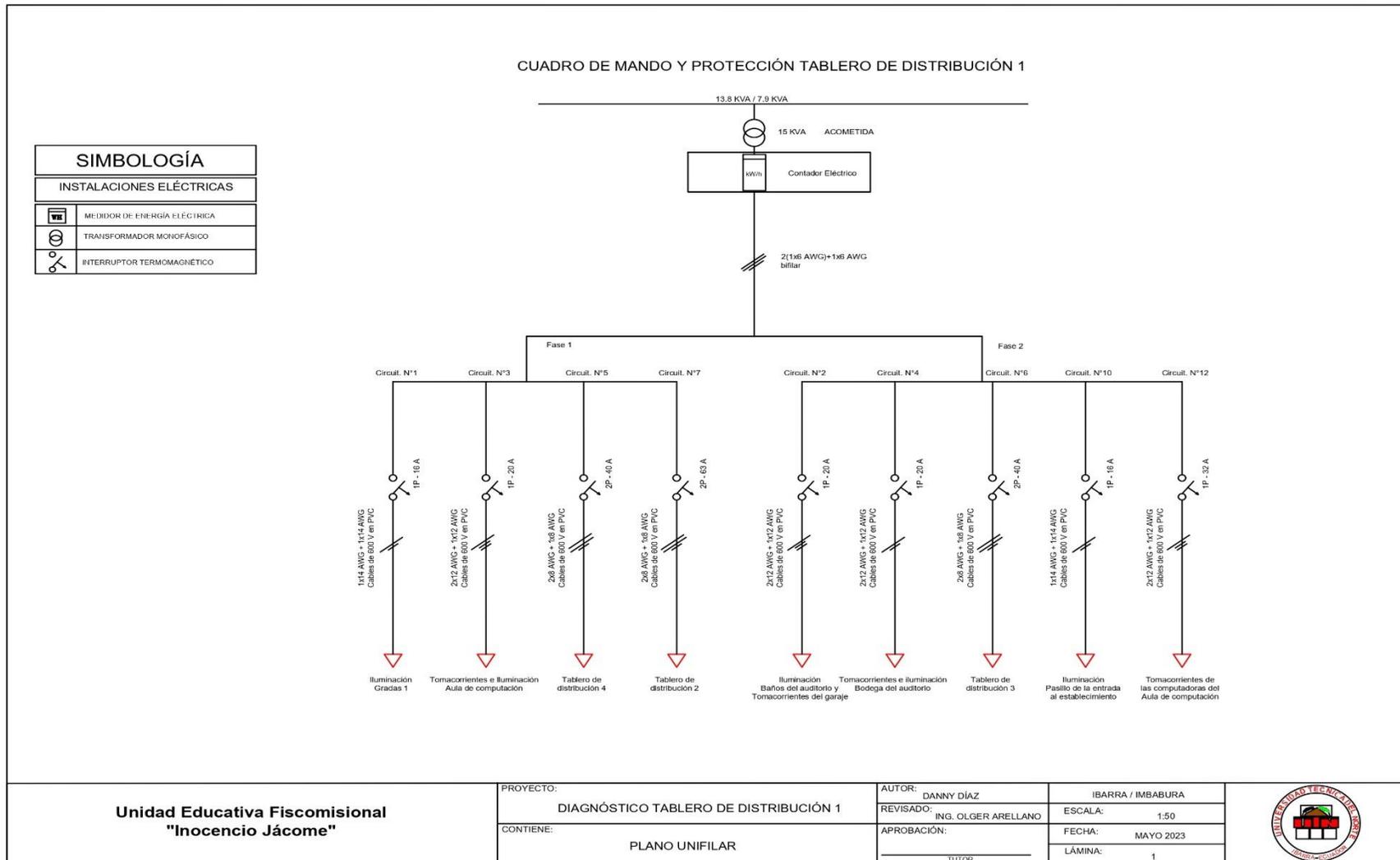
Referencias

- Arboledas, D. (2018). *Electricidad básica*. Madrid: Editorial RA-MA.
- ARCERNNR. (13 de Noviembre de 2020). *Agencia de regulación y control de energía y recursos naturales no renovables*. Obtenido de Calidad del servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica: <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Regulacion-002-20.pdf>
- Barrales, R., Barrales, V., Rodríguez, M., & Vázquez, E. (2020). *Circuitos eléctricos: teoría y práctica*. México: Grupo Editorial Patria.
- Blandino, J., & Zúniga, M. (2 de Octubre de 2018). *Diseño de sistema eléctrico con planta eléctrica de emergencia controlado por PLC en los laboratorios de computación pabellón 11 y electrónica pabellón 21 de la facultad de ciencias e ingenierías de la UNAN-MANAGUA*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/5367/1/14711.pdf>
- DivisionLed. (12 de Febrero de 2021). *Instalación de interruptores y conmutadores*. Obtenido de <https://www.divisionled.com/blog/como-instalar-un-interruptor-simple-y-un-conmutador-b8.html>
- Encinas, D. (17 de Diciembre de 2019). *Estudio Técnico de instalaciones electricas en un edificio de oficinas*. Obtenido de <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/10993>
- Escandón, R. (2018). *Manual de prácticas de electricidad: corriente alterna*. México: Grupo Editorial Éxodo.
- Fluke. (2022). *Cedesa*. Obtenido de <https://www.cedesa.com.mx/fluke/registradores/voltaje/1744/>
- García, S. (Febrero de 2019). *Diseño de una malla de puesta a tierra para una subestación de distribución en condiciones de suelo extremas*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/14808/1/CD-6818.pdf>
- Giménez, V. (2019). *Edificios eléctricos*. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Gómez, J., Gallego, J., & Trujillo, T. (2020). *Instalaciones de puesta a tierra y protección de sistemas eléctricos*. Barcelona: Ediciones Experiencia.
- González, E. (17 de Enero de 2022). *Propuesta de iluminación pública ornamental para los parques Pedro Moncayo y la Merced con sus respectivas iglesias en el centro histórico de la ciudad de Ibarra*. Obtenido de Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11966>
- IEC. (Noviembre de 2017). *Normas IEC*. Obtenido de <https://www.legrand.es/documentos/Guia-Normativas-Potencia-Legrand.pdf>
- INEN. (Octubre de 2015). *Alambres y cables con aislamiento termoplástico*. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2345-1.pdf
- IngenierialReal. (Marzo de 2018). *Instalaciones eléctricas de una casa*. Obtenido de <https://ingenieriareal.com/instalaciones-electricas/>
- ISO. (noviembre de 2015). *Normas ISO*. Obtenido de <https://www.ambit-bst.com/blog/normas-iso.-qu%C3%A9-son-y-cu%C3%A1les-son-las-m%C3%A1s-importantes>

- Medina, F., Virginia, R., & Islas, C. (2017). *Física 3: Electricidad*. México: Grupo Editorial Éxodo.
- Menéndez, A. (2019). *Fundamentos de tecnología electrónica. Volumen I: la corriente continua*. Madrid: Tébar Flores.
- Moreno, F., Zubiaurre, J., & Miralles, J. (2018). *Instalaciones eléctricas interiores*. Cano Pina.
- NEC. (Febrero de 2018). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Obtenido de Instalaciones electricas: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>
- NEMA. (Abril de 2020). *Normas NEMA*. Obtenido de <https://www.nema.org/standards/view/Enclosures-for-Electrical-Equipment>
- Pardillos, S. (2020). *Diseño de la instalación eléctrica de un edificio de viviendas: caso práctico: incluye infraestructura para la recarga de vehículo eléctrico*. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Peralta, K. (15 de Abril de 2018). *Conexión de tomacorrientes eléctricos*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/379421830/Conexion-de-Tomacorrientes-Elctricos#>
- Pernia, A. (29 de Mayo de 2018). *Instalaciones eléctricas en viviendas*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Marino-Pernia/publication/235751982_Instalaciones_electricas_en_Viviendas/links/0fcfd5131e5c794432000000/Instalaciones-electricas-en-Viviendas.pdf
- Pillajo, F. (Enero de 2017). *Rediseño de las instalaciones eléctricas en la escuela fiscal mixta "Juan Genaro Jaramillo"*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17043/1/CD-7626.pdf>
- Pinto, R. (2020). *Calidad de la energía eléctrica*. Jorge Sarmiento Editor - Universitas.
- Queijo, G. (2020). *Fundamentos de tecnología eléctrica*. Madrid: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Román, L. (Marzo de 2019). *Proyecto y diseño de instalaciones en media y baja tensión para un edificio*. Obtenido de Universidad Católica de Santiago de Guayaquil: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5410/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-75.pdf>
- Valencia, P. (28 de Octubre de 2022). *Propuesta de rediseño de las instalaciones electricas del edificio del gobierno autónomo descentralizado del cantón San Miguel de Urcuquí*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13124/2/04%20MEL%20163%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

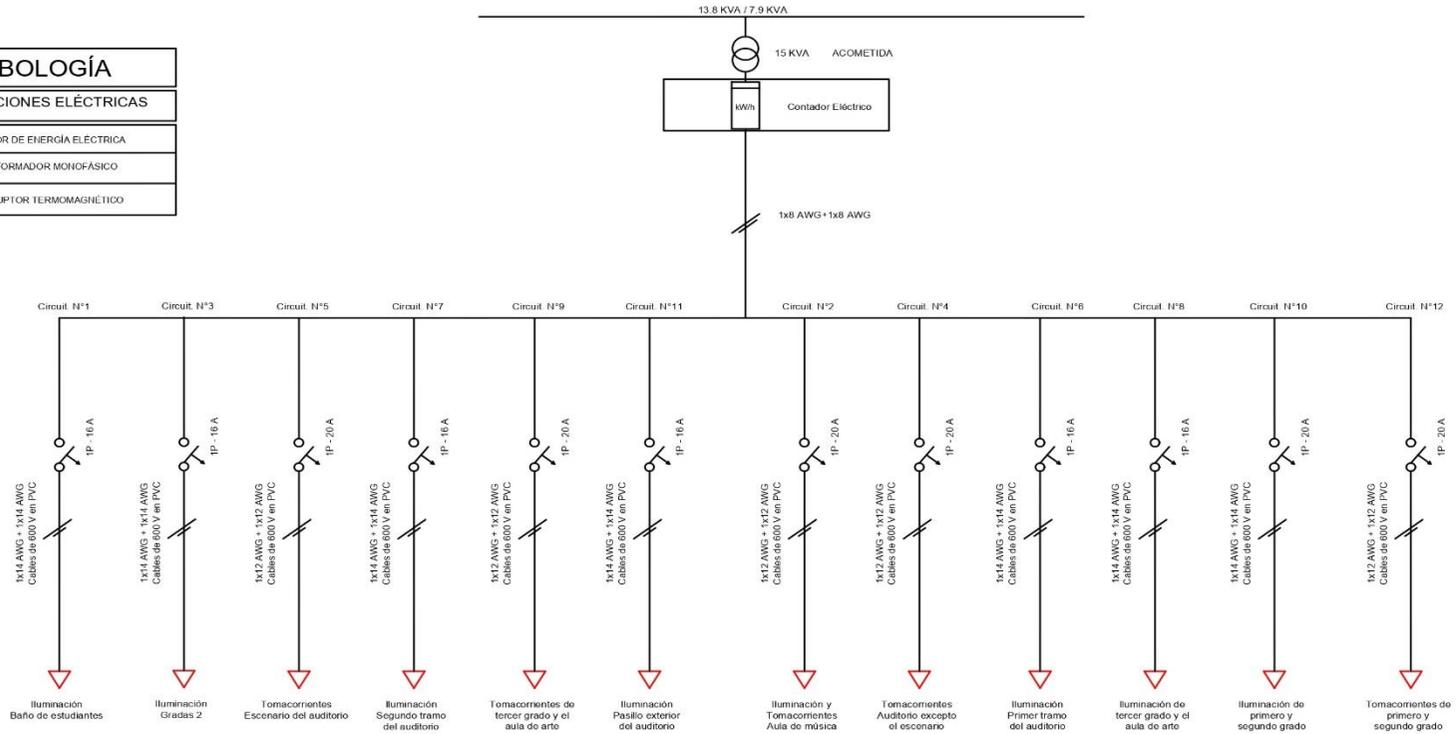
ANEXOS

ANEXO A: DIAGNÓSTICO PLANOS UNIFILARES



CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



**Unidad Educativa Fiscomisional
"Inocencio Jácome"**

PROYECTO:
DIAGNÓSTICO TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2

CONTIENE:
PLANO UNIFILAR

AUTOR: DANNY DÍAZ

REVISADO: ING. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

IBARRA / IMBABURA

ESCALA: 1:50

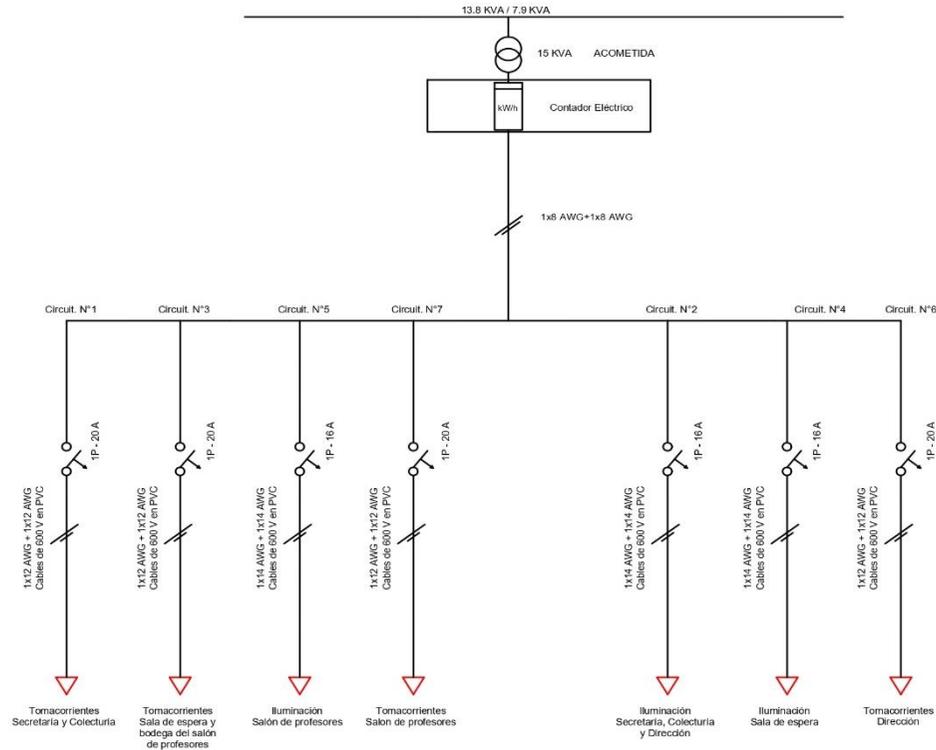
FECHA: MAYO 2023

LÁMINA: 2



CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



Unidad Educativa Fiscomisional
"Inocencio Jácome"

