

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico

**REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EL EDIFICIO DE
COORDINACIÓN ZONA 1 MINISTERIO DE EDUCACIÓN**

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

Autor:

Anrrango Piñan Oscar Fernando

Director:

Msc. Olger Arellano

Ibarra – Ecuador 2020



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	
CEDULA DE IDENTIDAD	1003850227
APELLIDOS Y NOMBRES	Anrrango Piñan Oscar Fernando
DIRECCIÓN	Cdla. José Tobar – calle Los Laureles y Sauces
EMAIL	ofanrrangop@utn.edu.ec
TELÉFONO MÓVIL	0986870301

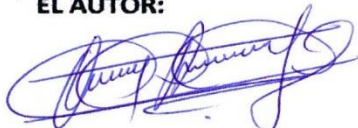
DATOS DE LA OBRA	
TITULO	REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EL EDIFICIO DE COORDINACIÓN ZONA 1 MINISTERIO DE EDUCACIÓN
AUTOR	ANRRANGO PIÑAN OSCAR FERNANDO
FECHA	17/08/2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA	PREGRADO
TITULO POR EL QUE ASPIRA	Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico
DIRECTOR	MSc. Olger Arellano

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 21 días del mes de septiembre del 2020

EL AUTOR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Anrrango Piñan Oscar Fernando', written in a cursive style.

Anrrango Piñan Oscar Fernando
1003850227



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO

Yo, Olger Arellano en calidad de tutor del señor estudiante, Anrrango Piñan Oscar Fernando certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado: **"REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EL EDIFICIO DE COORDINACIÓN ZONA 1 MINISTERIO DE EDUCACIÓN"**. Para la obtención del título de ingeniero en Mantenimiento Eléctrico; aprobando la defensa, impresión y empastado.

Msc. Olger Arellano

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

Por el esfuerzo, dedicación, paciencia, por su confianza y por todo lo que me ha dado a lo largo de mi carrera y de mi vida, es este proyecto de titulación va dedicado a mi madre, por ser la persona quien me enseñó a nunca rendirme y es quien me brinda su apoyo incondicional día a día, a mi hermana por apoyarme en todo mi proceso de formación, por ser mi compañera de vida y quien me ha enseñado a perseguir mis sueños, a mi familia quienes han sido un pilar importante en el proceso de culminación en esta nueva etapa de preparación profesional. A mis amigos y compañeros por compartir alegrías, tristezas, conocimientos y experiencias vividas a lo largo de estos 5 años de estudio.

OFAP

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la Universidad Técnica del Norte, a toda la Facultad de Ciencias Aplicadas, a mis profesores en especial a mi tutor Olger Arellano, quien con sus conocimientos supo corregir los errores en el desarrollo del mismo y agradezco a quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional.

Para finalizar quiero agradecer a toda mi familia y amigos, a cada una de ellos por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad a lo largo de mi formación profesional.

OFAP

TABLA DE CONTENIDOS

Identificación de la obra.....	II
Constancias.....	III
Certificación del directo de trabajo de grado.....	IV
Dedicatoria.....	V
Agradecimientos.....	VI
Resumen.....	XVII
Abstract.....	XVIII
Introducción.....	XIX
Contextualización	XIX
Problemática.....	XX
Objetivo general.....	XXI
Objetivo específicos.....	XXI
Justificación	XXII
Alcance.....	XXII
CAPÍTULO 1	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Diseño eléctrico	1
1.3 Rediseño eléctrico	1
1.4 Normas para instalaciones eléctricas.....	2
1.4.1 Norma Ecuatoriana de la Construcción.....	2
1.4.2 Norma ISO 9001:2018.....	2
1.4.3 Norma IEEE std 142	2
1.4.4 NTE INEN 2345 – 15.....	2
1.5 Instalaciones eléctricas.....	3

1.6	Tipos de instalaciones eléctricas	3
1.7	Niveles de voltaje.....	3
1.8	Caída de voltaje.....	4
1.9	Factor de potencia	5
1.10	Partes de una instalación eléctrica	6
1.10.1	Acometida	6
1.10.2	Contador eléctrico	7
1.10.3	Conductores.....	7
1.10.3.1	Normas para los conductores	7
1.10.3.2	Aislamiento de conductores	8
1.10.3.3	Alimentador	9
1.10.4	Panel eléctrico	9
1.10.4.1	Panel General Eléctrico	10
1.10.4.2	Paneles de distribución	10
1.10.4.3	Ubicación de los paneles	11
1.11	Estudio de carga eléctrica	11
1.12	Protecciones	11
1.13	Interruptor termomagnético	12
1.14	Interruptor diferencial	13
1.15	Componentes de una instalación eléctrica de interiores.....	14
1.15.1	Interruptor	14
1.15.2	Conmutador	14
1.15.3	Canalizaciones.....	14
1.15.4	Tomacorrientes	15
1.16	Sistema de iluminación	15
1.16.1	Magnitudes luminosas.....	16

1.16.1.1	Flujo luminoso.....	16
1.16.1.2	Intensidad luminosa	16
1.16.1.3	Luminancia o nivel de iluminación.....	16
1.16.1.4	Luminancia o brillo	16
1.16.1.5	Eficiencia luminosa.....	17
1.16.2	Tipos de lámparas.....	17
1.17	Método del flujo total para el cálculo de luminarias.....	18
1.18	Puesta a tierra.....	20
1.18.1	Puesta a tierra en edificios	21
1.18.2	Componentes de un sistema de puesta a tierra	21
1.18.2.1	Electrodo	22
1.18.2.2	Conductor	22
1.18.3	Resistividad del suelo.....	23
1.19	Simbología	24
	CAPÍTULO 2	25
2.1	Descripción del área de estudio.....	25
2.2	Metodología.....	26
2.3	Levantamiento de las instalaciones eléctricas del edificio de Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación.....	27
2.3.1	Planos eléctricos.....	28
2.3.2	Toma de datos del transformador	28
2.3.3	Acometida	29
2.3.4	Contador eléctrico.....	29
2.3.5	Circuito de alimentación.....	30
2.3.6	Ubicación del panel general eléctrico y los paneles de distribución	30
2.3.7	Levantamiento de datos de los paneles eléctricos.....	31

2.3.7.1	Panel general eléctrico.....	31
2.3.7.2	Panel de Distribución 1	33
2.3.7.3	Panel de distribución 2.....	34
2.3.7.4	Panel de distribución 3.....	35
2.3.7.5	Panel de distribución 4.....	36
2.3.7.6	Panel de distribución 5.....	37
2.3.8	Conductores	38
2.3.9	Diagramas unifilares	39
2.3.10	Cuadros de carga.....	39
2.4	Parámetros eléctricos	42
2.4.1	Curva de voltaje.....	44
2.4.2	Curva de corriente	45
2.4.3	Curva de potencia.....	46
2.5	Medición del factor de potencia (Fp)	47
2.5.1	Medición	47
2.6	Estudio de carga.....	49
	CAPÍTULO 3	52
3.1	Generalidades	52
3.2	Disposiciones generales del rediseño de las instalaciones eléctricas	52
3.2.1	Rediseño de planos eléctricos del edificio	53
3.2.2	Diseño de iluminación en interiores	53
3.2.2.1	Software DiaLuxevo 7.1.....	54
3.2.2.2	Diseño en División Zonal de Apoyo, Seguimiento y Regulación de la Educación	54
3.2.2.3	Tablas de diseño de iluminación en interiores	57
3.2.2.4	Iluminación de exteriores.....	63
3.2.2.5	Total de luminarias en el rediseño.....	65

3.2.3	Diseño de tomacorrientes	65
3.2.3.1	Cálculo de tomacorrientes	66
3.2.4	Interruptores	68
3.2.5	Conductores	68
3.2.5.1	En circuitos de iluminación.....	69
3.2.5.2	En circuito de tomacorrientes	69
3.2.5.3	Alimentadores a paneles de distribución.....	69
3.2.6	Distribución de circuitos en el Panel General y los Paneles de Distribución.....	70
3.2.6.1	Distribución de circuitos y protecciones del panel de distribución 1	70
3.2.6.2.	Distribución de circuitos y protecciones del panel de distribución n°2	71
3.2.6.3.	Distribución de circuitos y protecciones del panel de distribución 3	71
3.2.6.4.	Distribución de circuitos y protecciones del panel de distribución 4	72
3.2.6.5.	Distribución de circuitos y protecciones del panel de distribución 5	73
3.2.6.6	Distribución de circuitos y protecciones del Panel General Eléctrico.....	74
3.2.7	Protección general.....	74
3.2.8	Caída de voltaje.....	75
3.2.9	Alimentador principal	76
3.2.10	Factor de potencia	76
3.3	Puesta a tierra	76
3.3.1	Diseño de la malla de puesta a tierra.....	77
3.4	Estudio de carga del edificio de coordinación zona 1 ministerio de educación.....	80
4.1	Conclusiones	82
4.2	Recomendaciones	83
	Referencias	84
	ANEXOS.....	87
	ANEXO A: MEMORIA TÉCNICA	87

1.	Resumen	87
2.	Objetivo	87
3.	Antecedentes.....	87
4.	Detalles de la memoria técnica	87
	ANEXO B: DISEÑO DE ILUMINACION INTERIOR	93
	ANEXO C: FACTOR DE UTILIZACIÓN	95
	ANEXO D: DISEÑO DE ILUMINACIÓN EXTERIOR	96
	ANEXO E: ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS OTORGADOS POR EL ANALIZADOR DE REDES	97
	ANEXO F: CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL NEC – 11.....	100
	ANEXO G: CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE PARA CABLES	101
	ANEXO H: DIAGNÓSTICO DE PLANOS ELÉCTRICOS	102
	ANEXO I: REDISEÑO DE PLANOS ELETRICOS	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1: Triangulo de potencias.	5
Fig. 1.2: Instalación eléctrica residencial.	6
Fig. 1.3: Partes de un Panel General Eléctrico.	11
Fig. 1.4: Interruptor termo magnético.....	13
Fig. 1.5: Interruptor diferencial.....	14
Fig. 1.6: Pruebas de resistividad del suelo.	23
Fig. 2.1: Edificio de Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación.....	25
Fig. 2.2: Transformador monofásico de 15 kVA.....	28
Fig. 2.3: Acometida subterránea de EMELNORTE S.A.	29
Fig. 2.4: Contador electrónico.....	29
Fig. 2.5: Circuito de alimentación principal	30
Fig. 2.6: Panel general eléctrico.	32
Fig. 2.7: Panel de distribución n°1.	33
Fig. 2.8: Panel de distribución n°2.	34
Fig. 2.9: Panel de distribución n°3.	35
Fig. 2.10: Panel de distribución n°4.	36
Fig. 2.11: Panel de distribución n°5.	37
Fig. 2.12: Estado de los conductores.....	39
Fig. 2.13: Conexión del analizador de redes a las líneas energizadas.....	43
Fig. 2.14: Instalación del instrumento de medida.	43
Fig. 2.15: Resultados obtenidos por el analizador de redes.....	44
Fig. 2.16: Curva de voltajes.	44
Fig. 2.17: Curva de corriente.	45
Fig. 2.18: Curva de potencia.....	46
Fig. 2.19: Instalación del analizador de redes para la medición del factor de potencia.	47

Fig. 2.20: Factor de potencia.....	48
Fig. 2.21: Planilla de consumo eléctrico.....	49
Fig. 3.1: Ilustración de la Oficina de la planta 4 del edificio en DiaLuxevo.	54
Fig. 3.2: Detalles de la luminaria LED.....	56
Fig. 3.3: Diseño de la malla de tierra.	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Niveles de voltaje según la regulación del ARCONEL.	4
Tabla 1.2: Nomenclatura del aislante de conductores.	8
Tabla 1.3: Niveles de iluminación en diferentes áreas.	15
Tabla 1.4: Descripción de los tipos de lámparas.....	17
Tabla 1.5: Factor de reflexión.....	19
Tabla 1.6: Factor de mantenimiento.	19
Tabla 1.7: Valores máximos de tensión de contacto aplicadas al ser humano.....	21
Tabla 1.8: Tamaño de los conductores de tierra de canalizaciones y equipos.....	22
Tabla 1.9: Simbología eléctrica NEC.....	24
Tabla 2.2: Circuitos de mando del panel general eléctrico.....	33
Tabla 2.3: Circuitos de iluminación y fuerza del panel de distribución n°1.	34
Tabla 2.4: Circuitos de iluminación y fuerza del panel de distribución n°2.	35
Tabla 2.5: Circuitos de iluminación y fuerza del panel de distribución n°3.	36
Tabla 2.6: Circuitos de iluminación y fuerza del panel de distribución n°4.	37
Tabla 2.7: Circuitos de iluminación y fuerza del panel de distribución n°5.	38
Tabla 2.8: Cuadro de carga del panel de distribución n°1. Talento Humano.....	39
Tabla 2.9: Cuadro de carga del panel de distribución n°2. Pasillo 1.	40
Tabla 2.10: Cuadro de carga del panel de distribución n°3. Cocina de la planta 1.....	40
Tabla 2.11: Cuadro de carga del panel de distribución n°4. Sala de reuniones.	41