PROYECTO:
DIAGNÓSTICO TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3

CONTIENE:
PLANO UNIFILAR

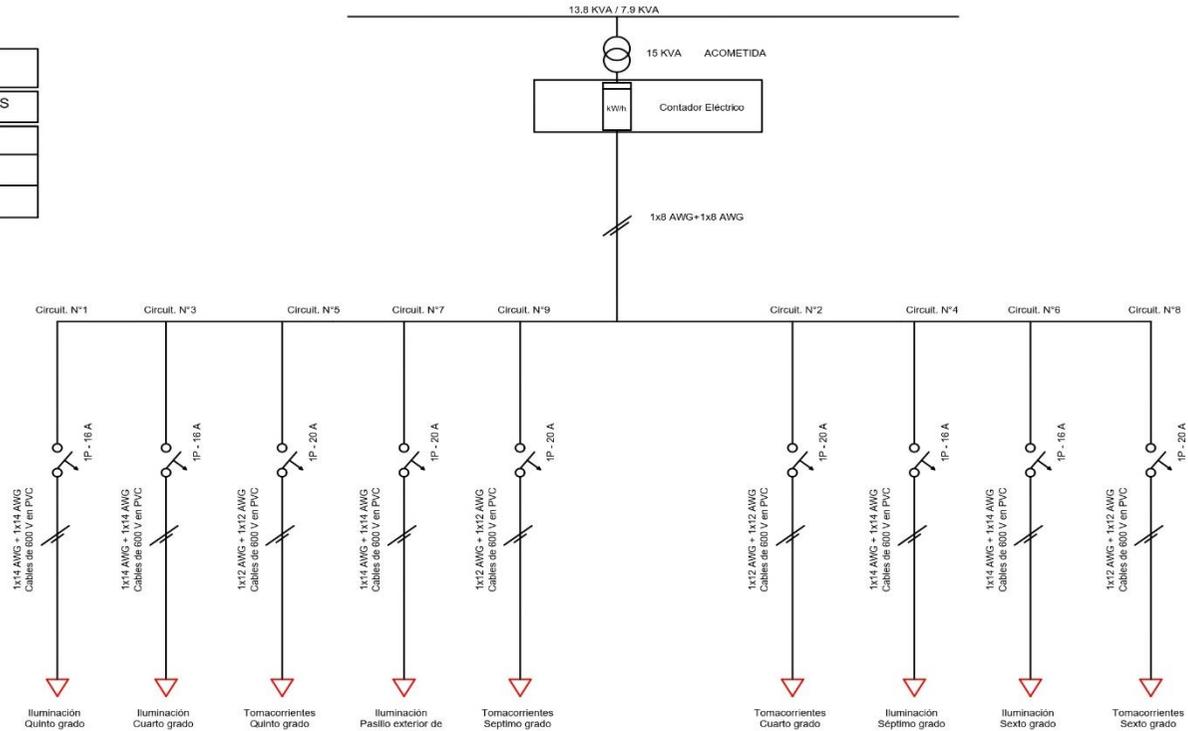
AUTOR: DANNY DÍAZ
REVISADO: ING. OLGER ARELLANO
APROBACIÓN:
TUTOR

IBARRA / IMBABURA
ESCALA: 1:50
FECHA: MAYO 2023
LÁMINA: 3



CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



Unidad Educativa Fiscomisional
"Inocencio Jácome"

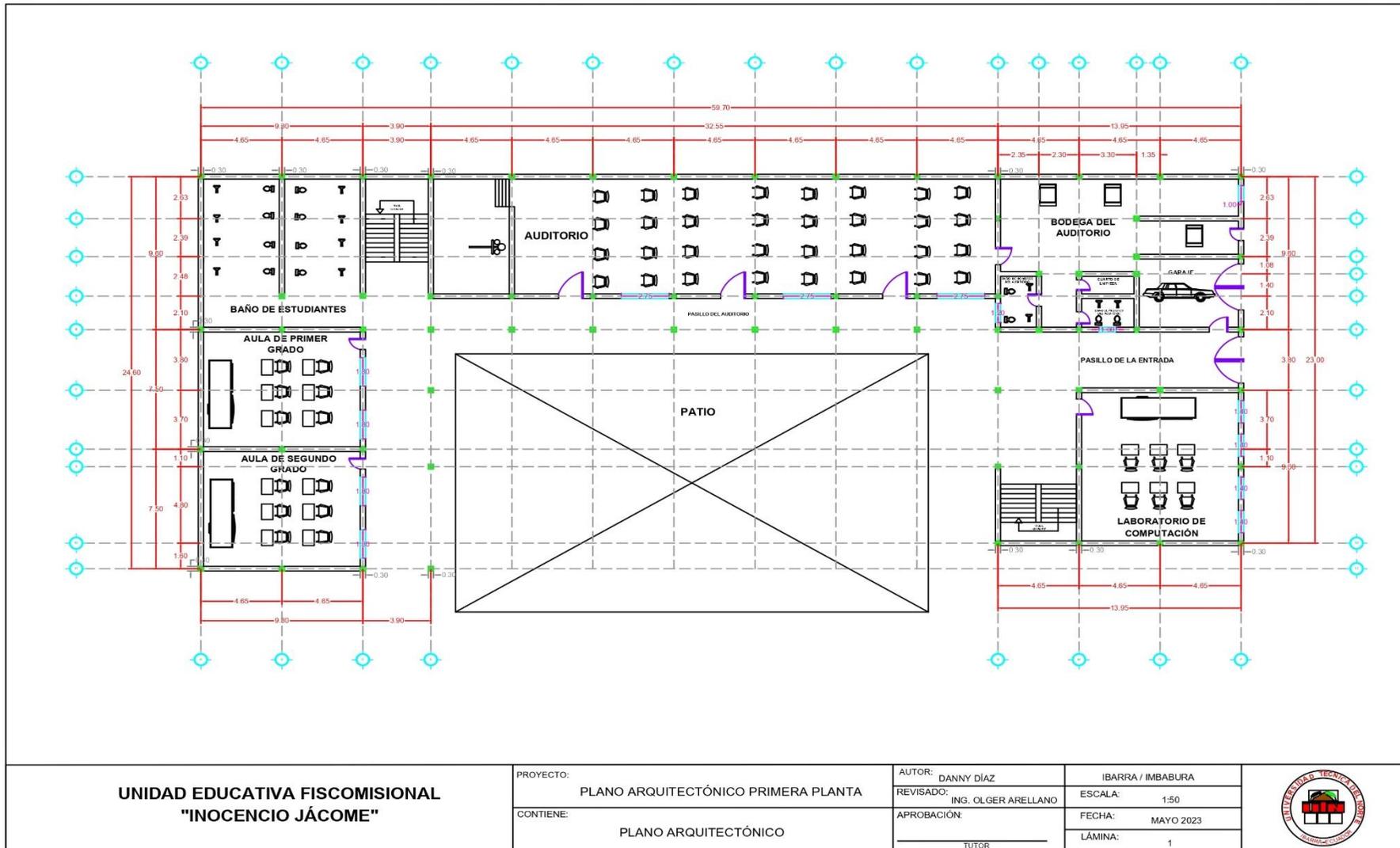
PROYECTO:
DIAGNÓSTICO TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4

CONTIENE:
PLANO UNIFILAR

AUTOR: DANNY DIAZ	IBARRA / IMBABURA
REVISADO: ING. OLGHER ARELLANO	ESCALA: 1:50
APROBACIÓN:	FECHA: MAYO 2023
TUTOR	LÁMINA: 4



ANEXO B: PLANOS ARQUITECTÓNICOS



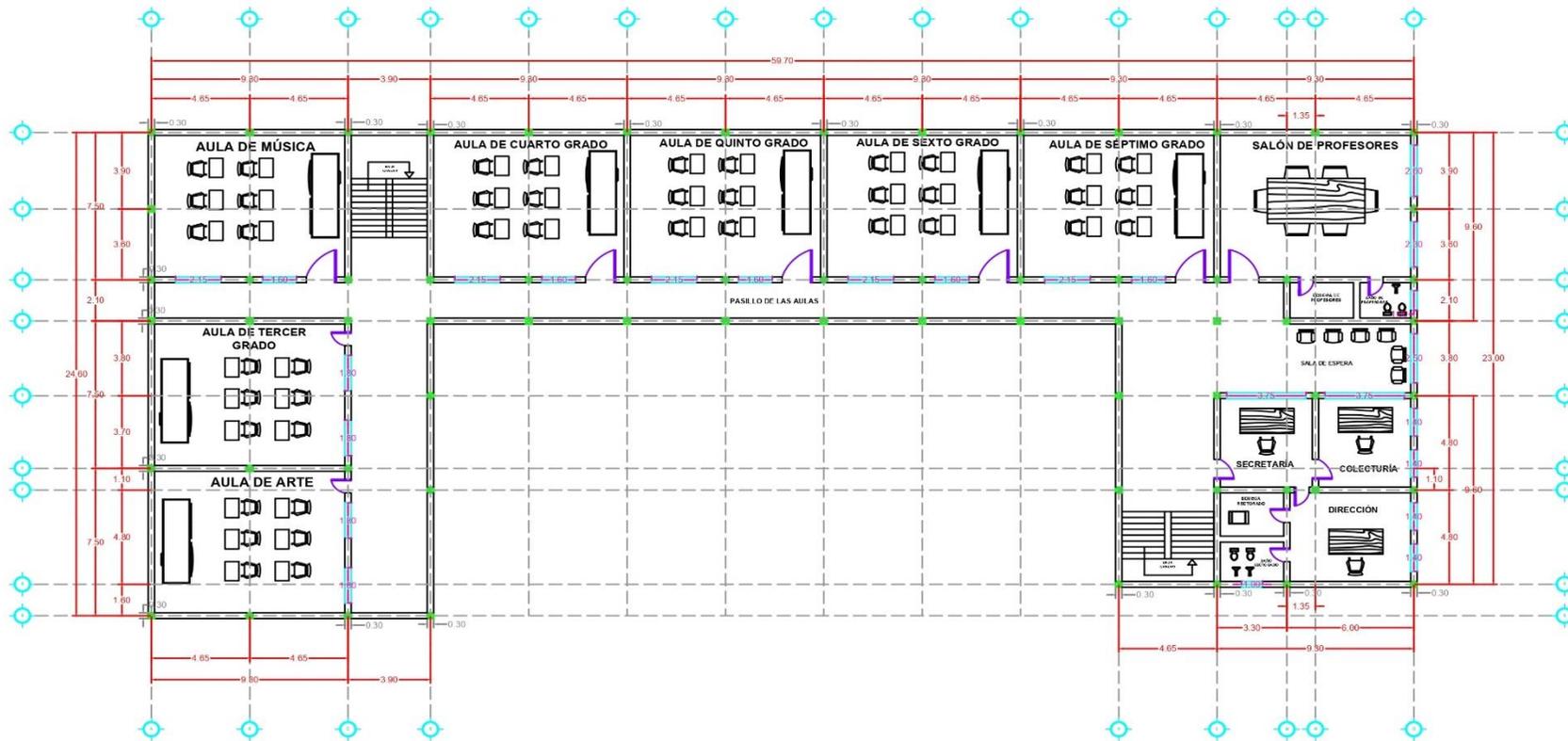
**UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL
"INOCENCIO JÁCOME"**