Tabla 2.12: Cuadro de carga del panel de distribución n°5. Entrada principal.	41
Tabla 2.13: Resultado de los voltajes en las fases.	45
Tabla 2.14: Resultado de las corrientes en las fases.	46
Tabla 2.15: Resultado de las potencias en las fases.	47
Tabla 2.16: medición del factor de potencia.	47
Tabla 2.17: Estudio de carga.	50
Tabla 3.1: Características de la luminaria LED.	56
Tabla 3.2: Cuadro de iluminación de la planta 1.	58
Tabla 3.3: Cuadro de iluminación de la planta 2.	59
Tabla 3.4: Cuadro de iluminación de la planta 3.	60
Tabla 3.5: Cuadro de iluminación de la planta 4.	61
Tabla 3.6: Cuadro de iluminación de la planta 5.	62
Tabla 3.7: Resultado total de luminarias.	65
Tabla 3.8: Número de tomacorrientes de la planta 1.	66
Tabla 3.9: Número de tomacorrientes del piso 2.	67
Tabla 3.10: Número de tomacorrientes de la planta 3.	67
Tabla 3.11: Número de tomacorrientes de la planta 4.	67
Tabla 3.12: Número de tomacorrientes de la planta 5.	68
Tabla 3.13: conductores por cada circuito de la planta 2.	69
Tabla 3.14: Distribución de circuitos y protección del panel de distribución n° 1.	70
Tabla 3.15: Distribución de circuitos y protección del panel de distribución n°2.	71
Tabla 3.16: Distribución de circuitos y protección del panel de distribución n°3.	72
Tabla 3.17: Distribución de circuitos y protección del panel de distribución n°4.	72
Tabla 3.18: Distribución de circuitos y protección del panel de distribución n°5.	73
Tabla 3.19: Distribución de circuitos y protecciones del Panel General Eléctrico.	74
Tabla 3.20: Protección General.	75

Tabla 3.21: Calculo de caída de voltaje.....	76
Tabla 3.22: Estudio de carga.....	80

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN (1).....	4
ECUACIÓN (2).....	5
ECUACIÓN (3).....	12
ECUACIÓN (4).....	12
ECUACIÓN (5).....	12
ECUACIÓN (6).....	12
ECUACIÓN (7).....	16
ECUACIÓN (8).....	18
ECUACIÓN (9).....	19
ECUACIÓN (10).....	20
ECUACIÓN (11).....	23
ECUACIÓN (12).....	78
ECUACIÓN (13).....	78
ECUACIÓN (14).....	78
ECUACIÓN (15).....	79
ECUACIÓN (16).....	79

RESUMEN

La problemática de las instalaciones eléctricas sin estudios previos y sin mantenimientos periódicos son causantes de varios factores de riesgo como: equipos o maquinas dañadas, conductores en mal estado y sistemas eléctricos deficientes, estos factores pueden causar accidentes laborales a personal que trabaja manipulando dichos equipos, cortocircuitos e incendios.

El propósito del presente proyecto está enfocado en dar facilidad al entendimiento de las instalaciones eléctricas seguras y que cumpla con todos los requerimientos técnicos y las condiciones propuestas de las normas estipuladas para determinar un rediseño del sistema eléctrico seguro y económico.

Como parte del proyecto se desarrolló el levantamiento de las instalaciones eléctricas en el edificio de Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación, Ibarra provincia de Imbabura, para diagnosticar el estado del sistema eléctrico y elaborar planos eléctricos actuales para así proponer un rediseño eléctrico modificado. El levantamiento de las instalaciones eléctricas se detalló tomando información y clasificándola en los respectivos cuadros de carga y diagramas unifilares.

Se realizó la propuesta de un rediseño adecuado para el sistema eléctrico de bajo voltaje en el edificio, dando seguimiento a la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2013 – 2018, con el propósito de cambiar, modificar y determinar el sistema eléctrico adecuado que cumpla con todos los parámetros que exige la norma vigente, para garantizar seguridad a las personas que trabajan en el edificio.

El nuevo diseño de las instalaciones eléctricas presenta cambios en la distribución de circuitos, cambio de conductores y protecciones, cambio de luminarias, protección en los cuadros de carga y el estudio de un sistema de puesta a tierra que deberá ser implementado.

Se detalla una memoria técnica y un presupuesto del cual constan los costos totales de los materiales y mano de obra eléctrica y civil que se va a utilizar para el respectivo mantenimiento del sistema eléctrico en el edificio.

Abstract

The problem of electrical installations without prior studies or periodic maintenance, are the cause of several risk factors such as: damaged equipment or machines, conductors in poor condition and deficient electrical systems, these factors could result on occupational accidents to the personal who work handling said equipment, short circuits and fires.

The purpose of this project is focused on facilitating the understanding of safe electrical installations and the fulfillment of all the technical requirements and the conditions proposed in the stipulated standards, to determine a redesign of the safe and economical electrical system.

As part of the project, the survey of the electrical installations in the Ministry of Education Zone 1 Coordination building, Ibarra province of Imbabura, was carried out to diagnose the state of the electrical system and prepare current electrical plans to propose a modified electrical redesign. The survey of the electrical installations was detailed by taking information and classifying it in the corresponding load charts and single-line diagrams.

A proposal was made for a suitable redesign for the low voltage electrical system in the building, following the Ecuadorian Construction Standard 2013-2018, with the purpose of change, modify and determine the adequate electric system that achieve all the parameters required by current regulations, to guarantee safety to the people who work in the building

The new design of the electrical installations presents adjustments in the distribution of circuits, change of conductors and protections, replacement of luminaires, safeguard on load charts and the study of a grounding system that should be implemented.

A technical report and a budget are detailed, which includes the total costs of materials, electrical and civil labor that will be used for the respective maintenance of the electrical system in the building.

Introducción

Contextualización

Cuando se hace referencia a instalaciones eléctricas, se toma en cuenta un elevado número de variantes con el propósito de cumplir un fin específico. “La determinación de las características de este conjunto de elementos, el arreglo o disposición que llevan dentro de una instalación y los aspectos funcionales y de estética, es lo que se conoce como el Diseño de la Instalación Eléctrica, que dependiendo del tipo si es residencial, comercial o industrial podrá tener distintos criterios que deben ser considerados, y que luego estarán de acuerdo con las normas y técnicas para instalaciones eléctricas.” (Gonzales, 2006). Dando a entender que las instalaciones eléctricas de cualquier tipo tienen que estar regidas a las leyes, normas y requerimientos para un trabajo óptimo.

Las buenas instalaciones eléctricas deben tener un análisis y regulación continua de voltaje y frecuencia para poder brindar calidad de energía. “Para que una instalación eléctrica cumpla con la necesidad del usuario debe encontrarse enlazada a un sistema que proporcione una buena calidad de servicio.” (Sandoval, 2008).

En el estudio de las instalaciones eléctricas, se toma en cuenta la demanda de la edificación para poder hacer el estudio de la energía y poder instalar cargas improvisadas. “En general cada sistema eléctrico debe de estar diseñado para satisfacer la demanda de servicio que se presente y considerar también el pronóstico de cargas para instalaciones futuras, esta medida es conveniente y necesaria en algunos casos debido a que el uso de la electricidad tiende a incrementarse independientemente del tipo que sea.” Afirma (Gonzales, 2006; Horna, 2012).

Las instalaciones eléctricas deben realizarse con normas y requerimientos del NEC (Código Eléctrico Nacional) enfocado a reducir fallas a largo y corto plazo según el proceso del proyecto de las instalaciones eléctricas y diseñado bajo una demanda estimada. “El proyecto de instalaciones eléctricas debe realizarse bajo ciertas normas y requisitos mínimos basados principalmente en el Código Eléctrico Nacional, se debe cumplir con seguridad, confiabilidad, flexibilidad, facilidad de operación, mantenimiento, entre otros factores importantes”. (Romero, 2006).

Cuando un edificio, tiene equipos que demandan energía eléctrica en tiempos determinados para continuar con normalidad sus actividades, se ve obligado a realizar un estudio del sistema

eléctrico para poder alimentar cargas adicionales y evitar desbalance de cargas. “Pero si la nueva demanda es superior a la reserva considerada inicialmente, será necesario ampliar su sistema eléctrico, para proveer eficazmente la alimentación que será requerida por los nuevos equipos y maquinarias a instalar.” (Heredia, 2009).

Las instalaciones eléctricas comprenden líneas interiores que se engloba desde la distribución hasta los aparatos más pequeños de una instalación eléctrica. “Se llaman líneas interiores o, también líneas de consumo, a las instaladas en el interior de los edificios o estructuras. Comprenden desde el punto de conexión con la empresa suministradora de energía eléctrica, hasta los aparatos receptores (lámparas, timbres, cocinas, entre otros).” (Alvarado, 2014; Hoyos, 2012). Estas instalaciones pueden ser abiertas, ocultas o ahogadas.

Para mejorar las instalaciones eléctricas y su déficit de cargas en edificios o viviendas se plantean opciones de rediseño en toda la instalación eléctrica, programas de plan de mantenimiento de las mismas con levantamiento de datos en tiempo actual, análisis de luminarias y malla de puesta a tierra, siendo lo más esencial a estudiar guiándose de las respectivas normas, selección de herramientas y dispositivos adecuados.

Problemática

El edificio de Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación, tiene una infraestructura modificada. Sus oficinas y locaciones que albergan a sus empleados se dividen en 5 pisos. Su capacidad inicial de la edificación fue diseñada para 15 oficinas incluyendo 1 bodega, su estructura es para 4 personas por oficina dando un total de 60 servidores públicos permanentes incluyendo personal de limpieza. El funcionamiento de esta edificación data de 15 años atrás con modificaciones que se han realizado de oficinas, instalaciones eléctricas y luminarias etc. La capacidad actual de la edificación es de 18 oficinas en las cuales se albergan 97 servidores públicos y se toma en cuenta por día a 50 beneficiados que son personas nombradas como visitantes que no cumplen ninguna función como servidores públicos.

La edificación cuenta con una distribución de la red eléctrica de medio voltaje de 13,8 kV, llega a un transformador monofásico de 15 kVA. El voltaje de fase es de 120 V y el voltaje de línea es de 240 V en el secundario del transformador, este voltaje llega a una caja bifásica de 5 servicios activos y 1 servicio inactivo instalado en la edificación para la interrupción de energía en los circuitos derivados que tiene la instalación eléctrica, cabe recalcar que cada circuito de iluminación y fuerza, no cuentan con un interruptor termomagnético individual.

La modificación de los circuitos eléctricos en el edificio muestra un creciente incremento de cargas que sin tener un estudio previo se adicionaron a las necesidades de los trabajadores.

En ninguno de los pisos permite hacer una diferenciación de cada circuito según su destino. No existen planos de la modificación eléctrica realizada en más de 15 años (planos as built), mucho menos tienen registros de algún mantenimiento ejecutado en la instalación. De igual manera no existen los planos arquitectónicos originales.

El edificio no cuenta con una documentación que indique el estado de la malla de tierra. El sistema de iluminación que utilizan es de lámparas fluorescentes con una escasa combinación de lámparas incandescentes que se encuentran instaladas sin estudio alguno.

El panel de control con 5 posiciones activas tiene varios circuitos que se encuentran mal distribuidos por lo que existen conductores que alimentan fuerza e iluminación de una misma protección, cabe recalcar que este panel de control no cuenta con señalética eléctrica lo que puede causar daños en los equipos o accidentes al personal de mantenimiento.

Con estos antecedentes y la falta de estudio en el sistema eléctrico es necesario llevar a cabo un rediseño que permita la mejora del consumo eléctrico, una correcta modificación de la instalación eléctrica y una eficiente distribución de carga en el edificio.

Objetivo general

Realizar el rediseño de la instalación eléctrica y la memoria técnica del edificio de Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación, mediante un diagnóstico de la instalación eléctrica actual que sirva como soporte documental para la proyección estratégica, planificación y ejecución de cambios en la parte eléctrica por parte del personal de mantenimiento de dicha institución.

Objetivos específicos

- Estudiar las normativas que aplican para el funcionamiento y aplicaciones de las instalaciones eléctricas en edificaciones.
- Realizar un diagnóstico de la instalación eléctrica con una investigación de campo y análisis de cargas instaladas actuales.
- Rediseñar el sistema eléctrico de cada planta del edificio.

Justificación

La misión de la Coordinación Zonal de Educación Zona 1 es la de administrar el sistema educativo del territorio bajo su jurisdicción y diseñar la estrategias que aseguren la calidad de los servicios educativos. La norma ISO 9001.2018 en su punto 7.1.3 *Infraestructura*; plantea 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.

La adecuación del nuevo diseño del sistema eléctrico estará referenciado en las normas nacionales vigentes en el país como:

- CPE INEN 019 (Código Eléctrico Nacional, Ecuador), y en defecto de su alcance o actualización se utilizará el NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción 2013 - 2018),
- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización)
- NEC (Código Nacional Eléctrico)
- IEEE (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica) que son normas referentes en la elaboración de normas ecuatorianas.

La propuesta de este proyecto eléctrico brindará seguridad y confort a las personas que trabajan y que hacen el uso de la energía eléctrica en cada planta del edificio.

Alcance

Se establecerá el estado actual del sistema eléctrico partiendo desde la acometida hacia la instalación eléctrica interna del edificio y poder identificar cada circuito existente, con esto poder verificar puntos donde se puede obtener ahorro energético como lo es el sistema de iluminación, las áreas con sistema informático y la utilización de sensores de movimiento.

Con el diagnóstico del sistema eléctrico se estudiará la distribución de cada uno de los circuitos en cada área del edificio con el fin de identificar los problemas de funcionamiento como: instalaciones incorrectas, fluctuaciones de voltaje, balance de luminosidad y bajo factor de potencia.

La actualización de los planos eléctricos será realizada con la ayuda de un software específico (AutoCAD), para identificar el estado actual de los circuitos y el sistema de puesta a tierra. El análisis del sistema de puesta a tierra iniciará desde el medidor, los paneles de distribución y la

instalación de tomacorrientes con el propósito de diagnosticar el estado actual de la malla de tierra.

Una vez ya culminada la revisión técnica, se presentarán planos eléctricos del rediseño y una memoria técnica de las instalaciones eléctricas del edificio.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Introducción

Existen instalaciones eléctricas en edificaciones que son alimentadas desde la red de bajo voltaje con niveles permisibles en transformadores monofásicos (120V / 240V) y en transformadores trifásicos (127V / 220V), para alimentar cargas de iluminación y fuerza, este voltaje es normalizado y no tiene la necesidad de ser modificado, trabaja a una frecuencia empleada en la red eléctrica de 50Hz / 60Hz (Rocha, 2015).

Las instalaciones eléctricas en bajo voltaje cuando son abonados residenciales, industriales o comerciales deben ser eficientes, cumpliendo con todas las normas de diseño y seguridad. (Rocha, 2015).

Existen riesgos eléctricos y laborales causados por las instalaciones eléctricas inseguras, para evitar estos riesgos se elaboran con anterioridad estudios para la creación de nuevos diseños o mantenimientos, con el fin de evitar fallas en el sistema eléctrico. “Las instalaciones eléctricas con el pasar del tiempo se deterioran causando sobrecargas y cortocircuitos, esto se debe a varios factores como por ejemplo la falta de mantenimiento en los circuitos, protecciones y cableado” (Carrasco, 2015).

1.2 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 (León, 2014). Esto se realiza tomando en cuenta el levantamiento de datos que facilite la elaboración del nuevo diseño eléctrico.

1.3 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 (León, 2014).

1.4 Normas para instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas de tipo comercial, industrial o residencial, deben cumplir con los requerimientos actuales de diferentes normas tales como: la NEC, la ISO 9001, la IEEE y la INEN, que a continuación se detallan:

1.4.1 Norma Ecuatoriana de la Construcción

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) año 2013, 2018, establece especificaciones técnicas y requisitos mínimos en el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas para bajo voltaje en uso residencial y comercial, esta norma tiene como objetivo dar seguimiento a la instalación y desinstalación de conductores eléctricos, equipos, señalización, y demás implementación eléctrica para (NEC, 2018):

- Locales públicos y privados incluidos edificios, estructuras y casas móviles.
- Patios, lotes, estacionamientos y subestaciones.
- Instalaciones de conductores y equipos que se conecten al suministro de electricidad.
- Instalaciones utilizadas por el servicio eléctrico como: oficinas, almacenes, garajes, subestaciones y centros de control.

1.4.2 Norma ISO 9001:2018

En el numeral 7.1.3 *Infraestructura*, plantea que la organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para la operación de sus procesos y lograr la conformidad de los productos o servicios (ISO, 2018).

1.4.3 Norma IEEE std 142

Este artículo de la norma IEEE, proporciona los procedimientos para el estudio del sistema de puesta a tierra en instalaciones eléctricas residenciales, exponiendo un banco de fórmulas para el cálculo y dimensionamiento de materiales (IEEE, 2019).

1.4.4 NTE INEN 2345 – 15

El artículo #2345 – 15 de la norma INEN, detalla especificaciones técnicas del aislamiento en alambres y cables mono conductores para 600 V, en base a la actualización de la CPE INEN 019.

1.5 Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas forman parte del proceso de construcción en viviendas, edificios e industrias, por lo que deben tener planificación, proyección y ejecución en proyectos eléctricos y ser elaboradas por personal certificado, aplicando las normas vigentes de seguridad y diseño (Rocha, 2015).

Las instalaciones de medio y bajo voltaje deben cumplir con varias condiciones para brindar seguridad, estas condiciones son:

- Instalación segura para evitar incendios.
- Instalación eficiente y económica.
- Instalación que cumpla con las normas actualizadas vigentes en el país, como: el NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción 2013 y 2018).
- Fácil acceso a los mantenimientos periódicos.

También existen instalaciones de servicio, llamadas así porque son instalaciones destinadas a varios servicios como son: alarmas, teléfonos, internet y cámaras de seguridad que no cuentan con planos de instalación.

1.6 Tipos de instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas se dividen en varios tipos según su planificación:

Visibles: son instalaciones eléctricas con cableado que se encuentra apoyado por canaletas o tuberías en paredes y techos, estas instalaciones se pueden manipular y visualizar directamente.

Ocultas: son instalaciones eléctricas donde el cableado se encuentra distribuido por ductos PVC dentro de las paredes y techos.

1.7 Niveles de voltaje

Según la regulación del ARCONEL – 018/18; menciona los niveles de voltaje que se reflejan en la Tabla 1.1, donde describe los voltajes vigentes en el país (Rangos en Ecuador).

Tabla 1.1: Niveles de voltaje según la regulación de ARCONEL (Rangos en Ecuador).

Bajo voltaje	Voltaje menor o igual a 0.6 kV; (127/220, 120/240).
Medio voltaje	Voltaje mayor a 0.6 y menor o igual a 40 kV; (13.8kV / 23kV).
Alto voltaje grupo 1	Voltaje mayor a 40 y menor o igual a 138 kV; (69kV).
Alto voltaje grupo 2	Voltaje mayor a 138 kV. (230kV)

Fuente: (ARCONEL, 2019).

Modificado por el autor.

La distribución de energía eléctrica en Ecuador es a una frecuencia de 60 Hz y un voltaje de transformadores monofásicos (120 V / 240 V) y transformadores trifásicos (127 V / 220 V).

1.8 Caída de voltaje

Cuando una corriente fluye por un conductor, existen pérdidas en el voltaje aplicado, esto se ocasiona por distintos factores como: la longitud del conductor, su sección transversal, la temperatura del ambiente y el entorno en el que se encuentra (Carrasco, 2015).

Una instalación eléctrica en cualquier ámbito, debe cumplir con las condiciones que menciona la NEC en el capítulo 15:15.1.7; alimentadores, donde aclara que la elección de los conductores según su calibre deben evitar una caída de voltaje del 3% en la salida más lejana y en casos extremos no exceder el 5% del voltaje nominal (NEC, 2013).

Con la Ec. 1, se determina el porcentaje de la caída de tensión rigiéndose a los niveles permitidos según la norma.

$$e(\%) = \frac{K \times I \times L}{S \times V} \quad (1)$$

Donde:

$K = 4$ para circuitos monofásicos (Constante).

$K = 2$ para circuitos trifásicos (Constante).

I = Corriente que circula por el conductor.

L = Longitud del conductor.

S = Sección del conductor en mm².

V = Voltaje de operación.

1.9 Factor de potencia

El factor de potencia indica la relación existente entre la potencia real de trabajo y la potencia real que es consumida por la carga conectada a un circuito de corriente alterna, quiere decir que indica la potencia total utilizada (García, 2015). El factor de potencia en una instalación eléctrica es eficiente cuando los valores se encuentren más cerca a la unidad.

$$FP = \cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (2)$$

Para aquellos consumidores de la Categoría General como: instituciones educativas, centros de acople financiero, oficinas, residencias, universidades, escuelas, colegios u otras entidades similares a la educación que tengan consumo de energía reactiva y que registren un factor de potencia media mensual inferior a 0.92, se aplicaran los cargos o penalizaciones establecidos en el bloque tarifario, en concepto de cargos por bajo factor de potencia (ARCONEL, 2019).

En la resolución del ARCONEL Nro. 035/19, menciona que, el valor del factor de potencia registrado en el periodo de consumo sería inferior a 0,60 para cualquier tipo de consumidor de categoría general con medición de energía reactiva, la distribuidora, previa notificación, podrá suspender el servicio público de energía eléctrica hasta que el consumidor adecue sus instalaciones a fin de superar dicho valor límite (ARCONEL, 2019).

En la Figura 1.1, se representa el triángulo de potencias para el fácil entendimiento según sus unidades.

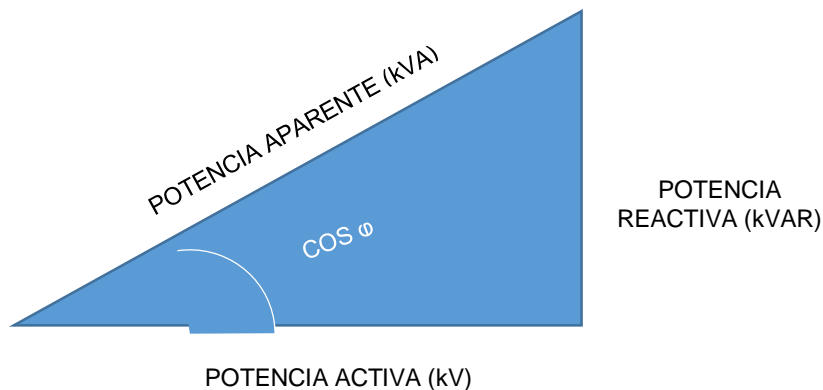


Fig. 1.1: Triángulo de potencias.

Fuente: (García, 2015)

Cuando exista la necesidad de corregir el factor de potencia, es más fácil y práctico la instalación de condensadores eléctricos en forma paralela con la carga (Rocha, 2015).

1.10 Partes de una instalación eléctrica

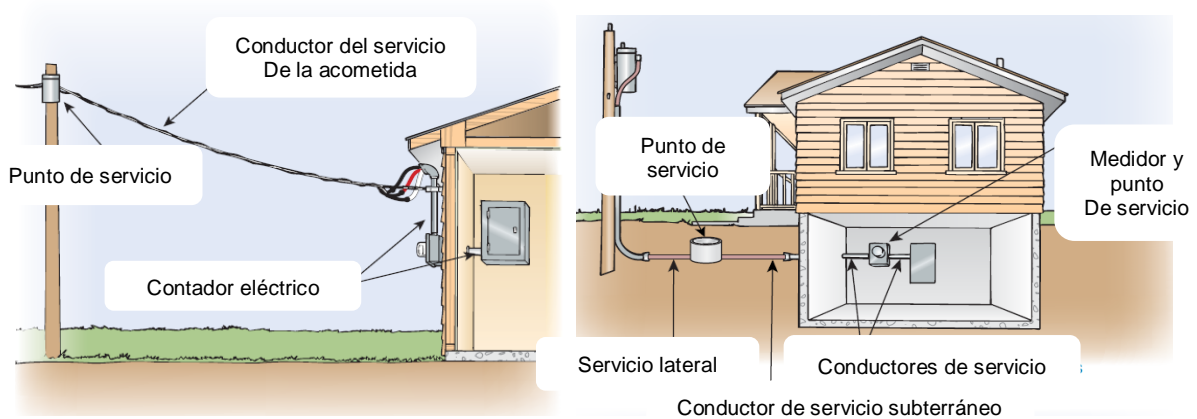


Fig. 1.2: Instalación eléctrica residencial.

Fuente: (Cloutier, 2017).

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.

1.10.1 Acometida

Pérez (2015), dice que, las acometidas son responsabilidad de la empresa que suministra la energía eléctrica, y a su vez define si la acometida es aérea o subterránea. La acometida se define como el punto de conexión entre la red, la empresa que distribuye la energía eléctrica y el contador que marca el consumo del usuario.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción en sus especificaciones técnicas para instalaciones eléctricas en edificios o predio al que se le suministre energía eléctrica, establece que debe tener solo una acometida, a excepción de: (NEC, 2013):

Excepción 1: Cuando se requiera una acometida independiente para bombas contra incendios.

Excepción 2: Edificios de gran superficie.

Excepción 3: Para distintos usos y tarifas

Excepción 4: Las partes de un edificio que tengan entrada independiente por la calle y que no se comuniquen interiormente, pueden considerarse edificios separados.

La selección del calibre del conductor para la acometida debe ser de un calibre mínimo recomendado por la empresa que suministra el servicio eléctrico, estos conductores deben tener un tamaño nominal no menor a 8 AWG si son de cobre y 6 AWG si son de aluminio o lo que establezca la empresa eléctrica suministradora local (NEC, 2013).

1.10.2 Contador eléctrico

Es un dispositivo destinado a medir el consumo de energía eléctrica que demanda el usuario, en este caso EMELNORTE S.A es quien se encarga de la instalación de cada contador eléctrico (León, 2014).

Para establecer los valores de consumo que demanda el usuario, se debe tomar en cuenta la reglamentación de instalaciones de acometidas y medidores de cada empresa eléctrica de distribución (NEC, 2018), la instalación del contador eléctrico le compete a la empresa distribuidora, este contador debe cumplir con las características que solicita el abonado.

1.10.3 Conductores

Los conductores son considerados como elementos que permiten el paso de la energía eléctrica hasta el punto de consumo, estos conductores en algunas ocasiones recorren distancias considerables en lo cual existen pérdidas o caídas de voltaje (Pérez, 2015).

Para evitar las caídas de voltaje frecuentes, se debe considerar la resistividad mínima del conductor, el material (cobre o aluminio) y el calibre del conductor a elegir con el fin de disminuir las pérdidas al momento de transportar energía (Rocha, 2015). En la elección del conductor es importante tomar en cuenta los parámetros como: mecánicos, físicos y químicos.

1.10.3.1 Normas para los conductores

Los calibres de los conductores deben estar expresados en el sistema AWG (American Wire Gauge), MCM o milímetros.

En el ANEXO F. Se especifica el número de cable, diámetro y capacidad de conducción para su aplicación.

La NEC en el capítulo 15: 15.1.8.0.1; conductores, dice que el calibre del conductor para iluminación debe ser el #14 AWG y en circuitos de fuerza será el #12 AWG. Los conductores para los circuitos de los sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) serán flexibles #10 AWG (NEC, 2013).

Se utiliza el código de colores según la NEC en su sección 11, g); Instalación de conductores; siguiendo su descripción (NEC, 2018):

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

1.10.3.2 Aislamiento de conductores

El aislamiento de un conductor se cambia dependiendo del uso o aplicación en sistemas eléctricos, como modelo se considera el material termoplástico el cual se caracteriza como tipo T, y su determinación según la normativa vigente NTE INEN 2345 - 15 se nombra a continuación: TW, THW, THHN, TTU. También se convergen los polímeros que se denominan como: R, RW, RHW, RH, RHH (Román, 2016).

En la Tabla 1.2 se describe los materiales de aislamiento según el tipo del conductor.

Tabla 1.2: Nomenclatura del aislante de conductores.