PROYECTO: PLANO ARQUITECTÓNICO PRIMERA PLANTA
CONTIENE: PLANO ARQUITECTÓNICO

AUTOR: DANNY DÍAZ
REVISADO: ING. OLGIER ARELLANO
APROBACIÓN:
TUTOR

IBARRA / IMBABURA
ESCALA: 1:50
FECHA: MAYO 2023
LÁMINA: 1





**UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL
"INOCENCIO JÁCOME"**

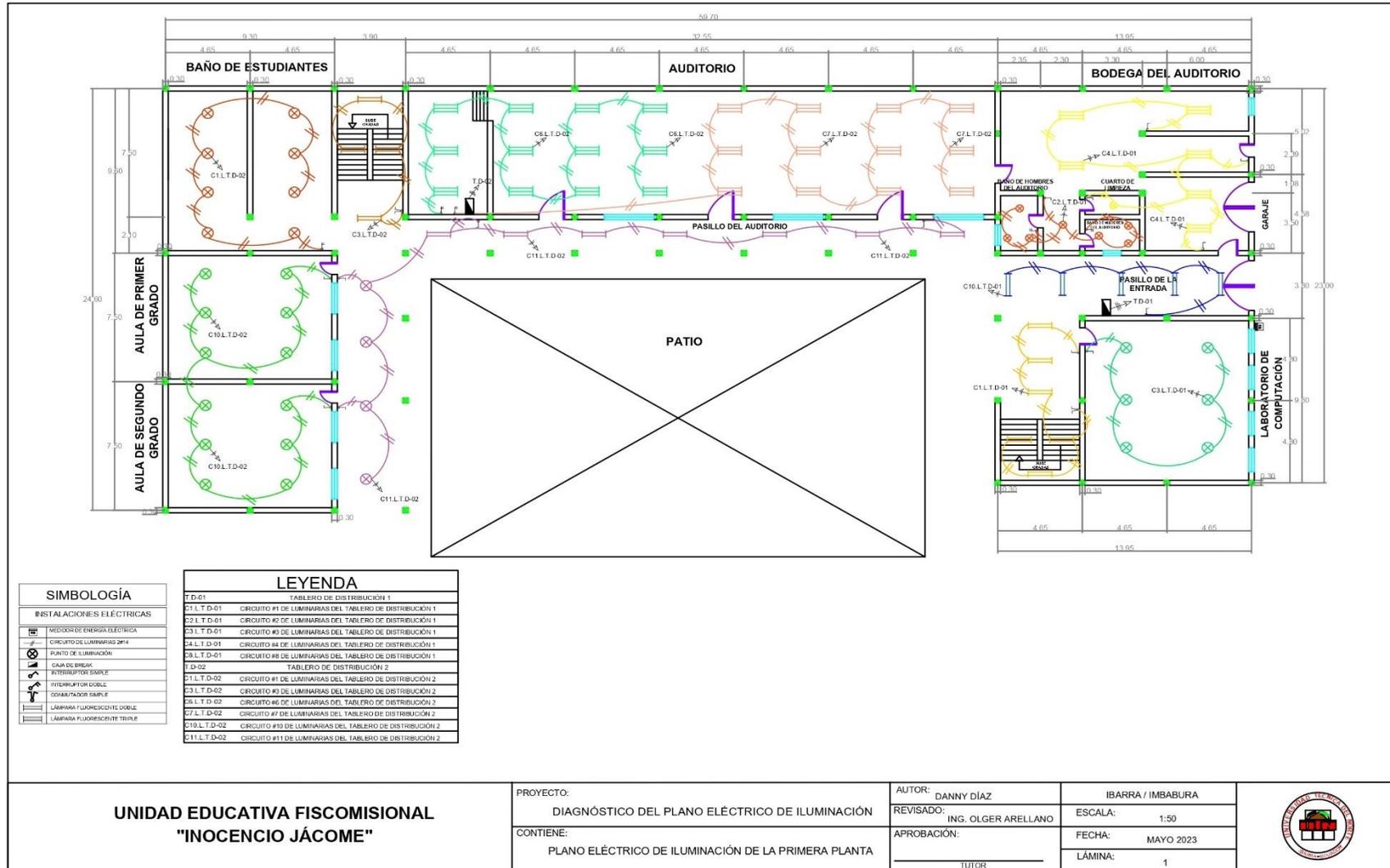
PROYECTO: PLANO ARQUITECTÓNICO SEGUNDA PLANTA
 CONTIENE: PLANO ARQUITECTÓNICO

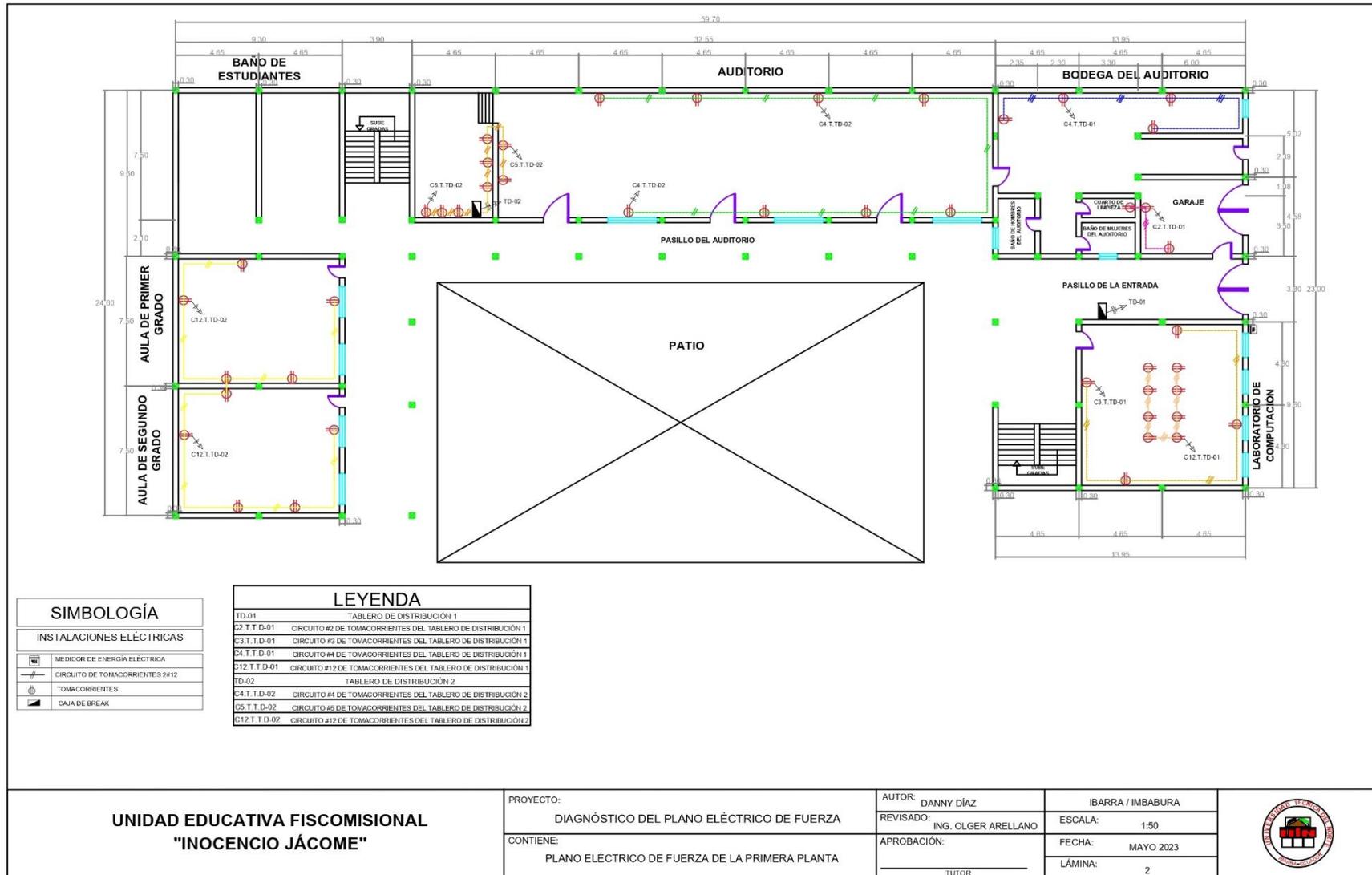
AUTOR: DANNY DÍAZ
 REVISADO: ING. OLGUER ARELLANO
 APROBACIÓN: _____
 TUTOR

IBARRA / IMBABURA
 ESCALA: 1:50
 FECHA: MAYO 2023
 LÁMINA: 2



ANEXO C: DIAGNÓSTICO PLANOS ELÉCTRICOS





SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES #12
	TOMACORRIENTES
	CAJA DE BREAK

LEYENDA	
TD-01	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C2.T.T.D-01	CIRCUITO #2 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C3.T.T.D-01	CIRCUITO #3 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C4.T.T.D-01	CIRCUITO #4 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C12.T.T.D-01	CIRCUITO #12 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
TD-02	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C4.T.T.D-02	CIRCUITO #4 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C5.T.T.D-02	CIRCUITO #5 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C12.T.T.D-02	CIRCUITO #12 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2

**UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL
"INOCENCIO JÁCOME"**

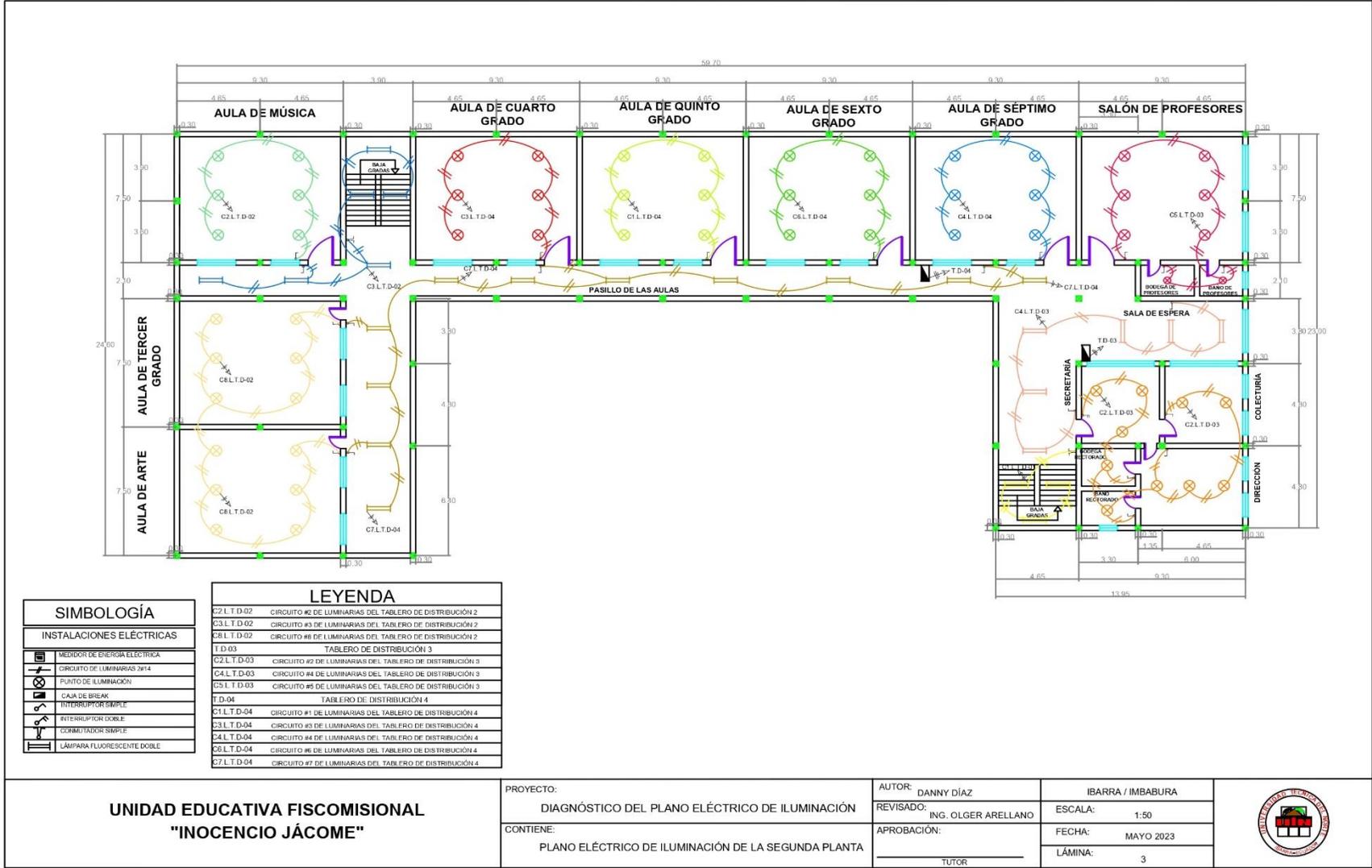
PROYECTO:
DIAGNÓSTICO DEL PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA

CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA DE LA PRIMERA PLANTA

AUTOR: DANNY DÍAZ
REVISADO: ING. OLGER ARELLANO
APROBACIÓN:
TUTOR

IBARRA / IMBABURA
ESCALA: 1:50
FECHA: MAYO 2023
LÁMINA: 2





SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE LUMINARIAS 2x4
	PUNTO DE LUMINACIÓN
	CAJA DE BREAK
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	COMUNICADOR SIMPLE
	LÁMPARA FLUORESCENTE DOBLE

LEYENDA	
C2.L.T.D.02	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C3.L.T.D.02	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C8.L.T.D.02	CIRCUITO #8 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
T.D.03	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C2.L.T.D.03	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C4.L.T.D.03	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C5.L.T.D.03	CIRCUITO #5 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
T.D.04	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C1.L.T.D.04	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C3.L.T.D.04	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C4.L.T.D.04	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C6.L.T.D.04	CIRCUITO #6 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C7.L.T.D.04	CIRCUITO #7 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4

**UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL
"INOCENCIO JÁCOME"**

PROYECTO:
DIAGNÓSTICO DEL PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN

CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN DE LA SEGUNDA PLANTA

AUTOR:
DANNY DÍAZ

REVISADO:
ING. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

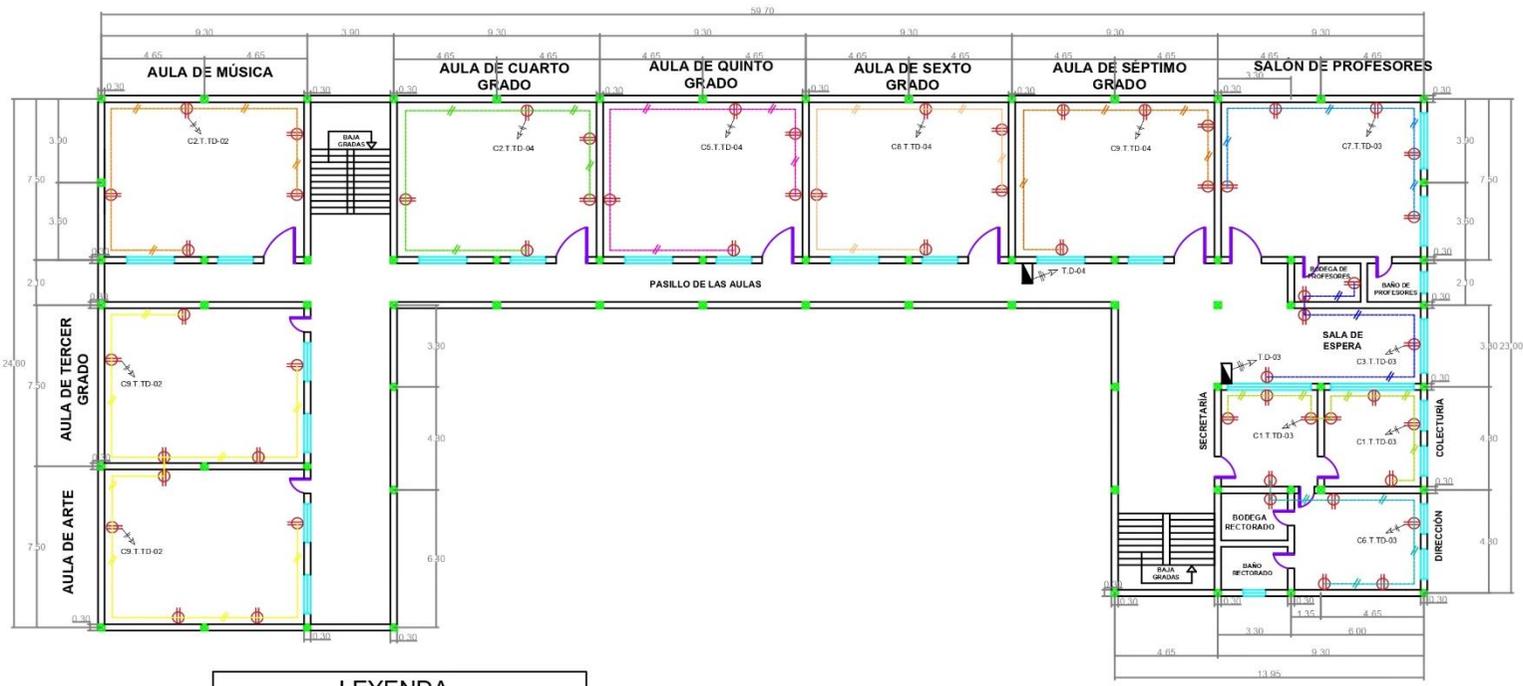
IBARRA / IMBABURA

ESCALA:
1:50

FECHA:
MAYO 2023

LÁMINA:
3





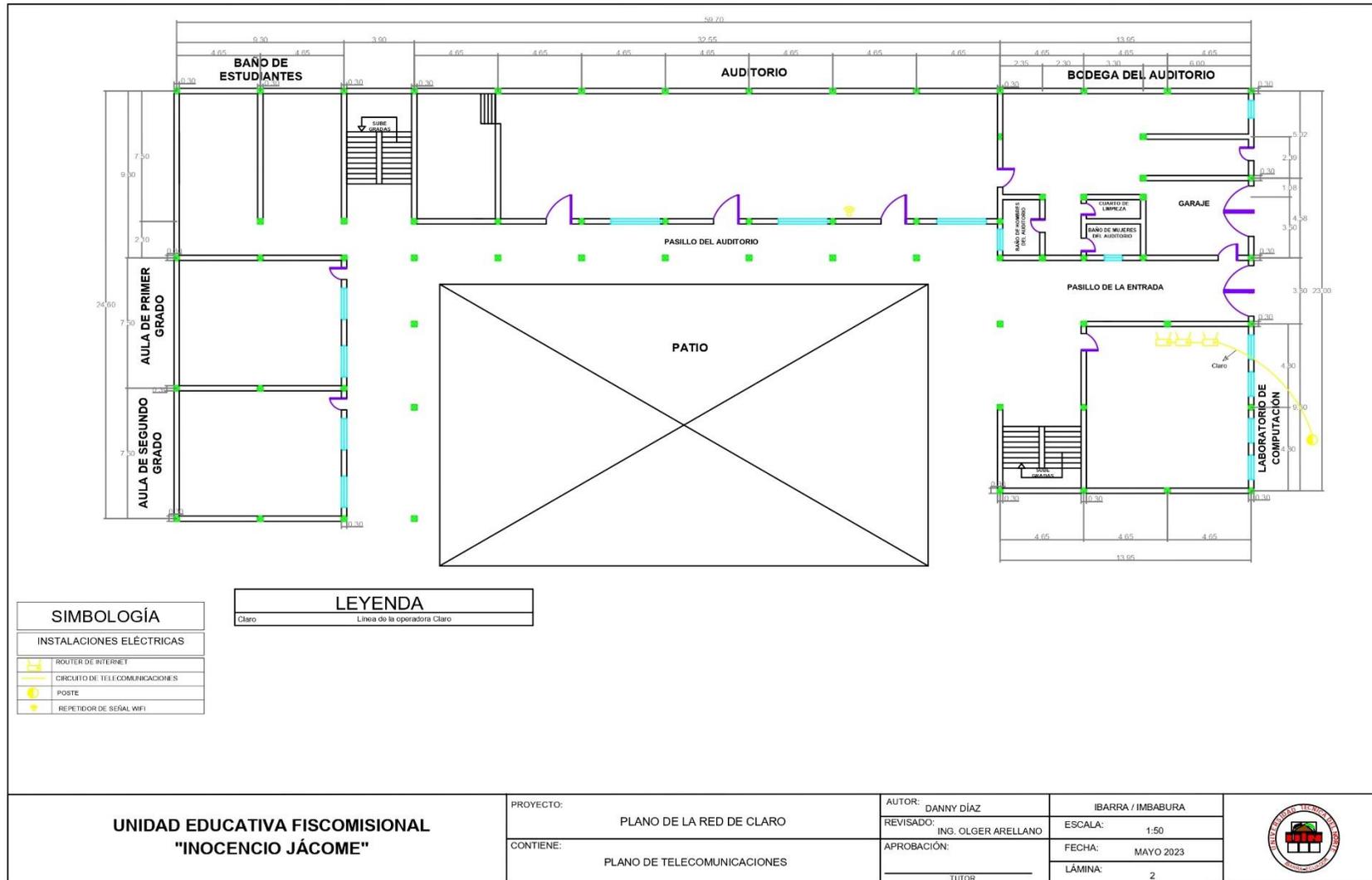
SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES 2#12
	TOMACORRIENTES
	CAJA DE BREAK