TERMOPLÁSTICO		POLÍMEROS	
TW	Resistente al agua y calor 90°C a 600 V	R	Polietileno reticulado
THW	Termoplástico resistente alto calor y humedad 75°C / 90°C a 600 V.	RW	Caucho resistente al calor y humedad de con aislamiento y cubierta de hules sintéticos para 75 °C en ambiente seco y 60 °C en húmedo, 600 V
THHN	Vinilo / termoplástico 90° a 600 V	RHW	Cables con aislamiento y cubierta de hules sintéticos para 75 °C en ambiente seco y húmedo.
TTU	Termoplástico polietileno 600 V cableado resistente a la humedad y el calor.	RH	Cables con aislamiento y cubierta de hules sintéticos para 75 °C en ambiente seco y 60 °C en húmedo, 600 V.
		RHH	Cables con aislamiento y cubierta de hule sintético, para 90 °C, 600 V.

Fuente: (Román, 2016).

Modificado por el autor.

El aislamiento en los conductores eléctricos es relacionado con el material que se construye, estos materiales deben tener una alta resistencia eléctrica para evitar el paso elevado de corrientes diferentes a la capacidad del conductor y la temperatura ambiente en la que se encuentra la instalación (Román, 2016).

La correcta selección del aislamiento de un conductor es importante en instalaciones con voltajes de servicio de hasta 220 V, el valor de resistencia de aislamiento será de 300.000 Ohm, estos conductores deben estar aislados en toda su longitud con PVC u otro material termoplástico que cumpla todos los requisitos de la norma INEN 2345, por lo general para instalaciones residenciales son de tipo THHN en AWG ya que por sus características técnicas son los más óptimos en instalaciones de bajo voltaje. El aislamiento debe aplicarse directamente sobre el conductor, y debe adherirse firmemente al mismo. El aislamiento debe estar libre de poros, ampollas u otras imperfecciones apreciables a simple vista (NEC, 2013).

1.10.3.3 Alimentador

El alimentador se define como un conductor que enlaza al contador eléctrico con el panel general de una misma línea, puede tener salidas de alimentación secundaria para los circuitos derivados, soportando la carga total de la instalación eléctrica (Pérez, 2015).

La sección 15.1.7; alimentadores; de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, menciona que, la sección de los conductores alimentadores será, por lo menos, la suficiente para alimentar las cargas determinadas y a su vez deben ser resistentes a las caídas de voltaje que se presenten en el sistema eléctrico, la sección mínima permisible será No. 10 AWG ($5,26 \text{ mm}^2$) (NEC, 2018).

1.10.4 Panel eléctrico

El panel eléctrico es un elemento donde aloja dispositivos de protección de la línea general de alimentación. Marca el inicio de la derivación de circuitos de iluminación y fuerza en interiores, haciendo referencia a las normas vigentes (Orrego, 2016).

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 serán instalados en lugares seguros y de fácil acceso, en la parte posterior del tablero no debe ubicarse ningún artículo de vestuario, deben estar instalados a una altura mínima de 2 m de altura tomando en cuenta las condiciones particulares siguientes (NEC, 2013):

- Los tableros de locales que organizan reuniones de personas, se ubicaran en ambientes solo accesibles al personal de operación y mantenimiento.
- En caso de ser necesaria la instalación de paneles en ambientes peligrosos, estos deberán se contruidos utilizando equipos y métodos constructivos acorde a las normas específicas sobre la materia.

1.10.4.1 Panel General Eléctrico

La función principal del panel general eléctrico es la distribución de circuitos derivados individuales a los paneles de distribución, según la necesidad del usuario, con el fin de evitar fallas técnicas sin afectar a los demás circuitos que se encuentran alojados (Palacios & Tobar, 2017).

El capítulo 15: 15.1.6: tableros eléctricos; de la Norma Ecuatoriana de la construcción, menciona que los tableros generales son tableros que distribuyen la energía eléctrica proveniente de las fuentes principales de suministro. En ellos estarán montados los dispositivos de protección y maniobra que protegen los alimentadores y que permiten operar sobre toda la instalación de consumo en forma conjunta o fraccionada (NEC, 2013).

1.10.4.2 Paneles de distribución

La cantidad de paneles de distribución en una instalación eléctrica es dependiendo a la necesidad del usuario y se distribuyen por el tipo de instalación (comercial o industrial), para brindar un nivel de seguridad y confiabilidad muy alto al momento de poner en funcionamiento dichos circuitos (Orrego, 2016).

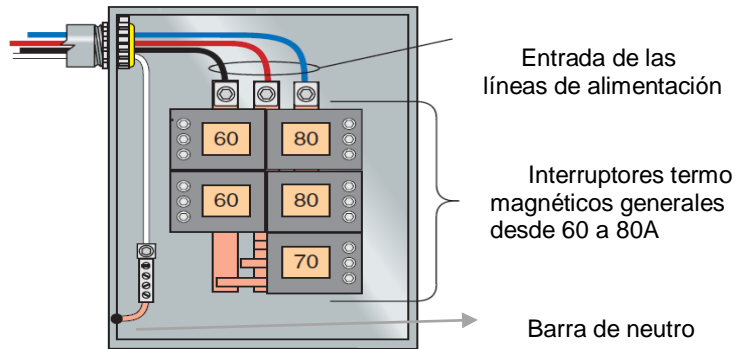


Fig. 1.3: Partes de un Panel General Eléctrico.

Fuente: (Cloutier, 2017).

1.10.4.3 Ubicación de los paneles

La ubicación de cada panel de distribución debe ser en puntos estratégicos y de fácil acceso para su mantenimiento y protección de los circuitos derivados.

Los paneles eléctricos no deben ser instalados en dormitorios, baños, cocinas o cuartos de lavado. Deben ser instalados en lugares seguros y accesibles para la maniobra y mantenimiento de los mismos (NEC, 2013).

Los paneles eléctricos deben permitir:

- El uso óptimo de las dimensiones y de la distribución en el interior del panel.
- Utilizar componentes estandarizados.
- Facilidad de maniobra.

1.11 Estudio de carga eléctrica

Con este estudio se puede determinar la distribución de carga en cada planta a estudiar en donde se pueda dimensionar nuevas cargas verificando la capacidad del sistema eléctrico, también una buena distribución de cargas y un factor de potencia permisible por la empresa que suministra el servicio con el objeto de un ahorro energético (Valencia, 2018).

1.12 Protecciones

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

o grupos con fines de lucro. Existen parámetros para el cálculo de las protecciones y sección del conductor como (Encinas, 2010):

- **Potencia unitaria:** (P. Unit)
- **Carga Instalada (CI):** Se obtiene multiplicando el número de carga con la potencia nominal (Encinas, 2010).

$$CI = CANT * Pn \quad (3)$$

- **Factor de Potencia (FP):** Se considera un valor de factor de potencia del 0.92 como especifica el artículo: guías de diseño de la Empresa Eléctrica Quito (E. E. Q, 2014).
- **Factor de demanda (FD):** Indica un porcentaje en el cual el sistema eléctrico está siendo utilizado por la carga de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2013).
- **Carga Instalada Representativa (CIR):** Con la siguiente Ec. 4 se puede realizar el cálculo de la carga instalada representativa de un grupo de cargas (Encinas, 2010).

$$CIR = CI * \left(\frac{FD}{100}\right) \quad (4)$$

- **Demanda Máxima Unitaria (DMU):** Expresada en Watts, es convertida a Voltamperios (VA) considerando el factor de potencia establecida por la Empresa Eléctrica que suministra energía (E. E. Q, 2014).

$$DMU [W] = CIR * \left(\frac{Fsn}{100}\right) \quad (5)$$

$$DMU [VA] = DMU [W] * FP$$

- **Corriente (I):** Expresada en amperios, se realiza el cálculo en la siguiente Ec. 6:

$$I[A] = \frac{DMU [VA]}{VOLT} \quad (6)$$

- **Protección (PROT):** La protección del conductor es mediante un interruptor termomagnético para evitar sobre corrientes se sugiere protecciones de: 15 A para N° 14 AWG, 20 A para N° 12 AWG, 30 A para N° 10 AWG en conductores de cobre (NEC, 2013).

1.13 Interruptor termomagnético

Es un dispositivo con un sistema de protección para circuitos eléctricos contra los efectos de sobre intensidades que se presentan por sobrecargas y cortocircuito. Cuenta con un mecanismo

que permite la interrupción automática de energía con un tiempo conveniente, esto sucede al momento de detectar alguna falla en el circuito derivado (Moreno, 2014).

En instalaciones eléctricas domiciliarias se utilizan interruptores termomagnéticos manuales, esto quiere decir que después del sobrecalentamiento por alguna falla, se puede esperar algunos minutos para que sea activado o manipulado. La capacidad de los interruptores termo magnéticos varían desde 1,5 hasta 63 A (Moreno, 2014).

La Figura 1.4, representa un interruptor termomagnético el cual se aloja en cajas metálicas para la distribución de circuitos (Cloutier, 2017).

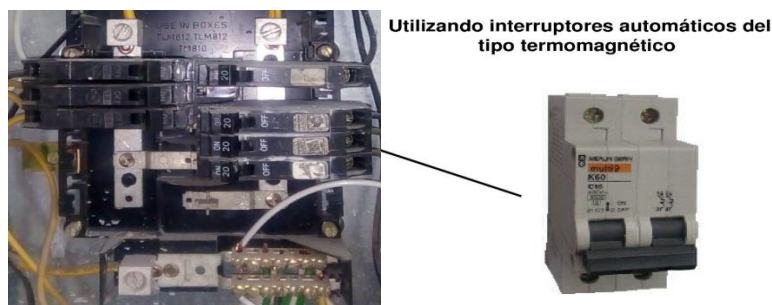


Fig. 1.4: Interruptor termo magnético.

Fuente: (Cloutier, 2017)

1.14 Interruptor diferencial

Es un dispositivo de protección que tiene la capacidad de detectar una diferencia de corrientes ocasionada por fallas técnicas o fugas a tierra. En caso que exista fallos, tiene una derivación a tierra que provoca un desequilibrio entre las corrientes, cambiando el valor de cada línea y dando lugar a un flujo resultante que provocará la apertura del paso de la corriente en el circuito (Moreno, 2014).

Cuando en las instalaciones eléctricas existen fallos de aislamiento, se encuentran fugas de corriente, usualmente se utilizan interruptores diferenciales que puedan detectar este tipo de fallas, abriendo totalmente el circuito en el que se produjo la falla (León, 2014).

En la Figura 1.5, se muestra un interruptor diferencial y sus partes principales, para dar a conocer el sistema interno y de funcionamiento al momento de manipular un interruptor diferencial.

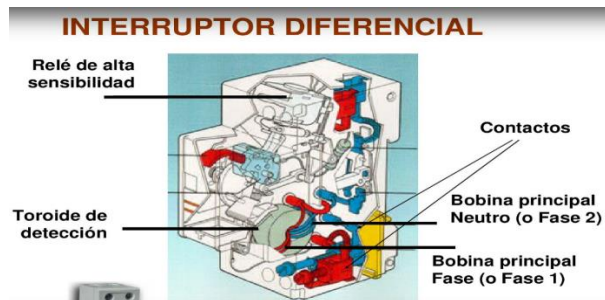


Fig. 1.5: Interruptor diferencial.

Fuente: (Cloutier, 2017).

1.15 Componentes de una instalación eléctrica de interiores

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.

1.15.1 Interruptor

Es un dispositivo con la capacidad de interrumpir la corriente eléctrica que pasan por un conductor. En el capítulo 10: 10.1; interruptores, de la NEC, menciona a los interruptores, conmutadores y pulsadores que su altura de instalación sobre el nivel del piso terminal debe ser de 1,2 m del lado de la apertura de la puerta y estos operativamente deben desconectar el conductor de fase (NEC, 2018).

Los interruptores que se encuentren instalados en lugares húmedos o fuera de la vivienda, deben estar protegidos por cajetines que sean resistentes a cambios climáticos, cabe recalcar que no es recomendable instalar interruptores en lugares mojados, espacios de duchas y lavamanos (NEC, 2013).

1.15.2 Conmutador

Al conmutador se le conoce como un dispositivo el cual tiene la capacidad de controlar una luminaria desde puntos diferentes, este tipo de dispositivos es utilizado en escaleras, pasillos etc., (Encinas, 2010).

1.15.3 Canalizaciones

En el capítulo 15: 15.1.8.0.4; canalizaciones y conductores, de la NEC, menciona a los ductos metálicos, sus accesorios, cajas y armarios metálicos que formen un conjunto, deberán estar

unidos en forma mecánicamente rígida para asegurar la conductividad eléctrica efectiva (NEC, 2018).

Estas canalizaciones deben ser específicas y de un radio que permita el fácil acceso al número de conductores que se desea tender y proteger, muchas veces es de metal o de plástico PVC.

1.15.4 Tomacorrientes

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 (Pillajo, 2017).

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. La instalación de tomacorrientes se les debe hacer a una distancia de 0,8 m del NPT (nivel de piso terminal) para cumplir con las especificaciones técnicas (NEC, 2018).

1.16 Sistema de iluminación

El sistema de iluminación en proyectos eléctricos es importante al momento de realizar un estudio ya que son elementos que pueden aportar para el ahorro de energía.

En la Tabla 1.3, la NEC (2013), presenta valores de iluminación en diferentes recintos que debe cumplir cada proyecto eléctrico.

Tabla 1.3: Niveles de iluminación en diferentes áreas.

Biblioteca	400 Lux
Cocinas	300 Lux
Oficinas	300 Lux
Pasillos	100 Lux
Aulas de clase	300 Lux

Fuente: (NEC, 2013).

Modificado por el autor.

1.16.1 Magnitudes luminosas

El estudio de iluminación debe contar con una fuente productora de luz y de un objeto a iluminar, de esta manera se realiza el análisis de varias magnitudes como: flujo luminoso, intensidad luminosa, luminancia o nivel de iluminación, luminancia o brillo y eficiencia luminosa.

1.16.1.1 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. (Santos A. C., 2014).

1.16.1.2 Intensidad luminosa

La cantidad de flujo luminoso que emite una fuente de luz en varias direcciones, en el sistema internacional de unidades se expresa la intensidad luminosa con la candela (Cd). (Santos A. C., 2014).

1.16.1.3 Luminancia o nivel de iluminación

Es el índice representativo de la densidad de flujo luminoso sobre una superficie, es la relación entre el flujo luminoso (ϕ) que incide sobre una superficie (S) perpendicular al mismo, se mide en lux (Lx) y se representa en la Ec. 7; para el cálculo de iluminación (Santos A. C., 2014).

$$E = \frac{\phi}{S} = \frac{\text{Lumen}}{m^2} = \text{lux} \quad (7)$$

Donde:

E = Iluminación.

ϕ = Flujo luminoso.

S = Superficie.

1.16.1.4 Luminancia o brillo

Trata de la luz que llega al ojo humano al momento que refleja una luminaria, su unidad de medida es *candelas/m²*. (Santos A. C., 2014).

1.16.1.5 Eficiencia luminosa

Es la expresión del rendimiento de una lámpara midiendo la calidad de producción de luz por la transformación de energía eléctrica en energía radiante visible, se expresa en lumen/watt (Santos & León, 2014).

1.16.2 Tipos de lámparas


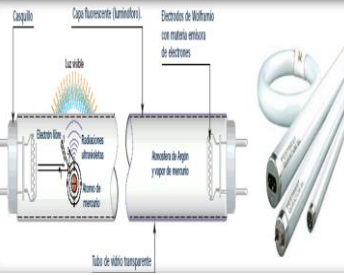
En proyectos eléctricos es importante la fuente de energía lumínica para dichas áreas, este debe brindar los niveles de iluminación necesarios en cada área específica.

Las fuentes luminosas se dividen en dos tipos:

- Naturales
- Artificiales

Como se llega a entender es que la luz más natural es la luz del sol y las fuentes luminosas son las lámparas eléctricas. En la actualidad existen una variedad de tipos de lámparas que son usadas para proyectos eléctricos donde entran las lámparas fluorescentes, incandescentes, y de descarga (León, 2014).

Tabla 1.4: Descripción de los tipos de lámparas.

<p>Lámparas incandescentes</p>	<p>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 (Palacios & Tobar, 2017).</p>	
<p>Lámparas fluorescentes</p>	<p>Estas lámparas fluorescentes en comparación con las lámparas incandescentes tienen mayor eficiencia lumínica, el rendimiento luminoso de las lámparas fluorescentes varias veces alcanzan los 96 LM/W (eficiencia luminosa, lúmenes vatio) su vida útil es de 10, 000 horas de trabajo, muy utilizadas en interiores de oficinas almacenes, comercio etc. (León, 2014).</p>	

<p>Lámparas LED</p>	<p>Estas lámparas se comparan con las lámparas incandescentes y fluorescentes, pueden tener mayor eficiencia y mejor iluminación en zonas estratégica, su principal ventaja es que tiene mayor ahorro energético junto con su larga vida útil, cuenta con un arranque inmediato al momento de encender o apagar, su desventaja ante otras lámparas es su elevado costo económico (Tobar, 2013).</p>	
<p>Reflectores LED</p>	<p>Son usadas en espacios exteriores como: carreteras, parques, calles y patios, son recomendados por su material resistente contra cambios ambientales, sus características técnicas son: Reflector RF 005 1800 Lum de 20 W blanco colores. Reflector LED blanco colores 20 W, 110 V prueba de agua.</p>	

Fuente: Autor

En el análisis de la Tabla 1.4, se puede comentar que las lámparas LED son las más eficientes por su luminosidad y ahorro de energía, estas luminarias son recomendadas para ser instaladas en lugares como oficinas, dormitorios, bodegas y pasillos.

1.17 Método del flujo total para el cálculo de luminarias

Para el cálculo de alumbrado en edificios se aplica el método del flujo total y se debe conocer los factores como:

- **Nivel de iluminación en Lux:** E
- **Flujo luminoso de la lámpara en lúmenes:** Φ
- **Superficie en m^2 :** S
- **Factor de utilización (μ):** se lo encuentra en catálogos o tablas según el fabricante, depende del índice del local (K), factor de reflexión en techos, paredes y suelos.
- **Índice del local (K):** se toma en cuenta el ancho, largo y altura del local, para el cálculo.

$$K = \frac{A \times B}{H(A+B)} \quad (8)$$

Donde:

K = Índice del local.

A = Ancho.

B = Largo.

H = Altura desde el área de trabajo hasta la luminaria.

- **Factor de depreciación (δ):** interviene en el cálculo del flujo total.
- **Coefficiente de reflexión:** Intensidad lumínica.

Tabla 1.5: Factor de reflexión.

Techo	Banco o muy claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Obscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3
	Obscuro	0,1

Fuente: (León, 2014).

Modificado por el autor.

- **Factor de mantenimiento (F_m):** determinado por tablas según la contaminación del ambiente y mantenimiento de las luminarias.

Tabla 1.6: Factor de mantenimiento.

BUENO	Ambiente limpio con mantenimiento frecuente y reposición periódica de lámparas.	0,88 – 0,95
REGULAR	Ambiente con poca contaminación, mantenimiento regular, reposición de lámparas.	0,8 – 0,91
MALO	Ambiente contaminado con poca reposición de lámparas.	0,57 – 0,8

Fuente: (León, 2014).

Modificado por el autor.

- **Cálculo del flujo total:**

$$QT = \frac{E x S x \delta}{\mu} \quad (9)$$

Donde:

$QT = \text{Flujo total.}$

$E = \text{Nivel de iluminación en Lux.}$

$S = \text{Superficie.}$

$\delta = \text{Factor de depreciación.}$

$\mu = \text{Factor de utilización.}$

- **Cálculo del número de luminarias:**

$$NL = \frac{\theta T}{\theta L} \quad (10)$$

Donde:

$NL = \text{Número de luminarias.}$

$\theta T = \text{Flujo total.}$

$\theta L = \text{Flujo en lux.}$

Estos parámetros son utilizados en proyectos de iluminación, ayudan al entendimiento y el cálculo de la cantidad de luminarias que se debe instalar en las áreas estratégicas

1.18 Puesta a tierra

La puesta a tierra en una instalación eléctrica de medio y bajo voltaje, es de vital importancia para salvaguardar la integridad de las personas y de los equipos conectados a la red eléctrica, la puesta a tierra debe cumplir con el objetivo de evitar las corrientes por defecto o posibles descargas atmosféricas (Rocha, 2015).

La instalación de un sistema de puesta a tierra en un sistema eléctrico debe ser obligatorio y cumplir con todos los cálculos necesarios tomando en cuenta que cada instalación es diferente en el estudio de suelo y equipos a proteger.

Los principales objetivos de una puesta a tierra son (Rocha, 2015):

- Protección para las personas que están operando.
- Protección de los equipos e instalaciones eléctricas por voltajes peligrosos.
- Evitar que se produzcan diferencia de potencial en diferentes puntos de la instalación.

1.18.1 Puesta a tierra en edificios

En la sección 8: 8.2; puesta a tierra, de la Norma Ecuatoriana de la Construcción dice que, el panel general eléctrico del edificio o vivienda debe tener su propia conexión a la varilla de puesta a tierra, todos los circuitos de tomacorrientes y los circuitos de cargas especiales deben llevar un conductor de tierra independiente del conductor de neutro (NEC, 2018).

El conductor de tierra de los tomacorrientes debe estar conectado a la barra de puesta a tierra de cada panel de distribución. Es importante que esté conectado a tierra el neutro de la acometida, cada panel de distribución y las carcasas de los equipos eléctricos.

El capítulo 15: 15.1.10.0; conceptos generales, de la Norma Ecuatoriana de la Construcción dice que la máxima corriente de contacto al ser humano está dada en función del tiempo de despeje de la falla, resistividad del suelo y corriente de falla (NEC, 2013).

En la Tabla 1.7 se detallan los valores de tiempo de despeje a tierra.

Tabla 1.7: Valores máximos de tensión de contacto aplicadas al ser humano.

Tiempo de despeje de la falla	Máxima tensión de contacto admisible (Valores en rms c.a)
Mayor a dos segundos	50 voltios
750 milisegundos	67 voltios
500 milisegundos	80 voltios
400 milisegundos	100 voltios
300 milisegundos	125 voltios
200 milisegundos	200 voltios
150 milisegundos	240 voltios
100 milisegundos	320 voltios
40 milisegundos	500 voltios

Fuente: (NEC, 2013).

Modificado por el autor.

1.18.2 Componentes de un sistema de puesta a tierra

Por lo general un sistema de puesta a tierra debe carecer de varios competentes para su correcta aplicación.

1.18.2.1 Electrodo

Estos electrodos más comunes para sistemas de puesta a tierra son de acero cubiertos de cobre con dimensiones de: 18 mm de diámetro y 1,80 m de longitud.

1.18.2.2 Conductor

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, solidos o cableados, su sección mínima debe estar de acuerdo con la sección del alimentador en la siguiente relación (NEC, 2018).

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

El conductor debe estar protegido por daños mecánicos atreves de tuberías PVC hasta el electrodo de tierra, la unión debe ser por soldadura exotérmica.

Tabla 1.8: Tamaño de los conductores de tierra de canalizaciones y equipos.

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorrientes 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)

Fuente: (NEC, 2018).

Modificado por el autor.

1.18.3 Resistividad del suelo

Generalmente la resistividad del suelo se mide por el método universal de cuatro puntos desarrollado por el Dr. Frank Wenner. El cuál es el más efectivo para las pruebas de resistividad de suelos naturales (Cárdenas, 2011).

Consiste en colocar cuatro electrodos en el suelo en línea recta a la misma distancia con una profundidad no menor al 5% del espaciamento de los electrodos y estos se conectan a los bornes del instrumento de medida (Telurómetro) con cables aislados respectivos (Cárdenas, 2011).

En la Figura 1.6, se puede apreciar el esquema de conexión según el método de Wenner.

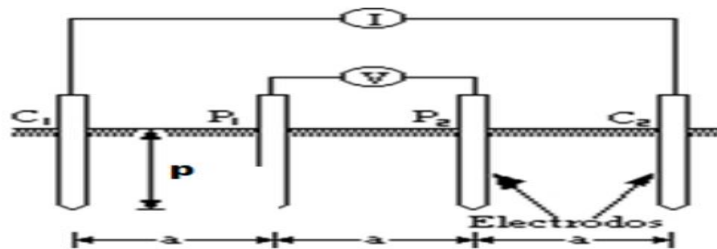


Fig. 1.6: Pruebas de resistividad del suelo.

Fuente: (Cárdenas, 2011).

En la Ec. 11, indica la fórmula para el cálculo de la resistividad del suelo, estos datos se obtienen mediante el Telurómetro

$$\rho = \frac{4\pi AR}{1 + \frac{2A}{\sqrt{(A^2+4B^2)}} - \frac{A}{\sqrt{(A^2+B^2)}}} \quad (11)$$

Donde:

ρ = Resistividad del suelo en ohm – metro.

A = Distancia entre electrodos en metros.

B = Profundidad del electrodo en metros.

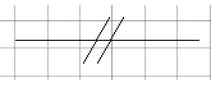

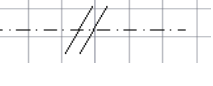

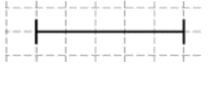
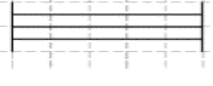

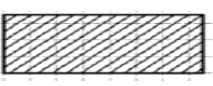
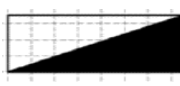
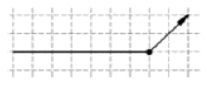
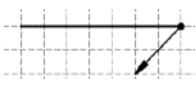

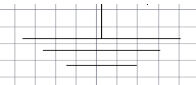
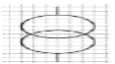
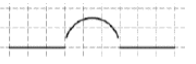
R = Valor de la resistencia obtenida en la medición.

La resistividad del suelo debe ser establecida entre los valores de 10 – 30 ohm-metro.

1.19 Simbología

La Norma Ecuatoriana de la Construcción, junto con el Código Eléctrico Nacional amplía la información en lo referente a la simbología eléctrica para instalaciones eléctricas de bajo voltaje.

Tabla 1.9: Simbología eléctrica NEC.

Descripción	Símbolo	Descripción	Símbolo
Circuito de iluminación		Circuito de tomacorrientes	
Circuito de interruptores		Salida para lámparas incandescentes sobre techo	
Salida para lámparas fluorescentes simple		Salida para lámparas fluorescentes doble	
Interruptor simple	S	Interruptor doble	S2
Interruptor triple	S3	Tomacorriente doble monofásico 110V	
Tablero de distribución principal		Tablero de distribución secundario	
Alimentación hacia arriba		Alimentación hacia abajo	
Contador de energía eléctrica		Conexión de puesta a tierra	
Transformador en general		Interruptor termo magnético	

Fuente: (NEC, 2018).

Modificado por el autor.

CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO DE COORDINACIÓN ZONA 1 MINISTERIO DE EDUCACIÓN.

2.1 Descripción del área de estudio

En la ciudad de Ibarra en la parroquia El Sagrario entre las calles Elías Liborio Madera y Antonio José de Sucre, se encuentra ubicado el edificio de Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación como se muestra en la Figura 2.1.