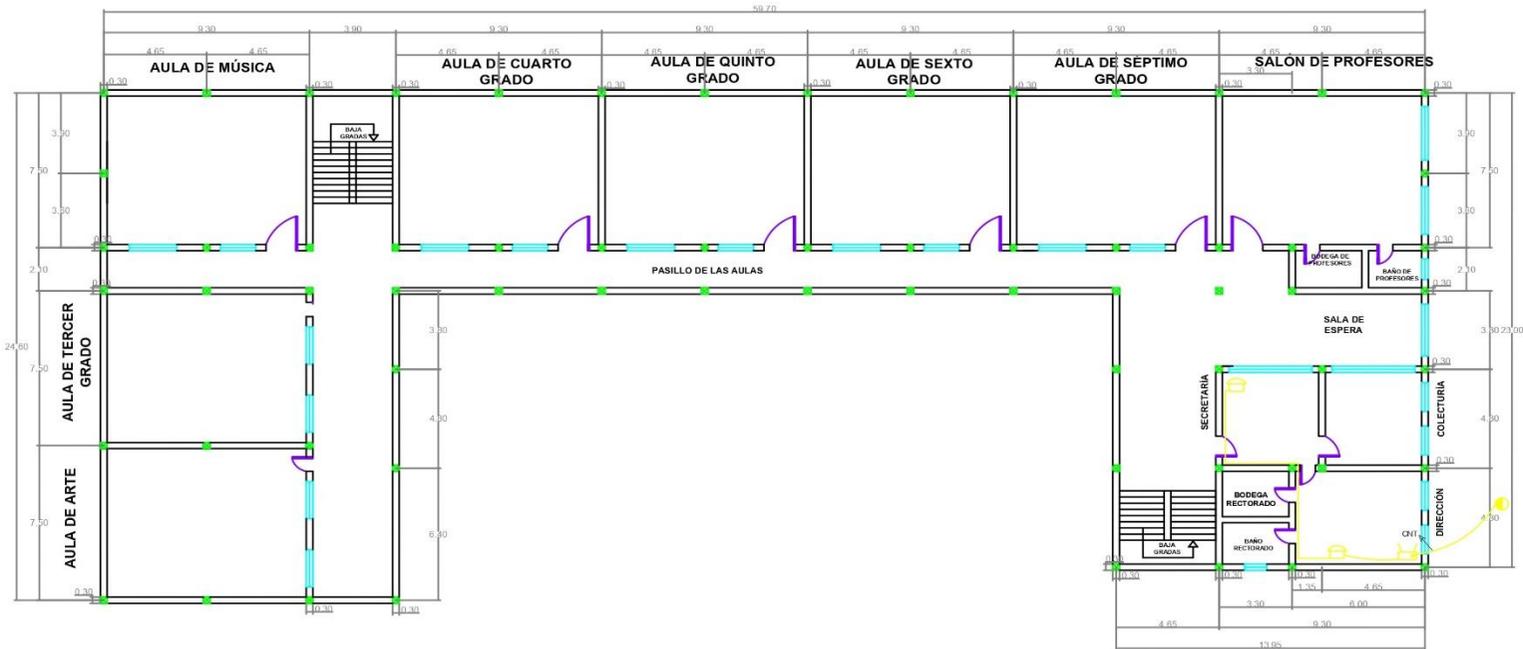
LEYENDA	
C2.T.T.D.-02	CIRCUITO #2 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C9.T.T.D.-02	CIRCUITO #9 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
TD-03	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C1.T.T.D.-03	CIRCUITO #1 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C3.T.T.D.-03	CIRCUITO #3 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C8.T.T.D.-03	CIRCUITO #8 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C7.T.T.D.-03	CIRCUITO #7 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
TD-04	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C2.T.T.D.-04	CIRCUITO #2 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C5.T.T.D.-04	CIRCUITO #5 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C8.T.T.D.-04	CIRCUITO #8 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C9.T.T.D.-04	CIRCUITO #9 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4

UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL "INOCENCIO JÁCOME"	PROYECTO:	DIAGNÓSTICO DEL PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA	AUTOR:	DANNY DÍAZ	IBARRA / IMBABURA	
	CONTIENE:	PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA DE LA SEGUNDA PLANTA	REVISADO:	ING. OLGER ARELLANO	ESCALA:	1:50
			APROBACIÓN:		FECHA:	MAYO 2023
			TUTOR		LÁMINA:	4



ANEXO D: DIAGNÓSTICO LÍNEA DE TELECOMUNICACIÓN





SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	ROUTER DE INTERNET
	CIRCUITO DE TELECOMUNICACIONES
	POSTE
	TELEFONO

LEYENDA	
	CNT Línea de la operadora CNT

UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL "INOCENCIO JÁCOME"	PROYECTO:	PLANO DE LA RED DE CNT	AUTOR: DANNY DÍAZ	IBARRA / IMBABURA
	CONTIENE:	PLANO DE TELECOMUNICACIONES	REVISADO: ING. OLGIER ARELLANO	ESCALA: 1:50
			APROBACIÓN:	FECHA: MAYO 2023
			TUTOR	LÁMINA: 4



ANEXO E: DIAGNÓSTICO CUADROS DE CARGA

Tablero de distribución 1										
N°	Designación de circuitos	Protección (A)	Calibre (AWG)	Tubería PVC en pulgadas	Conexión de puesta a tierra	Carga		Voltaje (V)	Potencia (W)	Corriente (A)
						# de tomacorrientes (200 W)				
1	Tomacorrientes (C2) - Garaje	1P-20	2x12 + 1x12 THHN	3/4"	Si	3		117.1	600	0.68
1	Tomacorrientes (C3) - Aula de computación	1P-20	2x12 + 1x12 THHN	3/4"	Si	4		117.4	800	3.12
2	Tomacorrientes (C4) - Bodega del auditorio	1P-20	2x12 + 1x12 THHN	3/4"	Si	4		117.5	800	1.41
3	Tomacorrientes (C12) - Aula de computación	1P-32	2x12 + 1x12 THHN	3/4"	Si	8		116.9	1600	7.83
Carga total instalada									3800	13.04

Tablero de distribución 1											
N°	Designación de circuitos	Protección (A)	Calibre (AWG)	Tubería PVC en pulgadas	Carga				Voltaje (V)	Potencia (W)	Corriente (A)
					Lámparas		Focos led 30 W	Focos fluorescentes 20 W			
					3x30 W	2x40 W					
1	Iluminación (C1) - Gradas de la parte izquierda	1P-16	2x14 THHN	1/2"		6			118.6	480	0.89
2	Iluminación (C2) - Baños del auditorio	1P-20	2x14 THHN	3/4"				7	117.8	140	1.75
3	Iluminación (C3) - Aula de computación	1P-20	2x12 THHN	3/4"				6	117.4	120	2.12
4	Iluminación (C4) - Bodega del auditorio	1P-20	2x12 THHN	3/4"	6			1	117.5	560	1.41
5	Iluminación (C10) - Pasillo de la entrada	1P-16	2x14 THHN	1/2"		5			118.5	400	0.27
Carga total instalada									1700	6.44	

Tablero de distribución 2										
Nº	Designación de circuitos	Protección (A)	Calibre (AWG)	Tubería PVC en pulgadas	Conexión de puesta a tierra	Carga		Voltaje (V)	Potencia (W)	Corriente (A)
						# de tomacorrientes (200 W)				
1	Tomacorrientes (C2) - Aula de música	1P-20	2x12 THHN	3/4"	No	5		117.4	800	1.66
2	Tomacorrientes (C4) - Auditorio	1P-20	2x12 THHN	1/2"	No	8		118.1	1600	0.85
3	Tomacorrientes (C5) - Escenario del auditorio	1P-20	2x12 THHN	1/2"	No	8		116.5	1600	2.92
4	Tomacorrientes (C9) - Tercer grado y aula de arte	1P-20	2x12 THHN	1/2"	No	10		116.9	2000	0.83
5	Tomacorrientes (C12) - Primero y segundo grado	1P-20	2x12 THHN	1/2"	No	10		117.3	2000	0.75
Carga total instalada									8000	7.01

Tablero de distribución 2											
Nº	Designación de circuitos	Protección (A)	Calibre (AWG)	Tubería PVC en pulgadas	Carga				Voltaje (V)	Potencia (W)	Corriente (A)
					Lámparas		Focos led 30 W	Focos fluorescentes 20 W			
					3x30 W	2x40 W					
1	Iluminación (C1) - Baños de estudiantes	1P-16	2x14 THHN	3/4"			8		118.2	240	1.16
2	Iluminación (C2) - Aula de música	1P-20	2x12 THHN	1/2"			6		117.8	180	1.66
3	Iluminación (C3) - Gradas del lado derecho y pasillo	1P-16	2x12 THHN	1/2"		7			117.4	560	0.47
4	Iluminación (C6) - Primer tramo del auditorio	1P-16	2x12 THHN	3/4"	12				117.5	1080	0.75
5	Iluminación (C7) - Segundo tramo del auditorio	1P-16	2x14 THHN	3/4"	12				118.1	1080	0.72
6	Iluminación (C8) - Tercer grado y aula de arte	1P-16	2x14 THHN	1/2"			12		118.2	360	1.14
7	Iluminación (C10) - Primero y segundo grado	1P-16	2x14 THHN	1/2"			12		117.9	360	0.77
8	Iluminación (C11) - Pasillo exterior del auditorio	1P-16	2x14 THHN	1/2"		7		4	118.3	640	0.31
Carga total instalada									4500	6.98	

Tablero de distribución 3										
Nº	Designación de circuitos	Protección (A)	Calibre (AWG)	Tubería PVC en pulgadas	Conexión de puesta a tierra	Carga		Voltaje (V)	Potencia (W)	Corriente (A)
						# de tomacorrientes (200 W)				
1	Tomacorrientes (C1) – secretaria y colecturía	1P-20	2x12 THHN	¾"	No	7		116.9	1400	3.71
2	Tomacorrientes (C3) – Sala de espera	1P-20	2x12 THHN	¾"	No	5		116.7	1000	0.76
3	Tomacorrientes (C6) – Dirección	1P-20	2x12 THHN	¾"	No	6		116.9	1200	2.23
4	Tomacorrientes (C7) – Sala de profesores	1P-20	2x12 THHN	¾"	No	5		117.1	1000	1.85
Carga total instalada									4200	8.55

Tablero de distribución 3											
Nº	Designación de circuitos	Protección (A)	Calibre (AWG)	Tubería PVC en pulgadas	Carga				Voltaje (V)	Potencia (W)	Corriente (A)
					Lámparas		Focos led 30 W	Focos fluorescentes 20 W			
					3x30 W	2x40 W					
1	Iluminación (C2) – secretaria, colecturía y dirección	1P-16	2x14 THHN	½"			10	3	118.1	300	1.16
2	Iluminación (C4) – Sala de espera	1P-16	2x14 THHN	½"		6			117.7	480	0.32
3	Iluminación (C5) – Sala de profesores	1P-16	2x14 THHN	½"			6	2	117.8	220	0.88
Carga total instalada									1000	2.36	

Tablero de distribución 4										
Nº	Designación de circuitos	Protección (A)	Calibre (AWG)	Tubería PVC en pulgadas	Conexión de puesta a tierra	Carga		Voltaje (V)	Potencia (W)	Corriente (A)
						# de tomacorrientes (200 W)				
1	Tomacorrientes (C2) – Cuarto grado	1P-20	2x12 THHN	½"	No	5		116.9	1000	1.34
2	Tomacorrientes (C5) – Quinto grado	1P-20	2x12 THHN	½"	No	5		116.8	1000	0.87
3	Tomacorrientes (C8) – Sexto grado	1P-20	2x12 THHN	½"	No	5		117	1000	0.29
4	Tomacorrientes (C9) – Séptimo grado	1P-20	2x12 THHN	½"	No	5		116.8	1000	0.75
Carga total instalada									4000	3.25

Tablero de distribución 4											
N°	Designación de circuitos	Protección (A)	Calibre (AWG)	Tubería PVC en pulgadas	Carga				Voltaje (V)	Potencia (W)	Corriente (A)
					Lámparas		Focos led 30 W	Focos fluorescentes 20 W			
					3x30 W	2x40 W					
1	Iluminación (C1) – Quinto grado	1P-16	2x14 THHN	3/4"			6		117.1	180	0.54
2	Iluminación (C3) – Cuarto grado	1P-16	2x14 THHN	3/4"			6		117.4	180	0.33
3	Iluminación (C4) – Séptimo grado	1P-16	2x14 THHN	1/2"			6		117.6	180	0.29
4	Iluminación (C6) – Sexto grado	1P-16	2x14 THHN	1/2"			6		116.7	180	0.26
5	Iluminación (C7) – Pasillo de las aulas	1P-20	2x14 THHN	3/4"		11			116.9	880	0.41
Carga total instalada										1600	1.83

ANEXO F: TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DEL TUBO PVC

Tabla 2. Dimensiones del tubo conduit de polietileno flexible, y área disponible para los conductores (basada en la Tabla 10-I, Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE vigente).						
Designación		Díametro interior mm	Área interior total mm²	Área disponible para conductores en mm²		
				Un conductor Fr=53%	Dos conductores Fr=31%	Más de dos conductores Fr=40%
mm	pulgadas					
16	½	13.10	135	71	42	54
21	¾	17.30	235	125	73	94
27	1	23.30	426	226	132	171
35	1 ¼	31.15	762	404	236	305
41	1 ½	39.00	1195	633	370	478

ANEXO G: REDISEÑO CUADROS DE CARGA

CUADRO DE CARGA TD-01

Tablero: TD-01
Tamaño: Monofasico-6 Espacios
Proteccion: Breacker 1P-40A
Voltaje: 120 V
ALIMENTADOR: 8(F)-8(N)-10(T)AWG
TUBERIA: 3/4"

N°	Designación de Circuitos	Voltaje	Fase	Puntos	P. Unitaria	P. Circuito	F. de Potencia	Carga Instalada	Corriente	Protecciones		Conductor	Tuberia
		(V)	Cant.	Cant.	(W)	(W)				125%	P. Circuito	AWG	Pulgdas
1	ILUMINACION (C1)- L. COMPUTACION	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
2	ILUMINACION (C2)-PASILLO ENTRADA	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
3	ILUMINACION (C3)-GRADAS 1	120	1	3	40	120	0,95	126,32	1,05	1,32	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
4	TOMACORRIENTES (C4)-L. COMPUTACION	120	1	4	200	800	0,95	842,11	7,02	8,77	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
5	TOMACORRIENTES (C5)- L. COMPUTACION	120	1	4	200	800	0,95	842,11	7,02	8,77	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
6	TOMACORRIENTES (C6)-L. COMPUTACION	120	1	4	200	800	0,95	842,11	7,02	8,77	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
Carga total instalada						3000		3157,89	26,32				