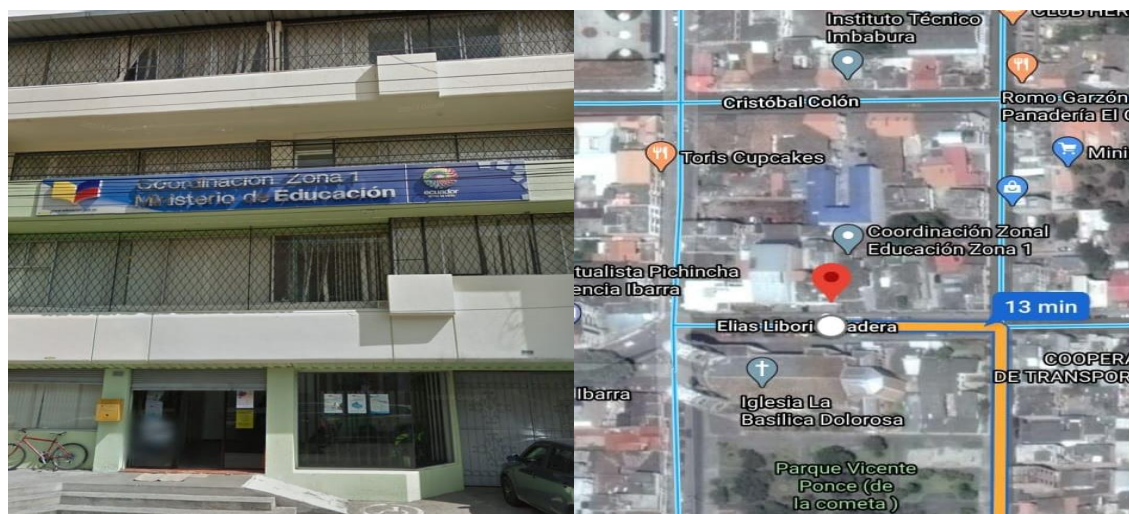


Fig. 2.1: Edificio de Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación.

Fuente: Autor

El edificio de Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación, alberga entidades públicas como personal jurídico, coordinador zonal, secretariado etc., estos desarrollan actividades de carácter administrativo – comercial. El edificio se divide en 5 pisos y cuenta con la capacidad actual de 18 oficinas y 2 bodegas para 97 servidores públicos y 50 beneficiados nombrados como visitantes, personas que no cumplen ninguna función pública en el edificio.

El edificio de Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura nace acorde a la necesidad social de la población, en sus inicios el edificio fue diseñado para ser un área de hospedaje, esto con el pasar el tiempo fue adquiriendo nuevas administraciones y su infraestructura fue modificada según las necesidades de sus ocupantes.

En el año 2012 este edificio fue adquirido por la administración de la Coordinación Zonal del Ministerio de Educación, esta administración y conjunto con el personal de mantenimiento, se realizó la modificación del edificio para cumplir sus funciones como un área para oficinas en la ciudad de Ibarra.

Este edificio diseñado hace 15 años se encontraba con instalaciones eléctricas defectuosas, techos en mal estado, luminarias ineficientes y con instalaciones eléctricas inseguras, dando a conocer que no se había realizado estudios eléctricos ni mantenimientos respectivos. Según surgía la necesidad de los ocupantes, el personal de mantenimiento iba restaurando y modificando parte por parte cada área para poder crear pequeñas oficinas en cada cuarto según su infraestructura.

Transcurridos 8 años, la dirección zonal no había realizado inspecciones técnicas para diagnosticar el estado actual del sistema eléctrico, solo modificaciones por personal de mantenimiento sin estudios previos. De esta manera el edificio se encuentra en funcionamiento.

2.2 Metodología

Se optó por aplicar dos metodologías que serán fundamentales para el diagnóstico de la instalación eléctrica con el fin de conocer y analizar el estado actual de la misma. Existen algunas variantes como: tipo de carga, potencia instalada, consumo de energía y una estimación en horas de trabajo de los equipos conectados a la red.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción, afirma que la aplicación de una metodología para la toma de datos técnicos fundamental en el desarrollo del diagnóstico de un sistema eléctrico, esto con el fin de satisfacer las necesidades y dudas a las que se desea llegar con toda la información recopilada (NEC, 2013).

Se realizó un reconocimiento del terreno para identificar la infraestructura del edificio y a su vez la ubicación de cada uno de los paneles eléctricos, la ubicación de las protecciones y el estado de los conductores para así realizar un análisis de cada uno de sus circuitos, este procedimiento se realizó por cada planta del edificio.

Con el personal de mantenimiento se programó varias interrupciones de la energía eléctrica al finalizar las labores en el edificio, esto para identificar el inicio y el fin de cada uno de los circuitos de iluminación y fuerza.

Seguidamente se realizó una investigación de campo que constó de varias encuestas al personal de mantenimiento y trabajadores del edificio, con el objeto de recolectar información y realizar el levantamiento de los planos eléctricos y así tener un respaldo del estado de los circuitos de iluminación y fuerza. También constó de la elaboración de un formato de borrador para el levantamiento de las cargas instaladas y determinar la demanda de potencia que consume el edificio.

La instalación de un analizador eléctrico en el edificio fue esencial como parte de una metodología que ayuda al levantamiento de información, este analizador nos ayudó almacenando datos y mediciones de varios parámetros eléctricos como: voltaje, corriente, factor de potencia y energía, esta información fue tomada como muestras para el análisis del sistema eléctrico y poder diagnosticar su comportamiento en base a las horas de trabajo.

2.3 Levantamiento de las instalaciones eléctricas del edificio de Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación

El levantamiento de las instalaciones eléctricas sirvió para la elaboración del diagnóstico del sistema eléctrico, este diagnóstico debe tener como resultado lo siguiente:

- Planos eléctricos
- Toma de datos empezando desde el transformador, hasta el estado actual de los circuitos de iluminación y fuerza así como la ubicación y estado de los paneles eléctricos.
- Estudio del factor de potencia para verificar si se encuentra en los rangos requeridos por la empresa que suministra el servicio eléctrico.
- Detalles de la potencia que demanda el edificio.

Al momento que se realizó la desconexión de los interruptores termomagnéticos se pudo constatar que cinco circuitos de iluminación estaban conectados sin interruptores de pared que interrumpían el paso de la energía, provocando que las luminarias permanezcan encendidas.

Existen circuitos de solo 2 tomacorrientes sin puesta a tierra, dando a entender una incorrecta distribución en el sistema eléctrico incumpliendo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción; sección 10; aspectos para la instalación; los tomacorrientes de uso general, deben ser polarizados para la instalación del cable de protección a tierra y deben ser de hasta 12 puntos de tomacorrientes, 1 en cada 10 m^2 (NEC, 2018).

También se verificó que existen áreas sin luminarias y en otras áreas no hay el número de luminarias necesarias. En algunas ocasiones las luminarias tienen solo una lámpara fluorescente provocando áreas oscuras.

El levantamiento de los circuitos fue dibujado en cada plano eléctrico por diseñar, el cual es creado como un borrador para posteriormente adecuar los circuitos de iluminación y fuerza según el nuevo diseño.

2.3.1 Planos eléctricos

La elaboración de los planos eléctricos en el ámbito del diagnóstico se los realizó con el levantamiento de información, las medidas necesarias de la infraestructura e identificación de circuitos, para así poder plasmar cada etapa de construcción en los planos, cabe recalcar que el edificio no cuenta con planos arquitectónicos complicando la elaboración del nuevo diseño.

2.3.2 Toma de datos del transformador

El transformador que se muestra en la Figura 2.2, es monofásico con una potencia aparente de 15 kVA instalado en un poste de hormigón a 8 metros de altura perteneciente a EMELNORTE S.A, este transformador es alimentado desde el circuito 1 de la subestación Ajaví en medio voltaje 13,8 kV / 7,9 kV, y la distribución para la acometida desde el secundario del transformador es a un voltaje de fase de 120 V y un voltaje de línea de 240 V.



Fig. 2.2: Transformador monofásico de 15 kVA.

Fuente: Autor

2.3.3 Acometida

La acometida está conformada por tres conductores #6 AWG de tipo THHN de cobre que vá directo al contador eléctrico bifásico a tres hilos (2 fases + neutro), como muestra la Figura 2.3.



Fig. 2.3: Acometida subterránea de EMELNORTE S.A.

Fuente: Autor

2.3.4 Contador eléctrico

En la Figura 2.4, se encuentra el contador eléctrico que es instalado por EMELNORTE S.A, es de tipo Elster de funcionamiento electrónico sin puesta a tierra.



Fig. 2.4: Contador electrónico.

Fuente: Autor

2.3.5 Circuito de alimentación

La alimentación principal es de tipo aéreo de conductor #6 AWG tipo THHN de cobre con capacidad de hasta 600 V como muestra la Figura 2.5, cumpliendo con las normas de protección para el conductor. El capítulo 15; 15.1.7: alimentadores, de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, dice que, la sección de los conductores de los alimentadores y sub alimentadores será, por lo menos, la suficiente para servir las cargas determinadas, en todo caso la sección mínima permisible será #10 AWG ($5,26 \text{ mm}^2$) (NEC, 2013).



Fig. 2.5: Circuito de alimentación principal

Fuente: Autor

2.3.6 Ubicación del panel general eléctrico y los paneles de distribución

Cada panel está ubicado en forma discreta y estratégica de la siguiente manera: 4 en la primera planta, 1 en la segunda planta, ninguno en la tercera planta, 1 en la cuarta planta y ninguno en la quinta planta, y se pudo verificar que la tercera planta y la quinta planta son alimentadas por circuitos derivados.

La identificación de los paneles son los siguientes:

Primera planta

- P.G.E = panel general eléctrico (bodega 1).
- P.D1 = panel de distribución 1 (talento humano).
- P.D2 = panel de distribución 2 (pasillo 2).
- P.D3 = panel de distribución 3 (cocina).

Segunda planta

- P.D4 = panel de distribución 4 (sala de reuniones coordinador).

Cuarta planta

- P.D5 = panel de distribución 5 (entrada a la planta 4).

2.3.7 Levantamiento de datos de los paneles eléctricos

Se realizó el levantamiento de información del panel general eléctrico y los paneles de distribución, se abrió la tapa de cada panel para dar seguimiento a sus características como: tipo de panel eléctrico, galga del conductor, número de protecciones y número de circuitos.

Para comprobar los circuitos del sistema de iluminación se realizó la desconexión de los aparatos que no hagan referencia con las luminarias como: computadoras, cafeteras e impresoras. Con la autorización del jefe de mantenimiento se pudo realizar el corte de energía desde las protecciones alojadas en cada panel, uno a la vez, para determinar mediante la toma de datos los circuitos pertenecientes a iluminación o fuerza.

2.3.7.1 Panel general eléctrico

El panel general eléctrico, se encuentra empotrado en la entrada de la bodega principal a un metro de separación con el medidor como muestra la Figura 2.6, la acometida viene desde el transformador por medio de un conductor de cobre de tres hilos N° 6 AWG, mediante el medidor alimenta las borneras del panel general eléctrico con dos fases y un neutro.

El panel general eléctrico se encuentra sin su cubierta frontal por lo cual sus protecciones y cableado están expuestos a manipulaciones. La Norma Ecuatoriana de la Construcción, en sus requerimientos técnicos dice que, los tableros eléctricos deben estar fijos, seguros y con señalética eléctrica respectiva.

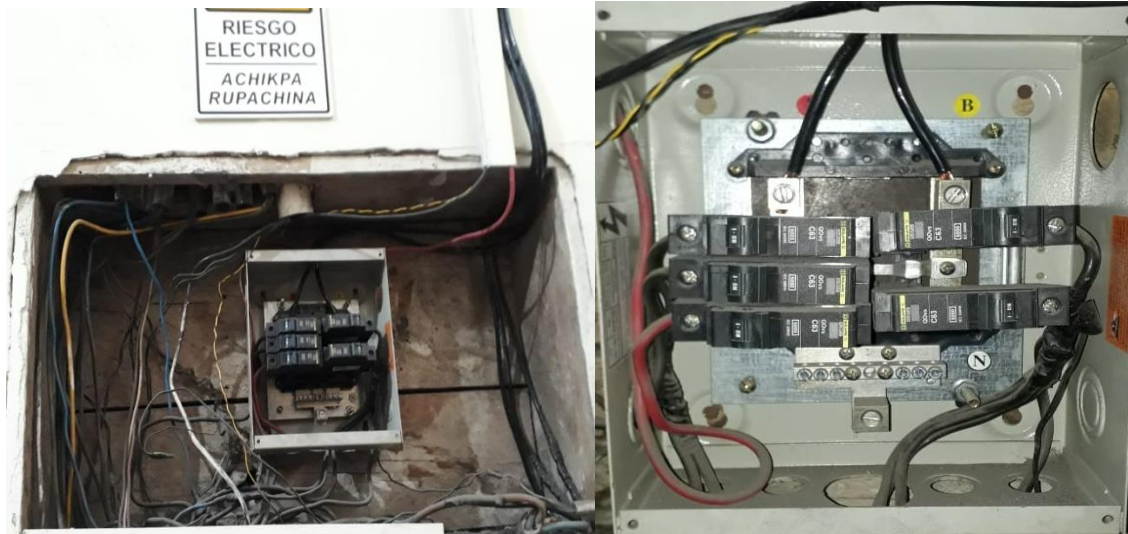


Fig. 2.6: Panel general eléctrico.

Fuente: Autor

Es un panel bifásico de 6 servicios de los cuales 1 se encuentra inactivo, sus protecciones alojadas en las barras del panel son de 63 A, estas protecciones son destinadas para la alimentación de cada panel secundario y además tiene circuitos derivados de luminarias y tomacorrientes para la planta 3 y planta 4.

Este sistema eléctrico no cuenta con carga de reserva para circuitos improvisados o emergentes y su distribución de cargas excede la capacidad incumpliendo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción; sección 4: 4.1; 4.2; circuitos; donde expone que, los circuitos para iluminación deben alimentar una carga de 15 A y no sobrepasarse de los 15 puntos de iluminación y en circuitos de tomacorrientes se debe alimentar una carga de 20 A y no exceder los 10 puntos por cada circuito derivado (NEC, 2013).

Se observó que entre el medidor y el panel general eléctrico no existe una protección general que sirva para desconectar el sistema eléctrico del edificio en casos de emergencia, incumpliendo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción; capítulo 15: 15.1.6.3; disposiciones aplicables a tableros generales, que dice: todo tablero principal, del cual dependan más de 6 alimentadores deberá llevar un disyuntor general que permita proteger y operar sobre toda la instalación de forma simultánea (NEC, 2013).

En la Tabla 2.2, se refleja los circuitos de protección para cada panel de distribución, donde consta la ubicación de las protecciones acorde con el orden con los paneles.

Tabla 2.1: Circuitos de mando del panel general eléctrico.

2 Fases #6 AWG – Neutro #6 AWG - PVC					
N°	Descripción	Prot. (A)	N°	Descripción	Prot. (A)
1	Circuito 1: alimentación a la fase 1 del panel de distribución 1, panel de distribución 2 y panel de distribución 4.	63	4	Circuito 4: alimentación de la fase 2 al panel de distribución 1, panel de distribución 4.	63
2	Circuito 2: alimentación a la fase 1 del panel de distribución 3.	63	5	Vació	
3	Circuito 3: alimentación a la fase 1 del panel de distribución 5.	63	6	Circuito 6: alimentación a la fase 2 del panel de distribución 5.	63

Fuente: Autor

2.3.7.2 Panel de Distribución 1

El panel de distribución 1 se encuentra empotrado a un costado de la oficina de Talento Humano de la primera planta como muestra la Figura 2.7, tiene las siguientes características:



Fig. 2.7: Panel de distribución 1.

Fuente: Autor

- Panel bifásico de 8 servicios.
- Alimentación bifásica a tres hilos (2 fases + neutro) de cobre, calibre #8 AWG tipo THHN, desde el servicio 1 y 4 del P.G.E.
- Tiene 5 servicios activos y 3 inactivos, sus interruptores termo magnéticos son de 32 A / 1 polo.

La Tabla 2.3 describe los 5 circuitos activos: 2 circuitos de tomacorrientes y 3 circuitos de iluminación.

Tabla 2.2: Circuitos de iluminación y fuerza del panel de distribución 1.

1	Circuito 1: luminarias en Talento Humano.	5	Circuito 5: luminarias en Sala de Espera + Recepción.
2	Circuito 2: tomacorrientes en Talento Humano.	6	Circuito 6: tomacorrientes en Sala de Espera + Recepción.
3	Vacío	7	Vacío
4	Vacío	8	Circuito 8: luminarias en División Zonal Administrativa.

Fuente: Autor

2.3.7.3 Panel de distribución 2

El panel de distribución 2 se encuentra empotrado a un lado izquierdo del pasillo 2 en la primera planta como muestra la Figura 2.8, a continuación se detalla los datos técnicos.



Fig. 2.8: Panel de distribución 2.

Fuente: Autor

- Panel bifásico de 2 servicios.
- Alimentación monofásica con puente (fase + neutro) de cobre, calibre #8 AWG tipo THHN, desde el bornera de la línea 1 del panel de distribución n°1, haciendo puente de la misma para alimentar la bornera de la línea 2, con neutro de calibre #8 AWG tipo THHN.
- Tiene 2 servicios activos, sus interruptores termo magnéticos son de 30 A / 1 polo.

La Tabla 2.4 describe los 2 circuitos activos, 1 circuito de iluminación y tomacorrientes para la planta uno y la planta dos y 1 circuito de tomacorrientes para la planta uno y la planta 2.

Tabla 2.3: Circuitos de iluminación y fuerza del panel de distribución 2.

1	Circuito 1: luminarias en Infraestructura + Dirección Zonal de Administración Escolar + Dirección Bilingüe.	2	Circuito 2: tomacorrientes en Infraestructura + Dirección Zonal de Administración Escolar.
	Circuito 1: tomacorrientes de División Zonal Administrativa 1 + Dirección Bilingüe.		Circuito 2: tomacorrientes en Infraestructura + Dirección Zonal de Administración Escolar.

Fuente: Autor

2.3.7.4 Panel de distribución 3

El panel de distribución 3, se encuentra empotrado a un costado del lado derecho de la cocina de la primera planta como muestra la Figura 2.9, tiene datos técnicos que se detallan a continuación.



Fig. 2.9: Panel de distribución 3.

Fuente: Autor

- Panel bifásico de 4 servicios.
- Alimentación monofásica con puente (fase + neutro) de cobre, calibre #10 AWG tipo THHN, desde el servicio 5 del P.G.E.
- Tiene 3 servicios activos y 1 servicio inactivo.

La Tabla 2.5, refleja 3 interruptores termo magnéticos de 20 A y 50 A / 1 polo.

Tabla 2.4: Circuitos de iluminación y fuerza del panel de distribución 3.

1	Circuito 1: luminarias de la Cocina + Baño de cocina
	Circuito 1: tomacorrientes de la Cocina + Bodega 2
2	Circuito 2: luminarias de la Bodega 2
	Circuito 2: luminarias del baño de División Zonal Financiera
3	Circuito 3: luminarias de División Zonal Financiera
	Circuito 3: tomacorrientes de División Zonal Financiera

Fuente: Autor

2.3.7.5 Panel de distribución 4

El Panel de Distribución 4, se encuentra ubicado en una esquina de la sala de Reuniones del Coordinador, en la segunda planta como muestra la Figura 2.10, sus características son:

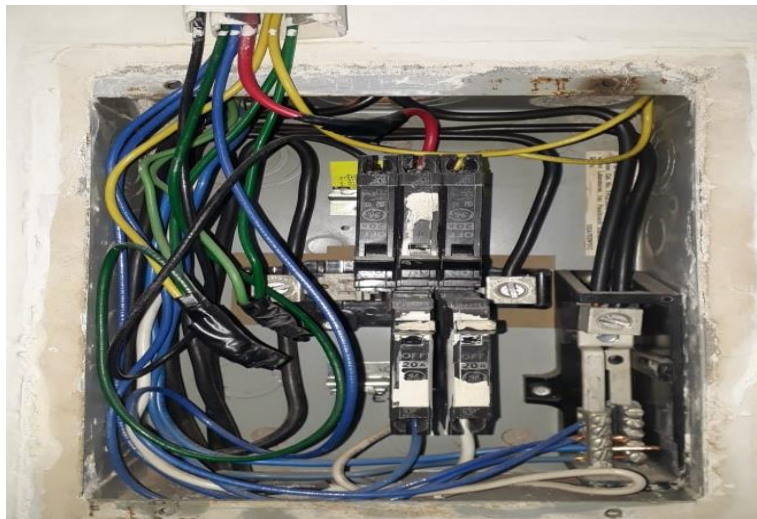


Fig. 2.10: Panel de distribución 4.

Fuente: Autor

- Panel bifásico de 6 servicios.
- Alimentación bifásica a tres hilos (2 fases + neutro) de cobre, calibre #8 AWG tipo THHN, desde la bornera de la línea 1 del panel de distribución 1.

La Tabla 2.6, describe 5 interruptores termo magnéticos de 20 A / 1 polo.

Tabla 2.5: Circuitos de iluminación y fuerza del panel de distribución 4.

1	Circuito 1: fuente de energía (UPS)	4	Vacío
2	Circuito 2: Luminarias de la sala de reuniones del Coordinador + Audiovisuales + Baños + Sala de Reuniones.	5	Circuito 5: tomacorrientes de Secretaría + Sala de Reuniones Coordinador + Audiovisuales + Sala de Reuniones + Pasillo
3	Circuito 3: tomacorrientes de la planta 3 en el área de División Zonal de Planificación + Despacho.	6	Circuito 1: luminarias de la Sala de Reuniones

Fuente: Autor

2.3.7.6 Panel de distribución 5

El panel de distribución 5, se encuentra ubicado en la entrada del primer pasillo de la planta cuatro como muestra la Figura 2.11, sus características son:



Fig. 2.11: Panel de distribución 5.

Fuente: Autor

- Panel bifásico de 8 servicios.
- Alimentación bifásica de tres hilos (2 fases + neutro) de cobre, calibre #8 AWG tipo THHN, desde los servicios 2 y 3 del P.G.E con neutro.

La Tabla 2.7, describe 6 interruptores termo magnéticos de 20 A y 50 A / 1 polo, 6 servicios activos y 2 de reserva.

Tabla 2.6: Circuitos de iluminación y fuerza del panel de distribución 5.

1	Reserva	5	Circuito 5: luminarias de Asesoría Jurídica + Dirección Zonal de Asesoría Jurídica + Cafetería + Entrada.
			Circuito 5: tomacorrientes de la Cafetería y Bodega.
2	Circuito 2: tomacorrientes de Asesoría Jurídica + Dirección Zonal de Asesoría Jurídica	6	Circuito 6: tomacorrientes de División Zonal de coordinación Educativa.
3	Circuito 3: luminarias en División Zonal de Desarrollo Profesional + División Zonal de Coordinación Educativa + Pasillo	7	Circuito 7: tomacorrientes de División Zonal de Comunicación Social.
4	Reserva	8	Circuito 7: luminarias de Secretaría + Baño H + Sala.

Fuente: Autor

Se utilizó un formato de tablas el cual especifica el número del panel, fuerza e iluminación. En la descripción de las características se identificó el número de servicios, numero de fases y galga del conductor.

En el análisis de la información recopilada se observó que el panel de distribución 1 y el panel de distribución 4 tienen la misma protección, por lo que se recomienda instalar una protección individual para cada panel.

2.3.8 Conductores

En la instalación eléctrica actual los conductores se encuentran tendidos y son de varios calibres y colores, sin canalizaciones y algunos se encuentran en deterioro como muestra la Figura 2.12, debido a que no hay constancia de un mantenimiento periódico, esto incumple con los requerimientos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción; capítulo 15: 15.1.8.0.1; conductores; menciona que en las instalaciones comerciales, viviendas o edificios, el calibre del conductor para iluminación debe ser el #14 AWG y en circuitos de fuerza será el #12 AWG (NEC, 2013).

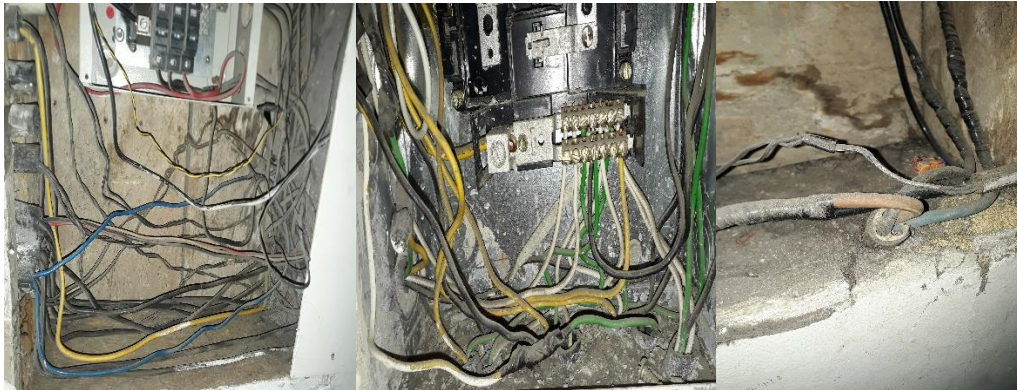


Fig. 2.12: Estado de los conductores.

Fuente: Autor

2.3.9 Diagramas unifilares

Con el levantamiento de los circuitos eléctricos se pudo diseñar los diagramas unifilares de la instalación actual, desde la acometida. Estos diagramas están realizados en AutoCAD donde se especifican las protecciones, galga de conductores, circuitos y cargas.

2.3.10 Cuadros de carga

Las cargas instaladas en el edificio se las considera como cargas pequeñas, estas son: lámparas, computadores, impresoras etc., esto sin especificar la carga instalada por la razón que algunos electrodomésticos no operan mucho tiempo, por ello se toma como referencia para cada tomacorriente 180 W como menciona la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2018).

A continuación se detalla en las Tablas de la 2.8 a la 2.12, en donde se encuentran los cuadros de carga en cada panel de distribución y se describe la potencia, corriente y la protección que se encuentra instalada actualmente.

Tabla 2.7: Cuadro de carga del panel de distribución 1. Talento Humano.

2 Fases #8 AWG + Neutro #8 AWG - PVC									
Crt.	Descripción	Cargas				Potencia (W)	Corriente (A)	Protección (A)	Calibre (AWG)
		Tomas y Toma piso 180 W	Focos Apliq. 60 W	Lámparas					
				2x32 W	2x40 W				
1	Luminarias de Talento humano		4	2		368	3,06	1x30	12
2	Tomas en Talento humano	14				2520	21	1x30	12
3	Vacío								

4	Vacío								
5	Luminarias en Sala de espera + Recepción		4	1	3	544	4,53	1x30	14
6	Tomas en Sala de espera + Recepción	8				1440	12	1x30	12
7	Reserva								
8	Luminarias en División Zonal Administrativa				4	320	2,66	1x30	14
CARGA TOTAL INSTALADA						5192	43,25		

Fuente: Autor

Tabla 2.8: Cuadro de carga del panel de distribución 2. Pasillo 1.

1 Fases #8 AWG + Neutro #8 AWG - PVC									
Crt.	Descripción	Cargas				Potencia (W)	Corriente (A)	Protección (A)	Calibre (AWG)
		Tomas y Toma piso 180 W	Focos Apliq. 60 W	Lámparas					
				2x32 W	2x40 W				
1	Luminarias en Infraestructura + Dirección Zonal de Administración Escolar + Dirección Bilingüe			2	10	928	7,73	1x20	12
	Tomas en Infraestructura + Dirección Zonal de Administración Escolar	13				2340	19,5	1x20	12
2	Tomas en Dirección Bilingüe.	10				1800	15	1x30	12
CARGA TOTAL INSTALADA						5068	42,23		

Fuente: Autor

Tabla 2.9: Cuadro de carga del panel de distribución 3. Cocina de la planta 1.