CUADRO DE CARGA TD-02

Tablero: TD-02
Tamaño: Monofasico-6 Espacios
Proteccion: Breacker 1P-40A
Voltaje: 120 V
ALIMENTADOR: 8(F)-8(N)-10(T)AWG
TUBERIA: 3/4"

N°	Designación de Circuitos	Voltaje	Fase	Puntos	P. Unitaria	P. Circuito	F. de Potencia	Carga Instalada	Corriente	Protecciones		Conductor	Tuberia
		(V)	Cant.	Cant.	(W)	(W)				125%	P. Circuito	AWG	Pulgdas
1	ILUMINACION (C1)- B. AUDITORIO	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
2	ILUMINACION (C2)-GARAJE Y BAÑOS	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
3	ILUMINACION (C3)-PASILLO 1 AUDITORIO	120	1	4	40	160	0,95	168,42	1,40	1,75	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
4	TOMACORRIENTES (C4)-B. AUDITORIO	120	1	4	200	800	0,95	842,11	7,02	8,77	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
5	TOMACORRIENTES (C5)- GARAJE	120	1	2	200	400	0,95	421,05	3,51	4,39	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
Carga total instalada						1840		1936,84	16,14				

CUADRO DE CARGA TD-03

Tablero: TD-03
Tamaño: Monofasico-8 Espacios
Proteccion: Breacker 1P-40A
Voltaje: 120 V
ALIMENTADOR: 8(F)-8(N)-10(T)AWG
TUBERIA: 3/4"

N°	Designación de Circuitos	Voltaje	Fase	Puntos	P. Unitaria	P. Circuito	F. de Potencia	Carga Instalada	Corriente	Protecciones		Conductor	Tuberia
		(V)	Cant.	Cant.	(W)	(W)				125%	P. Circuito	AWG	Pulgdas
1	ILUMINACION (C1)- PRIMER TRAMO AUDITORIO	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
2	ILUMINACION (C2)-SEGUNDO TRAMO AUDITORIO	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
3	ILUMINACION (C3)-TERCER TRAMO AUDITORIO	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
4	ILUMINACION (C4)-CUARTO TRAMO AUDITORIO	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
5	TOMACORRIENTES (C5)- ESCENARIO AUDITORIO	120	1	3	200	600	0,95	631,58	5,26	6,58	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
6	TOMACORRIENTES (C6)- ESCENARIO AUDITORIO	120	1	3	200	600	0,95	631,58	5,26	6,58	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
7	TOMACORRIENTES (C7)- AUDITORIO LADO I	120	1	4	200	800	0,95	842,11	7,02	8,77	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
8	TOMACORRIENTES (C8)- AUDITORIO LADO D	120	1	4	200	800	0,95	842,11	7,02	8,77	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"

Carga total instalada								3760		3957,89		32,98
------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	------	--	---------	--	-------

CUADRO DE CARGA TD-04

Tablero: TD-04
Tamaño: Monofasico-8 Espacios
Proteccion: Breacker 1P-40A
Voltaje: 120 V
ALIMENTADOR: 8(F)-8(N)-10(T)AWG
TUBERIA: 3/4"

N°	Designación de Circuitos	Voltaje	Fase	Puntos	P. Unitaria	P. Circuito	F. de Potencia	Carga Instalada	Corriente	Protecciones		Conductor	Tuberia
		(V)	Cant.	Cant.	(W)	(W)				125%	P. Circuito	AWG	Pulgdas
1	ILUMINACION (C1)- BAÑOS ESTUDIANTES	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
2	ILUMINACION (C2)-A. PRIMER GRADO	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
3	ILUMINACION (C3)-A. SEGUNDO GRADO	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
4	ILUMINACION (C4)-PASILLO DE LAS AULAS	120	1	4	40	160	0,95	168,42	1,40	1,75	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
5	ILUMINACION (C5)-PASILLO 2 AUDITORIO	120	1	4	40	160	0,95	168,42	1,40	1,75	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
6	TOMACORRIENTES (C6)- A. PRIMER GRADO	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
7	TOMACORRIENTES (C7)-A. SEGUNDO GRADO	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"

Carga total instalada								3040		3200,00		26,67
------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	------	--	---------	--	-------

CUADRO DE CARGA TD-05

Tablero:	TD-05	ALIMENTADOR:	8(F)-8(N)-10(T)AWG
Tamaño:	Monofasico-8 Espacios	TUBERIA:	3/4"
Proteccion:	Breacker 1P-40A		
Voltaje:	120 V		

N°	Designación de Circuitos	Voltaje	Fase	Puntos	P.Unitaria	P. Circuito	F. de Potencia	Carga Instalada	Corriente	Protecciones		Conductor	Tuberia
		(V)	Cant.	Cant.	(W)	(W)				125%	P. Circuito	AWG	Pulgdas
1	ILUMINACION (C1)- SALA DE ESPERA	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
2	ILUMINACION (C2)-SECRETARIA Y COLECTURIA	120	1	4	40	160	0,95	168,42	1,40	1,75	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
3	ILUMINACION (C3)-DIRECCION	120	1	5	40	200	0,95	210,53	1,75	2,19	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
4	ILUMINACION (C4)-PASILLO 1 AULAS	120	1	4	40	160	0,95	168,42	1,40	1,75	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
5	TOMACORRIENTES (C5)- SALA DE ESPERA	120	1	4	200	800	0,95	842,11	7,02	8,77	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
6	TOMACORRIENTES (C6)- SECRETARIA	120	1	4	200	800	0,95	842,11	7,02	8,77	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
7	TOMACORRIENTES (C7)- COLECTURIA	120	1	4	200	800	0,95	842,11	7,02	8,77	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
8	TOMACORRIENTES (C8)- DIRECCION	120	1	4	200	800	0,95	842,11	7,02	8,77	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"

Carga total instalada							3960	4168,42	34,74				
------------------------------	--	--	--	--	--	--	------	---------	-------	--	--	--	--

CUADRO DE CARGA TD-06

Tablero:	TD-06	ALIMENTADOR:	8(F)-8(N)-10(T)AWG
Tamaño:	Monofasico-6 Espacios	TUBERIA:	3/4"
Proteccion:	Breacker 1P-40A		
Voltaje:	120 V		

N°	Designación de Circuitos	Voltaje	Fase	Puntos	P.Unitaria	P. Circuito	F. de Potencia	Carga Instalada	Corriente	Protecciones		Conductor	Tuberia
		(V)	Cant.	Cant.	(W)	(W)				125%	P. Circuito	AWG	Pulgdas
1	ILUMINACION (C1)- SALON DE PROFESORES	120	1	8	40	320	0,95	336,84	2,81	3,51	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
2	ILUMINACION (C2)-A. SEPTIMO GRADO	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
3	ILUMINACION (C3)-A. SEXTO GRADO	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
4	TOMACORRIENTES (C4)-SALON DE PROFESORES	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
5	TOMACORRIENTES (C5)- A. SEPTIMO GRADO	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
6	TOMACORRIENTES (C6)- A. SEXTO GRADO	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"

Carga total instalada							3800	4000,00	33,33				
------------------------------	--	--	--	--	--	--	------	---------	-------	--	--	--	--

CUADRO DE CARGA TD-07

Tablero: TD-07
Tamaño: Monofasico-6 Espacios
Proteccion: Breacker 1P-40A
Voltaje: 120 V
ALIMENTADOR: 8(F)-8(N)-10(T)AWG
TUBERIA: 3/4"

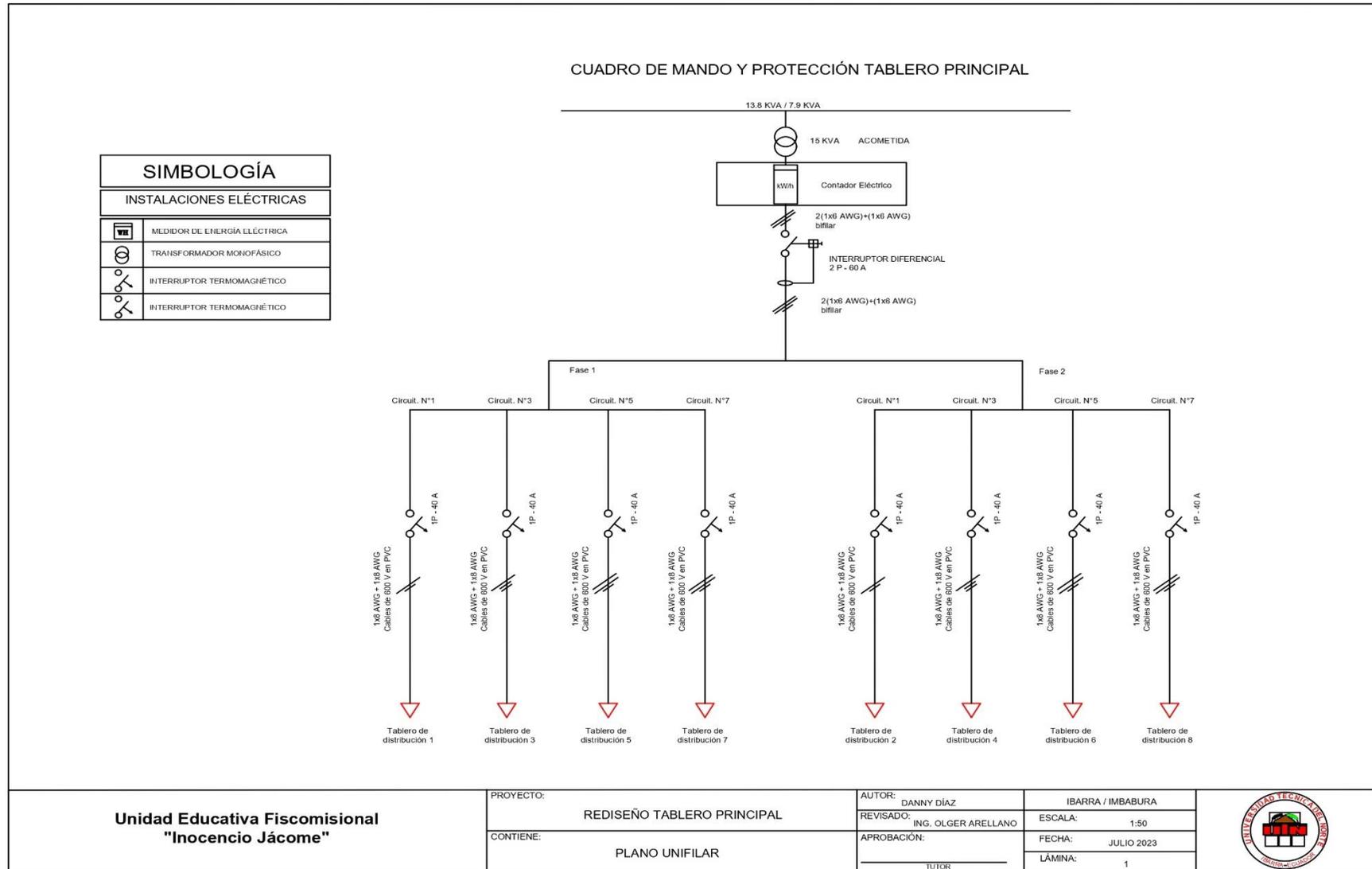
N°	Designación de Circuitos	Voltaje	Fase	Puntos	P. Unitaria	P. Circuito	F. de Potencia	Carga Instalada	Corriente	Protecciones		Conductor	Tuberia
		(V)	Cant.	Cant.	(W)	(W)				125%	P. Circuito	AWG	Pulgdas
1	ILUMINACION (C1)-A. QUINTO GRADO	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
2	ILUMINACION (C2)-A. CUARTO GRADO	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
3	ILUMINACION (C3)-PASILLO 2 AULAS	120	1	5	40	200	0,95	210,53	1,75	2,19	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
4	ILUMINACION (C4)-GRADAS 2 Y PASILLOS 3	120	1	5	40	200	0,95	210,53	1,75	2,19	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
5	TOMACORRIENTES (C5)-A. QUINTO GRADO	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
6	TOMACORRIENTES (C6)-A. CUARTO GRADO	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
Carga total instalada						2880		3031,58	25,26				

CUADRO DE CARGA TD-08

Tablero: TD-08
Tamaño: Monofasico-8 Espacios
Proteccion: Breacker 1P-40A
Voltaje: 120 V
ALIMENTADOR: 8(F)-8(N)-10(T)AWG
TUBERIA: 3/4"

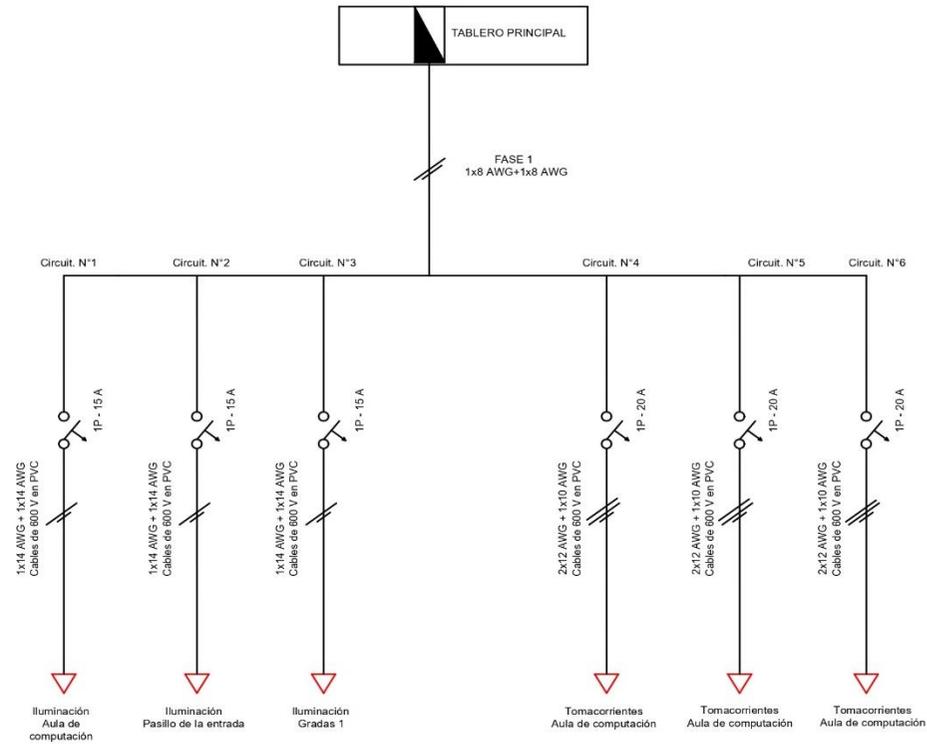
N°	Designación de Circuitos	Voltaje	Fase	Puntos	P. Unitaria	P. Circuito	F. de Potencia	Carga Instalada	Corriente	Protecciones		Conductor	Tuberia
		(V)	Cant.	Cant.	(W)	(W)				125%	P. Circuito	AWG	Pulgdas
1	ILUMINACION (C1)-A. MUSICA	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
2	ILUMINACION (C2)-A. TERCER GRADO	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
3	ILUMINACION (C3)-A. ARTE	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
4	ILUMINACION (C4)-PASILLO 4 AULAS	120	1	4	40	160	0,95	168,42	1,40	1,75	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
5	TOMACORRIENTES (C5)-A. MUSICA	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
6	TOMACORRIENTES (C6)-A. TERCER GRADO	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
7	TOMACORRIENTES (C7)-A. ARTE	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+10 THHN	1/2"
Carga total instalada						3880		4084,21	34,04				

ANEXO H: REDISEÑO PLANOS UNIFILARES



CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	TABLERO PRINCIPAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



**Unidad Educativa Fiscomisional
"Inocencio Jácome"**

PROYECTO:
REDISEÑO TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1

CONTIENE:
PLANO UNIFILAR

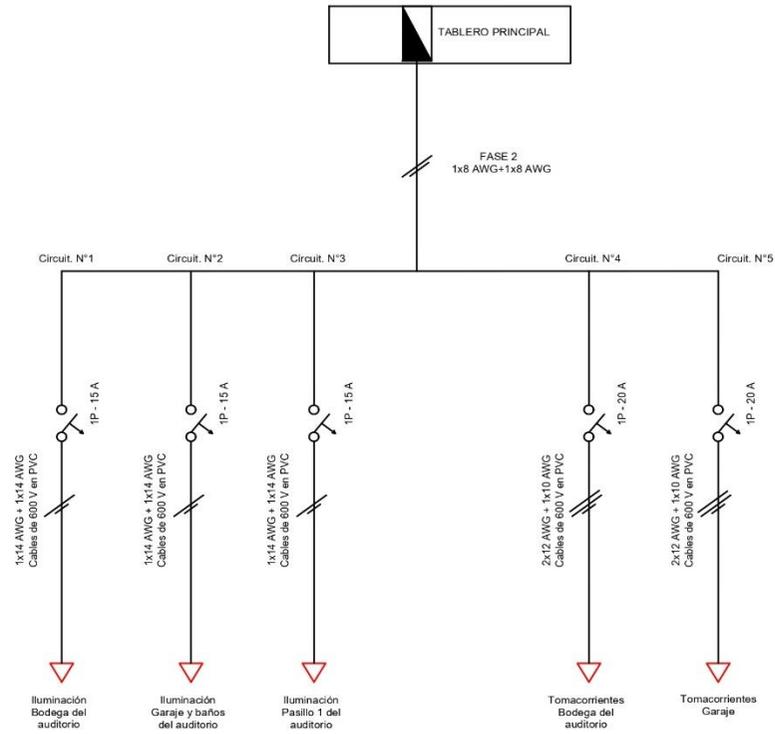
AUTOR: DANNY DÍAZ
REVISADO: ING. OLGIER ARELLANO
APROBACIÓN:
TUTOR

IBARRA / IMBABURA
ESCALA: 1:50
FECHA: JULIO 2023
LÁMINA: 2



CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	TABLERO PRINCIPAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



**Unidad Educativa Fiscomisional
"Inocencio Jácome"**

PROYECTO:
REDISEÑO TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2

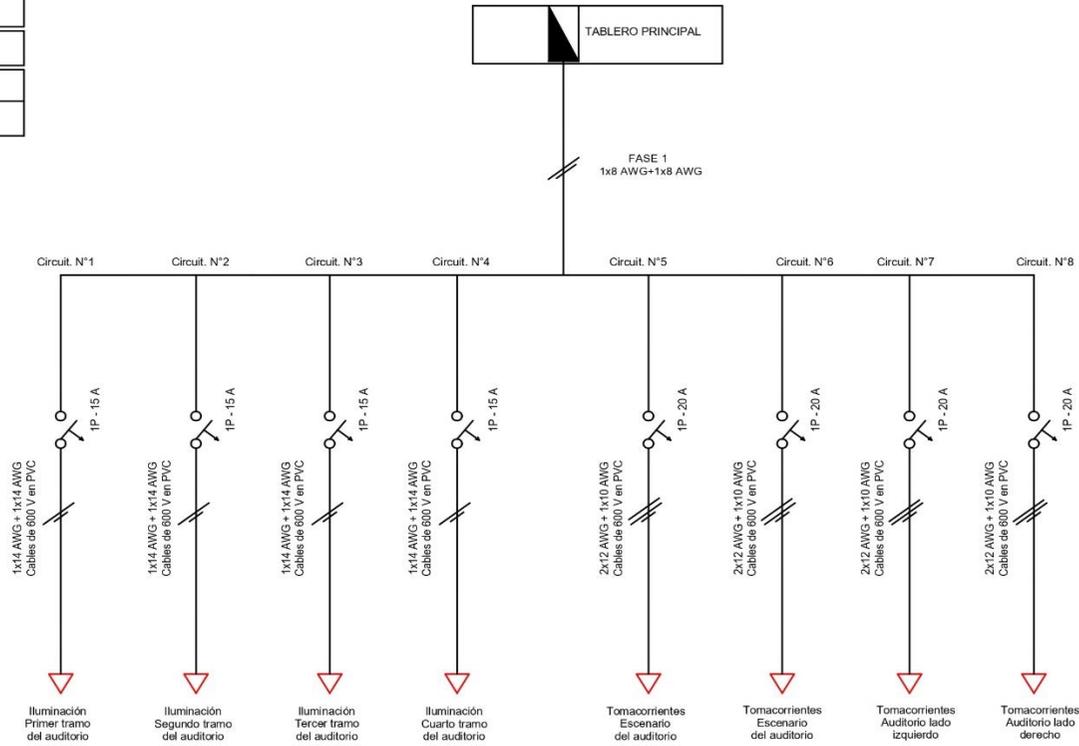
CONTIENE:
PLANO UNIFILAR

AUTOR: DANNY DÍAZ	IBARRA / IMBABURA
REVISADO: ING. OLGER ARELLANO	ESCALA: 1:50
APROBACIÓN:	FECHA: JULIO 2023
TUTOR:	LÁMINA: 3



CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	TABLERO PRINCIPAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



**Unidad Educativa Fiscomisional
"Inocencio Jácome"**

PROYECTO:
REDISEÑO TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3

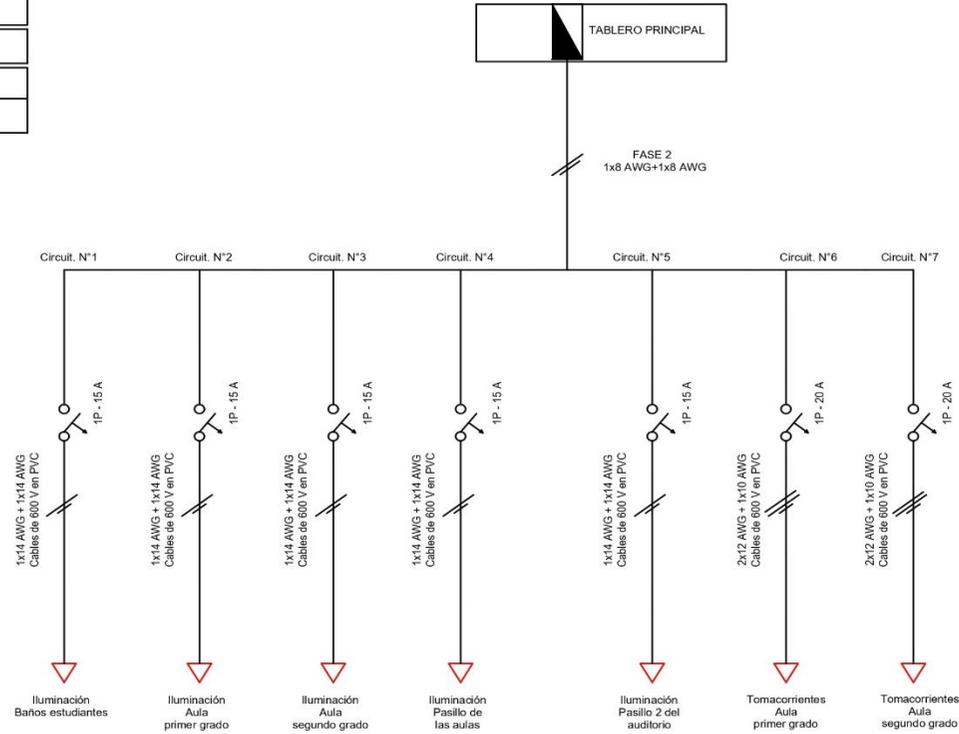
CONTIENE:
PLANO UNIFILAR

AUTOR: DANNY DÍAZ	IBARRA / IMBABURA
REVISADO: ING. OLGIER ARELLANO	ESCALA: 1:50
APROBACIÓN: _____	FECHA: JULIO 2023
TUTOR: _____	LÁMINA: 4



CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	TABLERO PRINCIPAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



**Unidad Educativa Fiscomisional
"Inocencio Jácome"**

PROYECTO:
REDISEÑO TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4

CONTIENE:
PLANO UNIFILAR

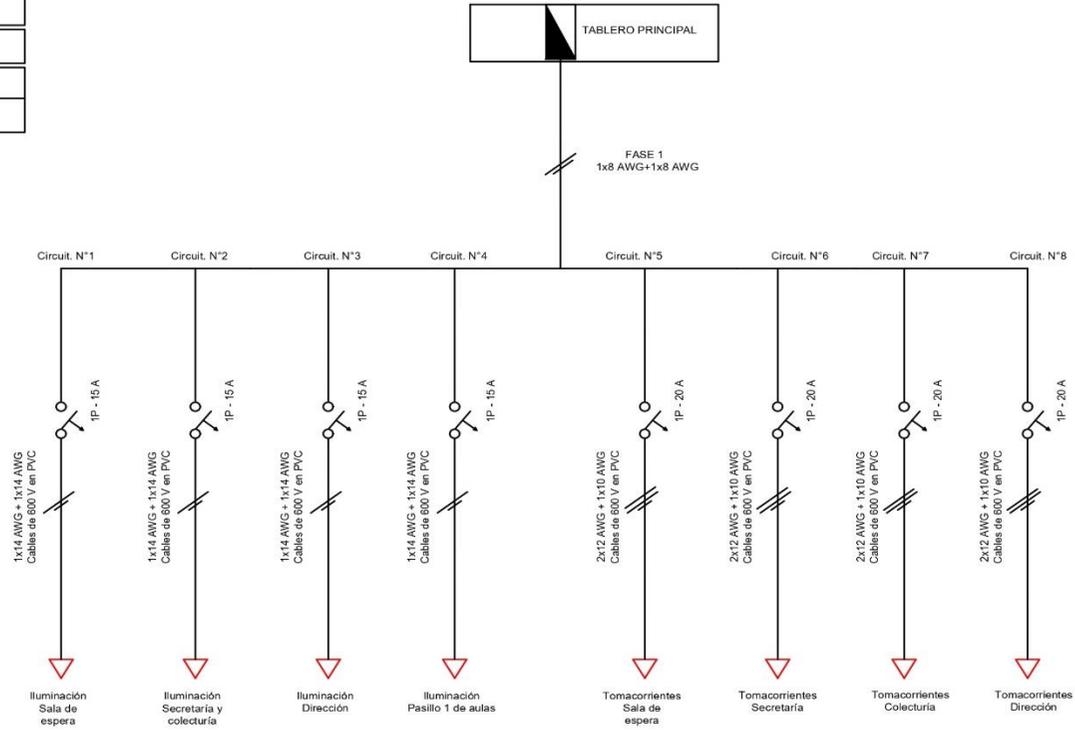
AUTOR: DANNY DÍAZ
REVISADO: ING. OLGER ARELLANO
APROBACIÓN:
TUTOR

IBARRA / IMBABURA
ESCALA: 1:50
FECHA: JULIO 2023
LÁMINA: 5



CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	TABLERO PRINCIPAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



**Unidad Educativa Fiscomisional
"Inocencio Jácome"**

PROYECTO:
REDISEÑO TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5

CONTIENE:
PLANO UNIFILAR

AUTOR: **DANNY DÍAZ**

REVISADO: **ING. OLGER ARELLANO**

APROBACIÓN:

TUTOR

IBARRA / IMBABURA

ESCALA: 1:50

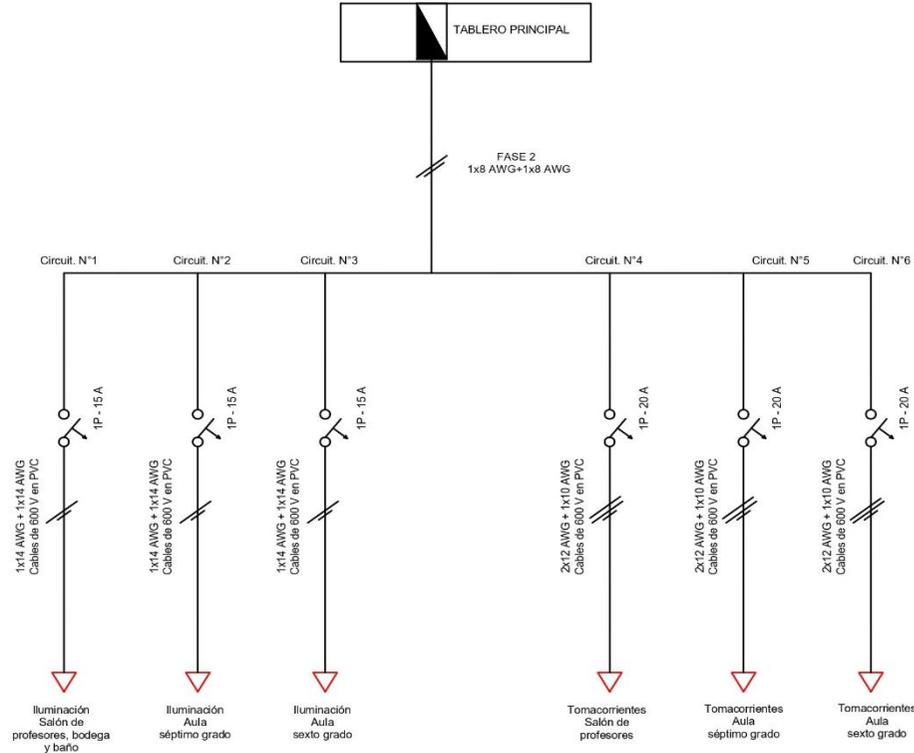
FECHA: **JULIO 2023**

LÁMINA: **6**



CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	TABLERO PRINCIPAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



**Unidad Educativa Fiscomisional
"Inocencio Jácome"**

PROYECTO: REDISEÑO TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6

CONTIENE: PLANO UNIFILAR

AUTOR: DANNY DÍAZ

REVISADO: ING. OLGHER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

IBARRA / IMBABURA

ESCALA: 1:50

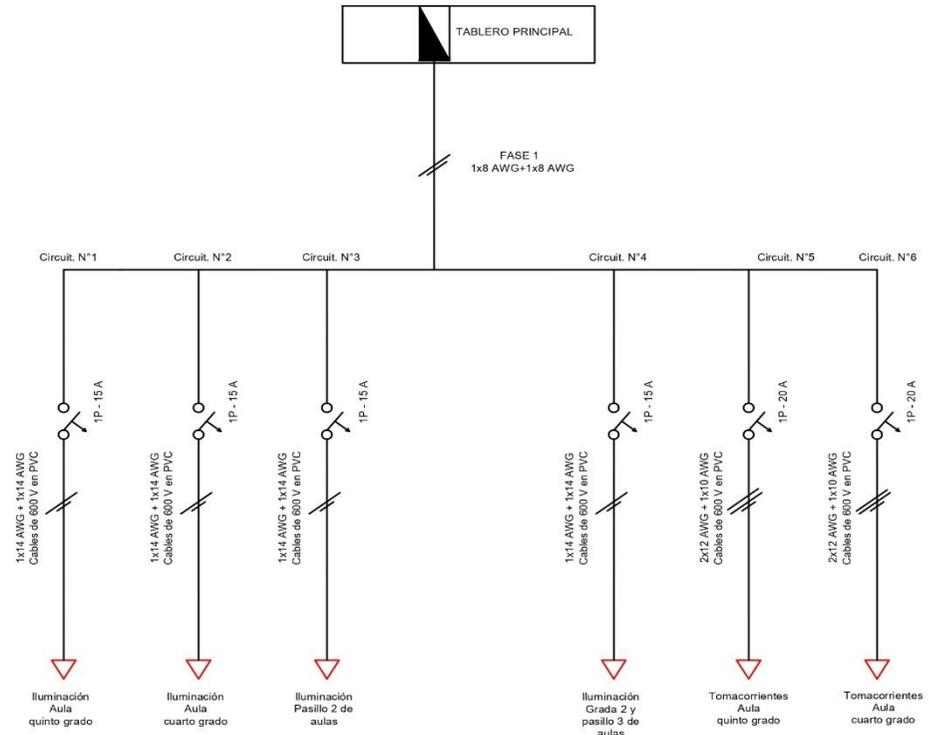
FECHA: JULIO 2023

LÁMINA: 7



CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	TABLERO PRINCIPAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



**Unidad Educativa Fiscomisional
"Inocencio Jácome"**

PROYECTO:
REDISEÑO TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7

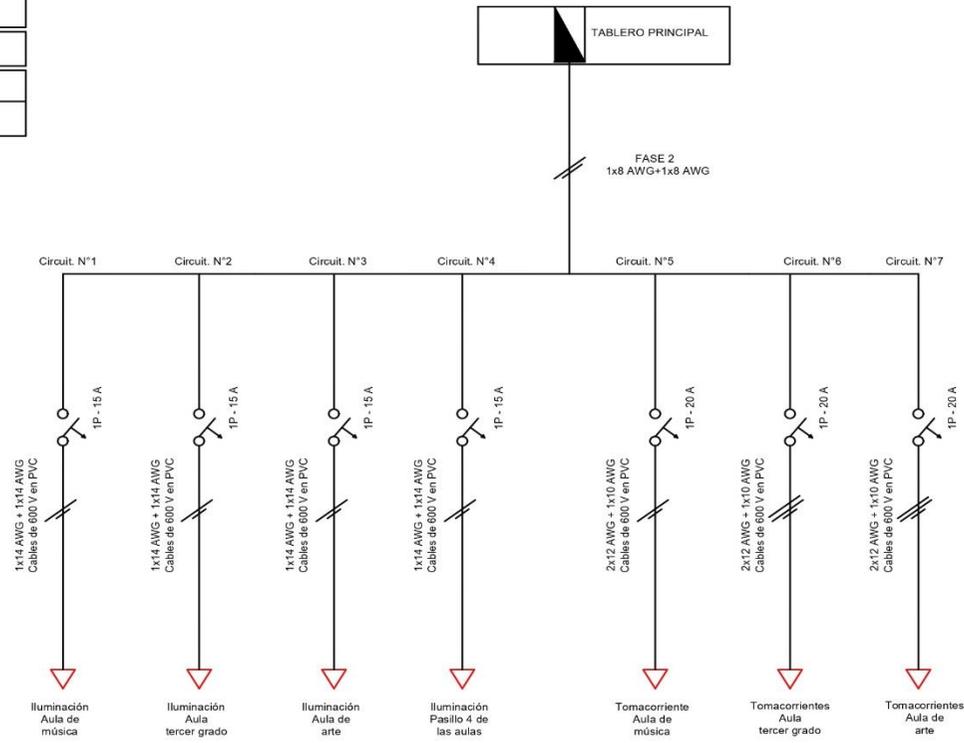
CONTIENE:
PLANO UNIFILAR

AUTOR: DANNY DÍAZ	IBARRA / IMBABURA
REVISADO: ING. OLGER ARELLANO	ESCALA: 1:50
APROBACIÓN:	FECHA: JULIO 2023
TUTOR:	LÁMINA: 8



CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 8

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	TABLERO PRINCIPAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO



**Unidad Educativa Fiscomisional
"Inocencio Jácome"**

PROYECTO:
REDISEÑO TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 8

CONTIENE:
PLANO UNIFILAR

AUTOR: **DANNY DÍAZ**

REVISADO: **ING. OLGER ARELLANO**

APROBACIÓN:

TUTOR

IBARRA / IMBABURA

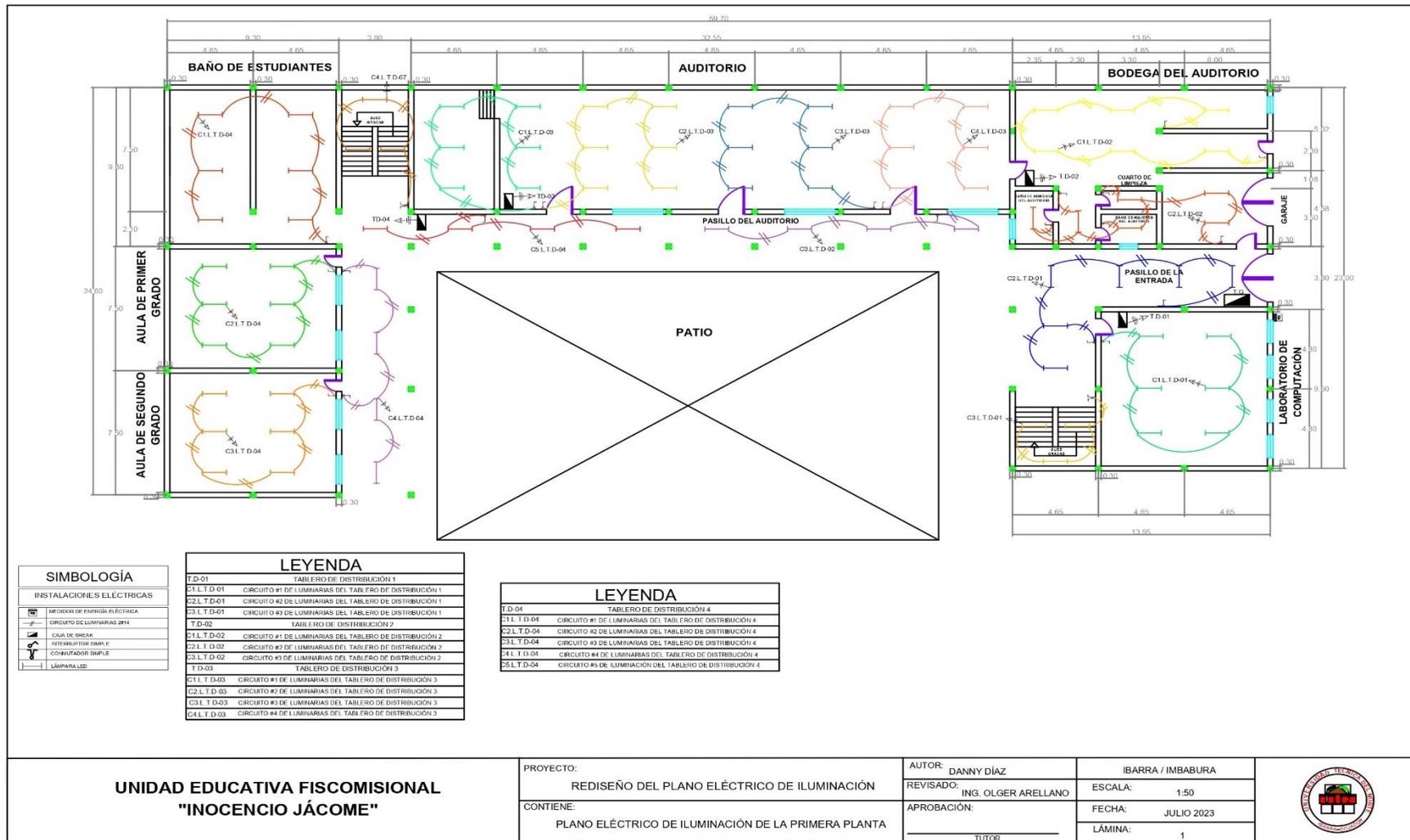
ESCALA: **1:50**

FECHA: **JULIO 2023**

LÁMINA: **9**



ANEXO I: REDISEÑO PLANOS ELÉCTRICOS



SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE LUMINARIAS 2/14
	CAJA DE BREAK
	INTERRUPTOR DE BANDA
	COMUTADOR SIMPLE
	LÁMPARA LED

LEYENDA	
T.D-01	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C1.L.T.D-01	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C2.L.T.D-01	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C3.L.T.D-01	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
T.D-02	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C1.L.T.D-02	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C2.L.T.D-02	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C3.L.T.D-02	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
T.D-03	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C1.L.T.D-03	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C2.L.T.D-03	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C3.L.T.D-03	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C4.L.T.D-03	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3

LEYENDA	
T.D-04	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C1.L.T.D-04	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C2.L.T.D-04	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C3.L.T.D-04	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C4.L.T.D-04	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C5.L.T.D-04	CIRCUITO #5 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4

**UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL
"INOCENCIO JÁCOME"**

PROYECTO:
REDISEÑO DEL PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN

CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN DE LA PRIMERA PLANTA

AUTOR: DANNY DÍAZ

REVISADO: ING. OLGIER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

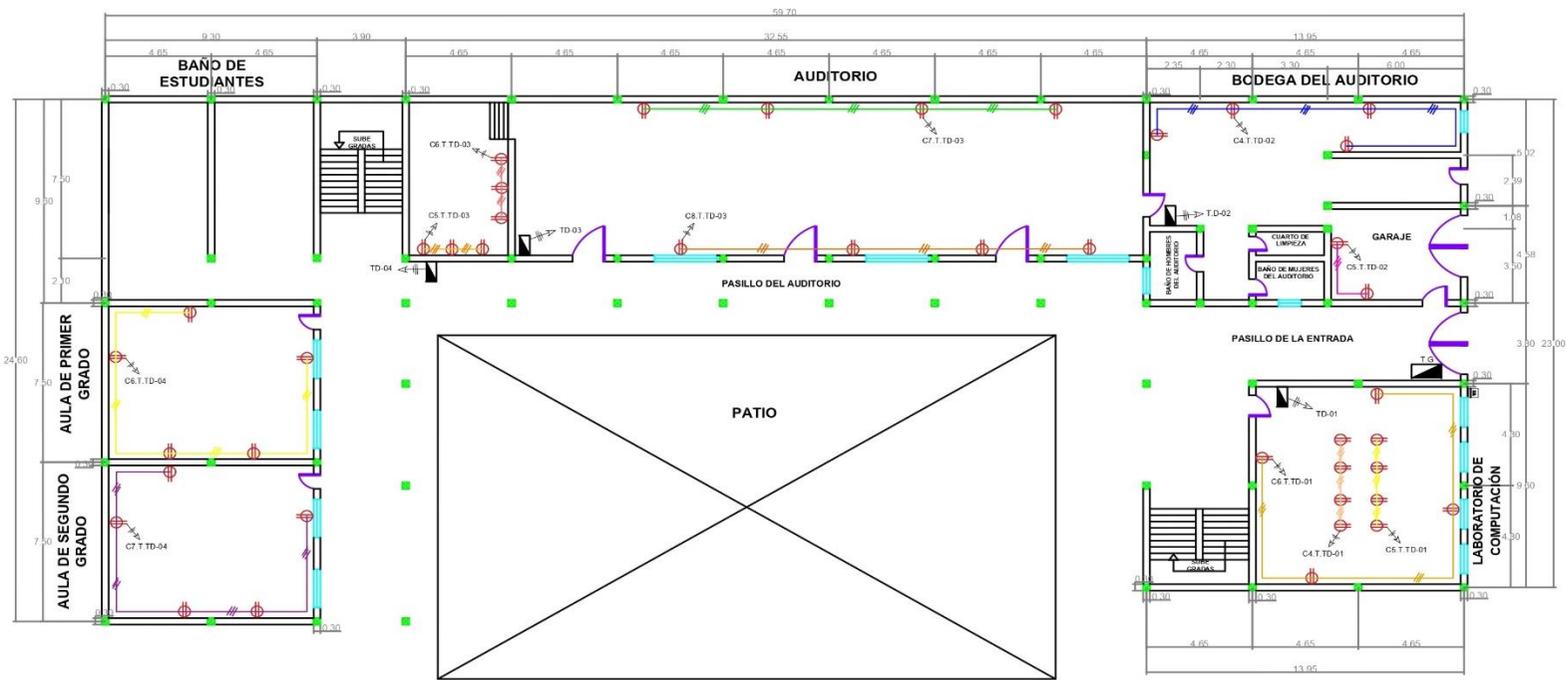
IBARRA / IMBABURA

ESCALA: 1:50

FECHA: JULIO 2023

LÁMINA: 1





SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES 2F12+1x10
	TOMACORRIENTES
	CAJA DE BREAK

LEYENDA	
TD-01	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C4.T.T.D-01	CIRCUITO #4 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C5.T.T.D-01	CIRCUITO #5 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C6.T.T.D-01	CIRCUITO #6 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
TD-02	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C4.T.T.D-02	CIRCUITO #4 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C5.T.T.D-02	CIRCUITO #5 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2

LEYENDA	
TD-03	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C5.T.T.D-03	CIRCUITO #5 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C6.T.T.D-03	CIRCUITO #6 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C7.T.T.D-03	CIRCUITO #7 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C8.T.T.D-03	CIRCUITO #8 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
TD-04	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C6.T.T.D-04	CIRCUITO #6 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C7.T.T.D-04	CIRCUITO #7 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4

**UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL
"INOCENCIO JÁCOME"**

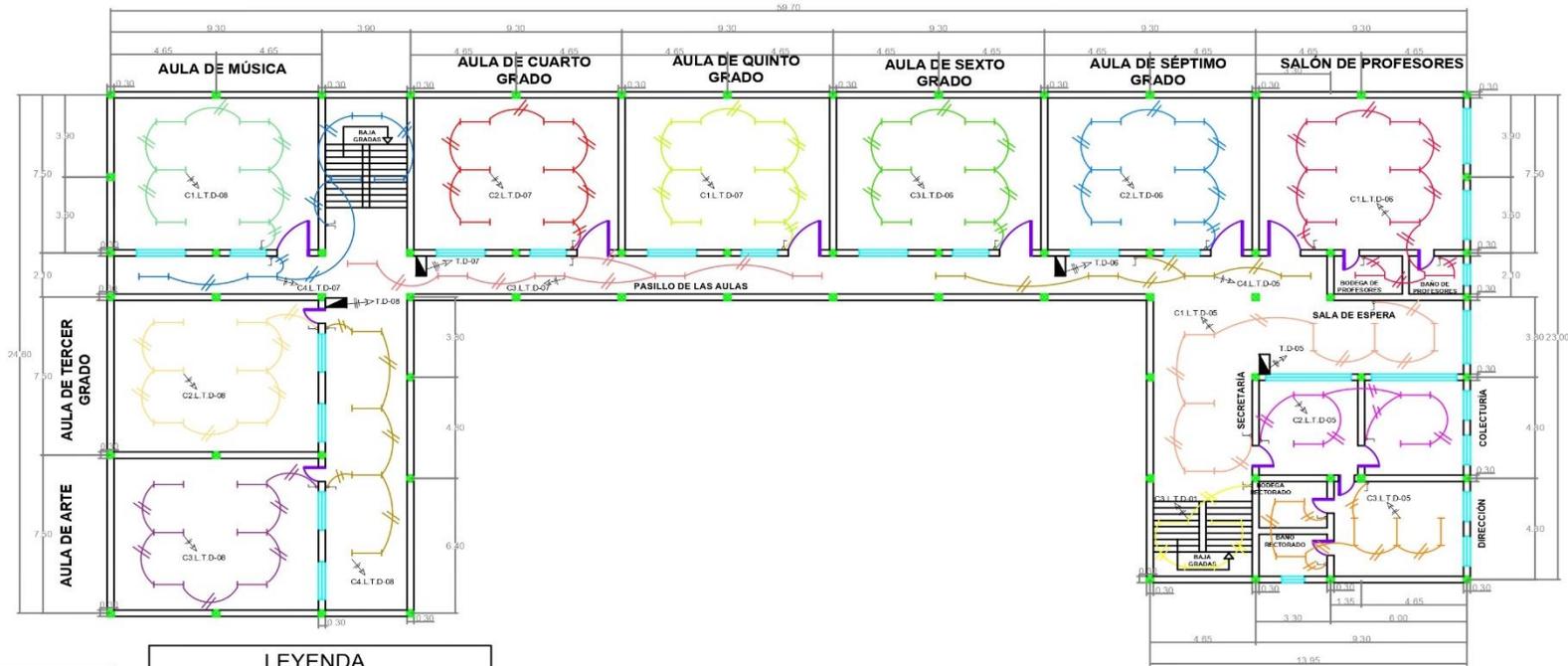
PROYECTO:
REDISEÑO DEL PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA

CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA DE LA PRIMERA PLANTA

AUTOR: DANNY DÍAZ
REVISADO: ING. OLGIER ARELLANO
APROBACIÓN:
TUTOR

IBARRA / IMBABURA
ESCALA: 1:50
FECHA: JULIO 2023
LÁMINA: 2





SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	MEJORADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE LUMINARIAS 20/4
	CAJA DE BREAK
	INTERRUPTOR SIMPLE
	CONJUNTO SIMPLE
	LÁMPARA LED

LEYENDA	
T.D-05	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C1.L.T.D-05	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C2.L.T.D-05	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C3.L.T.D-05	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C4.L.T.D-05	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
T.D-06	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
C1.L.T.D-06	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
C2.L.T.D-06	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
C3.L.T.D-06	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
C4.L.T.D-06	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
T.D-07	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C1.L.T.D-07	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C2.L.T.D-07	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C3.L.T.D-07	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C4.L.T.D-07	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7

LEYENDA	
T.D-08	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 8
C1.L.T.D-08	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 8
C2.L.T.D-08	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 8
C3.L.T.D-08	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 8
C4.L.T.D-08	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 8

**UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL
"INOCENCIO JÁCOME"**

PROYECTO:
REDISEÑO DEL PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN

CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN DE LA SEGUNDA PLANTA

AUTOR: **DANNY DÍAZ**

REVISADO: **ING. OLGER ARELLANO**

APROBACIÓN: _____
TUTOR

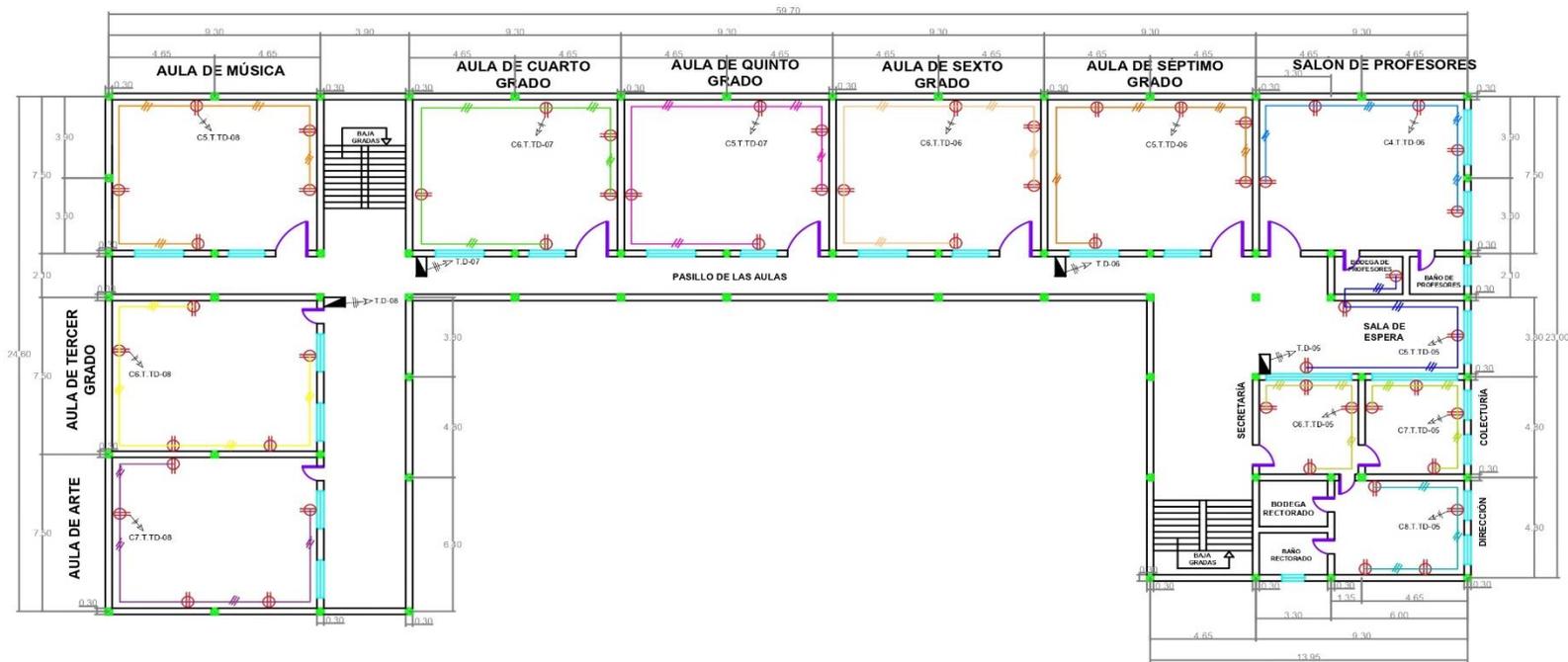
IBARRA / IMBABURA

ESCALA: **1:50**

FECHA: **JULIO 2023**

LÁMINA: **3**





SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES 2#12+1#10
	TOMACORRIENTES
	CAJA DE BREAK

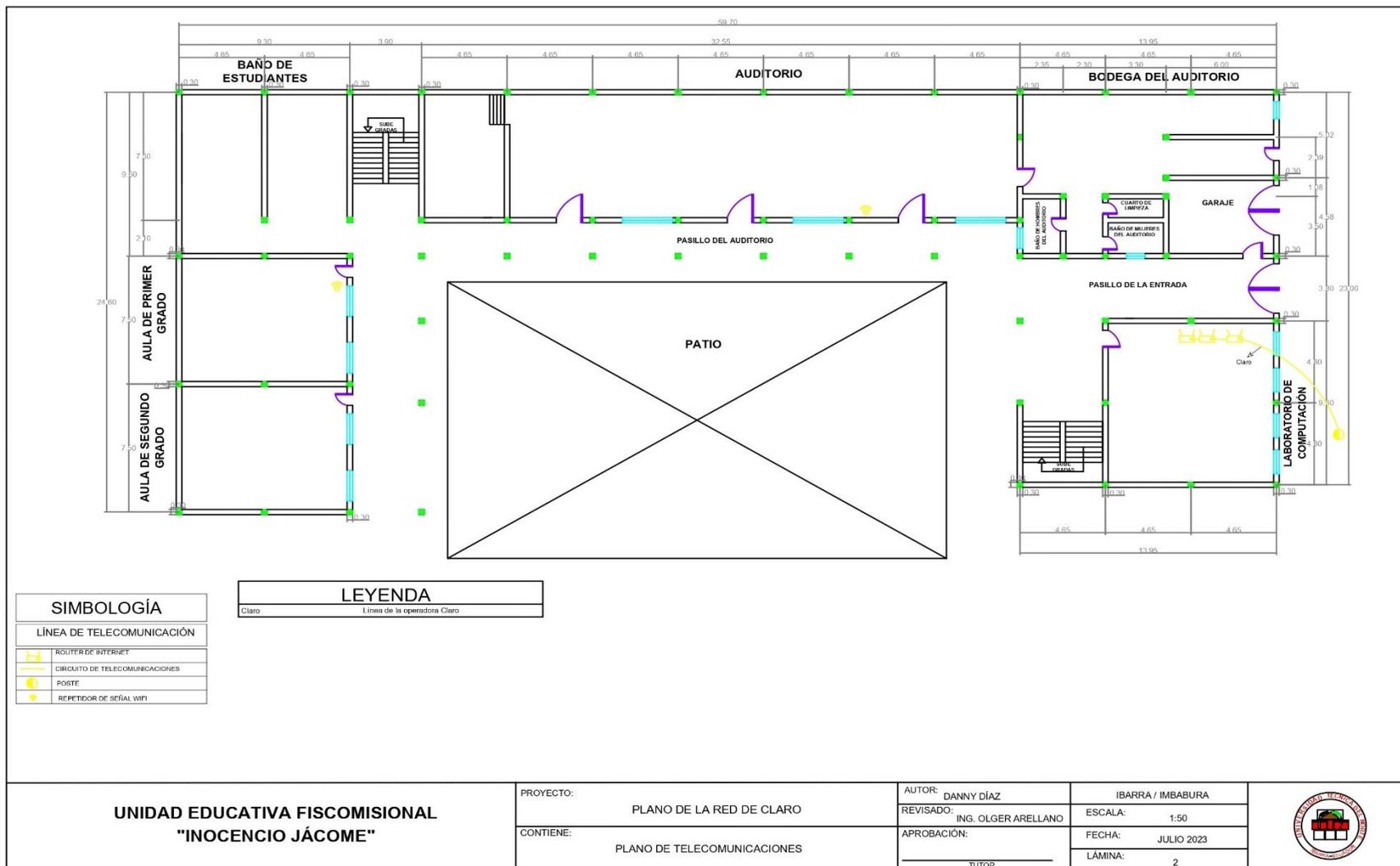
LEYENDA	
TD-05	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C5.T.T.D-05	CIRCUITO #5 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C6.T.T.D-05	CIRCUITO #6 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C7.T.T.D-05	CIRCUITO #7 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C8.T.T.D-05	CIRCUITO #8 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
TD-06	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
C4.T.T.D-06	CIRCUITO #4 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
C5.T.T.D-06	CIRCUITO #5 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
C6.T.T.D-06	CIRCUITO #6 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6

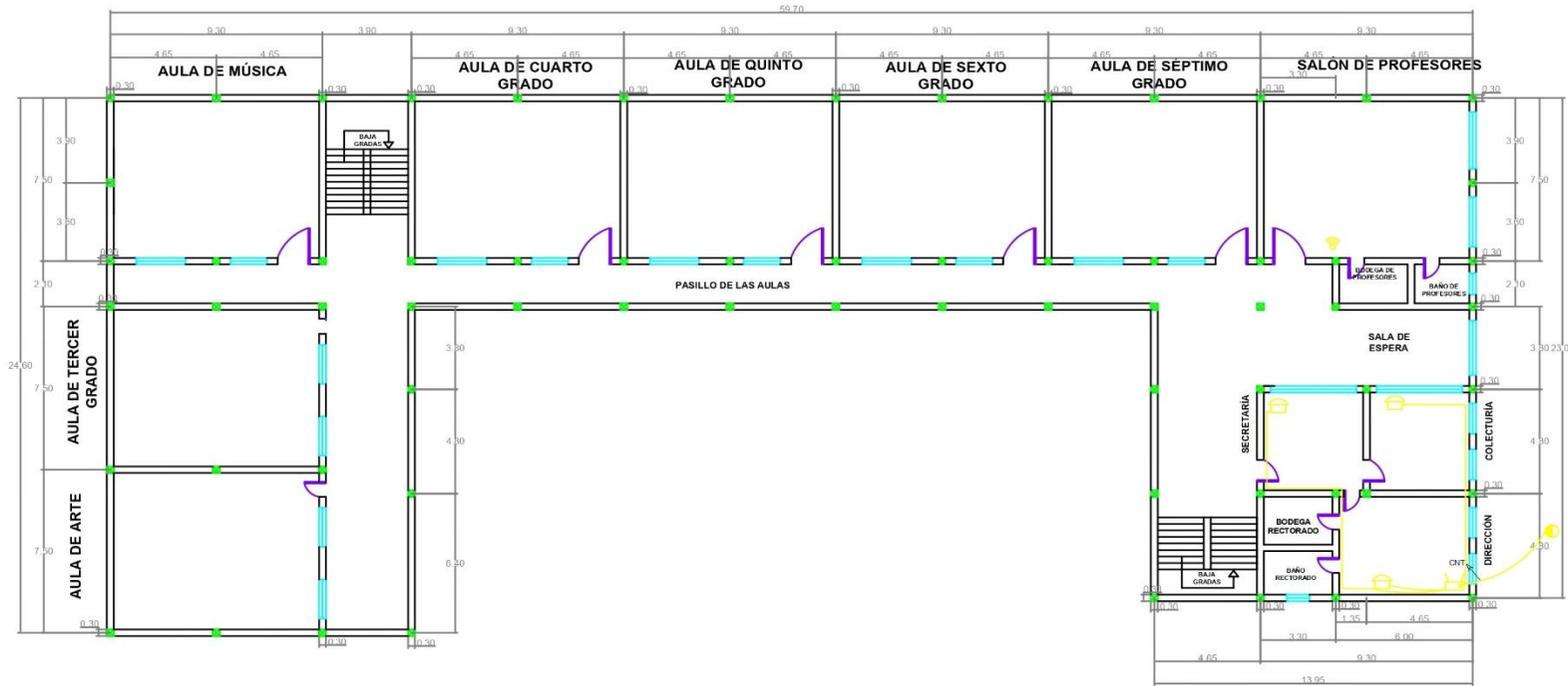
LEYENDA	
TD-07	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C5.T.T.D-07	CIRCUITO #5 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C6.T.T.D-07	CIRCUITO #6 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
TD-08	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 8
C5.T.T.D-08	CIRCUITO #5 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 8
C6.T.T.D-08	CIRCUITO #6 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 8
C7.T.T.D-08	CIRCUITO #7 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 8

UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL "INOCENCIO JÁCOME"	PROYECTO:	REDISEÑO DEL PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA	AUTOR:	DANNY DÍAZ	IBARRA / IMBABURA	
	CONTIENE:	PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA DE LA SEGUNDA PLANTA	REVISADO:	ING. OLGIER ARELLANO	ESCALA:	1:50
			APROBACIÓN:		FECHA:	JULIO 2023
			TUTOR:		LÁMINA:	4



ANEXO J: REDISEÑO LÍNEA DE TELECOMUNICACIÓN





SIMBOLOGÍA	
LÍNEA DE TELECOMUNICACIÓN	
	ROUTER DE INTERNET
	CIRCUITO DE TELECOMUNICACIONES
	POSTE
	TELEFONO
	REPELTIJOR DE SEÑAL WIFI

LEYENDA	
	CNT Línea de la operadora CNT

UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL "INOCENCIO JÁCOME"	PROYECTO:	PLANO DE LA RED DE CNT	AUTOR:	DANNY DÍAZ	IBARRA / IMBABURA	
	CONTIENE:	PLANO DE TELECOMUNICACIONES	REVISADO:	ING. OLGIER ARELLANO	ESCALA:	1:50
			APROBACIÓN:		FECHA:	JULIO 2023
			TUTOR:		LÁMINA:	4