1 Fase #10 AWG + Neutro #10 AWG - PVC									
Crt.	Descripción	Cargas				Potencia (W)	Corriente (A)	Protección (A)	Calibre (AWG)
		Tomas y Toma piso 180 W	Focos Apliq. 60 W	Lámparas					
				2x32 W	2x40 W				
1	Luminarias de cocina + baño			2		128	1,06	1x20	14
	Tomas de Cocina + Bodega 2	9				1620	13,5		10
2	Luminarias en Bodega 2			2		128	1,06	1x50	12
	Luminaria Baño de División Zonal Financiera				1	80	0,66		14
3	Luminarias de División Zonal Financiera				6	480	4	1x50	12

	Tomas de División Zonal Financiera	12				2160	18		12
CARGA TOTAL INSTALADA						4596	38,28		

Fuente: Autor

Tabla 2.10: Cuadro de carga del panel de distribución 4. Sala de reuniones.

2 Fases #8 AWG + Neutro #8 AWG, - PVC										
Crt.	Descripción	Cargas				Potencia (W)	Corriente (A)	Prot. (A)	Calibre (AWG)	
		Fuente de alim. 1800 W	Tomas y Toma piso 180 W	Focos Apliq. 60 W	Lámparas					
					2x32 W					2x40 W
1	Fuente de alimentación (UPS)	3				5400	45	1x60	10	
2	Luminarias en Sala de Reuniones Coordinador + Audiovisuales + Baño + Pasillo + Sala de Reuniones				7	2	608	5,06	1x20	14
3	Tomas del piso 3 en División Zonal de Planificación + Despacho		15				2700	22,5	1x20	12
4	Vacío									
5	Tomas en Secretaría + Sala de Reuniones Coordinador + Audiovisuales + Sala de Reuniones + sala + Luminarias del Despacho		17	2	1		3244	27,03	1x20	12
6	Luminarias en Sala de Reuniones				2		128	12	1x20	12
CARGA TOTAL INSTALADA						12080	111,59			

Fuente: Autor

Tabla 2.11: Cuadro de carga del panel de distribución 5. Entrada principal.

2 Fases #8 AWG + Neutro #8 AWG - PVC									
Crt.	Descripción	Cargas				Potencia (W)	Corriente (A)	Protección (A)	Calibre (AWG)
		Tomas y Toma piso 180 W	Focos Apliq. 60 W	Lámparas					
				2x32 W	2x40 W				
1	Vacío								
2	Tomas en Asesoría Jurídica + Dirección Zonal	9				1620	13,5	1x50	12

	de Asesoría Jurídica de la planta 3								
3	Luminarias en División Zonal de Desarrollo Profesional + División Zonal de Coordinación Educativa + Pasillo			7	3	668	5,7	1x50	14
4	Vacio								
5	Luminarias en Asesoría Jurídica + Dirección Zonal de Asesoría Jurídica + Cafetería + Entrada de la planta 3		1	9		636	5,3	1x20	14
	Tomas en Cafetería y Bodega de la planta 3	9				1620	13,5		12
6	Tomas en + División Zonal de Coordinación Educativa	3				540	4,5	1x20	12
7	Tomas en División Zonal de Comunicación Social	12				2160	18	1x20	12
8	Luminarias en Secretaria + Baño + Sala de la planta 3			4		256	2,13	1x20	14
CARGA TOTAL INSTALADA						7500	62,63		

Fuente: Autor

El levantamiento de cargas fue realizado con la finalidad de evidenciar la cantidad de luminarias y tomacorrientes que se encuentran en el sistema eléctrico del edificio, esta información se la clasificó por cada planta para determinar la potencia que consumen estos equipos al momento de entrar en funcionamiento.

Se observó que los circuitos destinados a iluminación y fuerza, no cumplen con las normas de diseño y seguridad como estipula la Norma Ecuatoriana de la Construcción, dando a entender que existe una instalación eléctrica insegura y con varias fallas internas debido a que no han tenido mantenimientos periódicamente y a simple vista analizar que los paneles eléctricos están mal instalados y sus conductores no llevan el correcto seguimiento de colores y numeración, así mismo el destino de cada circuito no es individual y sus protecciones están mal dimensionadas por lo que existe un desbalance en las líneas.

2.4 Parámetros eléctricos

Se instaló un analizador de redes digital trifásico de marca FLUKE a 120 V en las líneas entrantes al panel general eléctrico desde el medidor, esto con el fin de medir y almacenar varios parámetros eléctricos como: voltaje, corriente, potencia, energía y factor de potencia., y realizar

un análisis de cómo se comporta el sistema eléctrico actualmente, el esquema de conexión del analizador se muestra en la Figura 2.13.

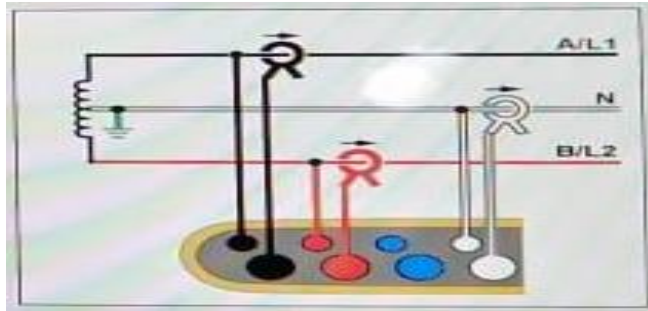


Fig. 2.13: Conexión del analizador de redes a las líneas energizadas.

Fuente: Autor

Para constatar la medición de la calidad eléctrica, este analizador fue programado para tomar datos cada 10 min, en este tiempo nos otorgó datos mínimos (a partir de las 19h00 y fines de semana) y máximos horario normal de trabajo en el edificio (07h00 – 19h00), los datos obtenidos en este periodo de medición se los encuentra en el ANEXO E.



Fig. 2.14: Instalación del instrumento de medida.

Fuente: Autor

Considerando los resultados obtenidos reflejados en el ANEXO E en una semana de prueba como muestra la Figura 2.15, se pudo constatar que existe un desbalance de voltaje y aumento de corriente en las fases de la línea, esto sucede cuando se incorporan cargas nuevas al sistema eléctrico y remodelaciones sin planificación técnica.

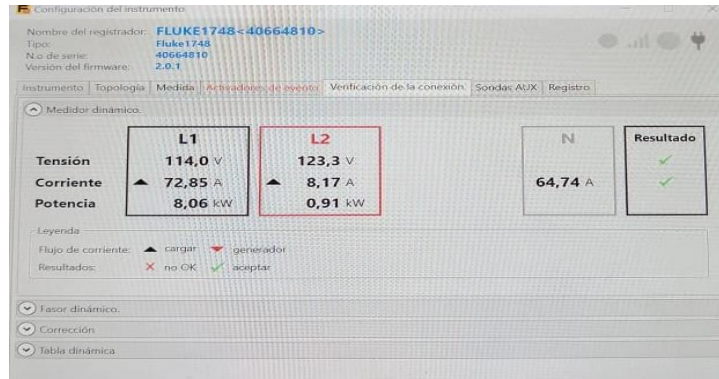


Fig. 2.15: Resultados obtenidos por el analizador de redes.

Fuente: Autor

El sistema eléctrico en el edificio no tiene caídas de voltaje debido a que los alimentadores y sub alimentadores no recorren distancias considerables, pero se debe tomar en cuenta la Regulación 005/18 del ARCONEL; caídas de voltaje permisibles como: medio voltaje $\pm 6.0\%$ y bajo voltaje $\pm 8.0\%$ por parte de la empresa distribuidora del servicio eléctrico (ARCONEL, 2018)

2.4.1 Curva de voltaje

Según la Regulación 005/18 del ARCONEL, habla sobre la calidad de servicio eléctrico en distribución, literal 2.1.3; límites, la fase 1 si cumple con los valores permitidos de la variación de voltaje $\pm 8\%$, la fase 2 también cumple con los valores permitidos de la variación de voltaje $\pm 5\%$ como muestra la Figura 2.16.

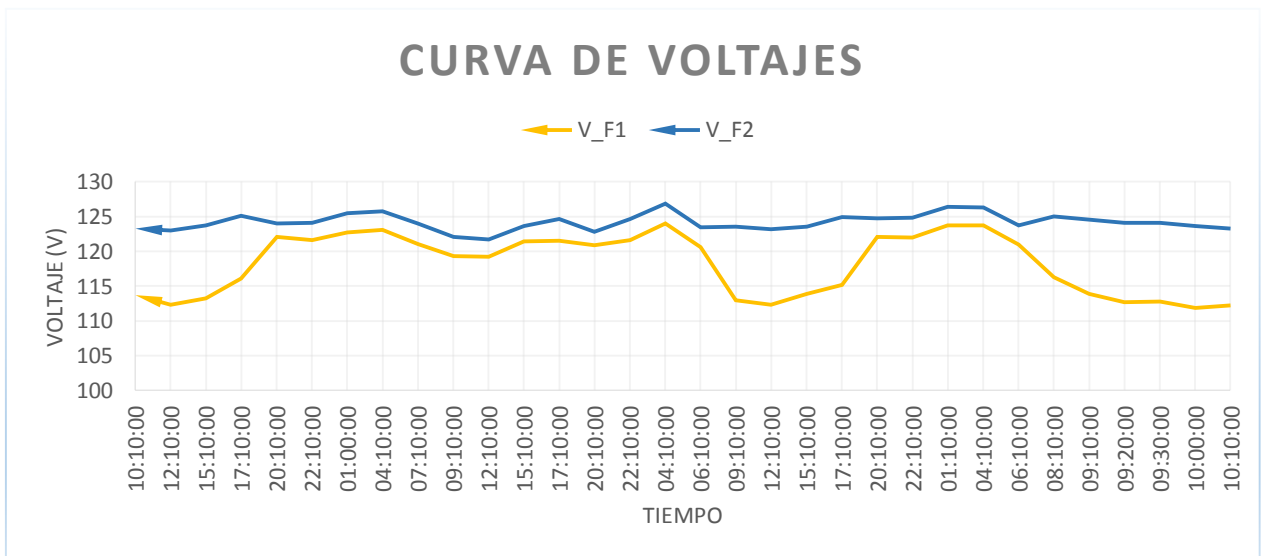


Fig. 2.16: Curva de voltajes.

Fuente: Autor

En la Tabla 2.13, se observa las muestras tomadas de los valores que midió el analizador, estos valores no exceden los porcentajes que establece la regulación 005/18 ARCONEL.

Tabla 2.12: Muestras de los voltajes en las fases.

Fases	Voltaje (V)	
	Mín.	Máx.
F1	114,0	123,3
F2	123,3	126,1

Fuente: Autor

2.4.2 Curva de corriente

El desbalance de voltaje entre las fases que se muestra en la Figura 2.17, llega a provocar un elevado paso de corriente por la fase 1, ocasionando calentamiento en el conductor.

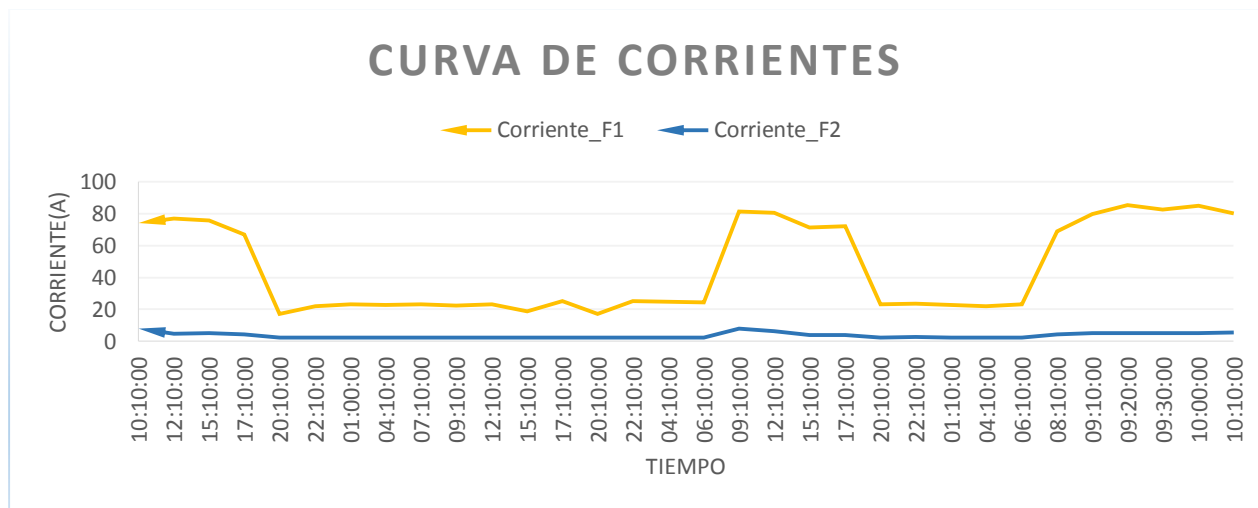


Fig. 2.17: Curva de corriente.

Fuente: Autor

En la Tabla 2.14, se observa las muestras tomadas de la corriente en valores medios otorgados por el analizador, estos valores incumplen con la Norma Ecuatoriana de la Construcción; capítulo 15; 15.1.8.1; conductores, los conductores deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para transportar la carga alimentada y deben tener una resistencia mecánica adecuada (NEC, 2013).

Tabla 2.13: Muestras de las corrientes en las fases.

Fases	Corriente (A)	
	Mín.	Máx.
F1	22,01	85,65
F2	2,2	8,7

Fuente: Autor

2.4.3 Curva de potencia

En la Figura 2.18, se puede apreciar que la potencia total (curva con línea roja), es menor a la potencia del transformador y la potencia de la fase 2 es menor a la potencia de la fase 1, dando a conocer que el sistema se encuentra desbalanceado totalmente.

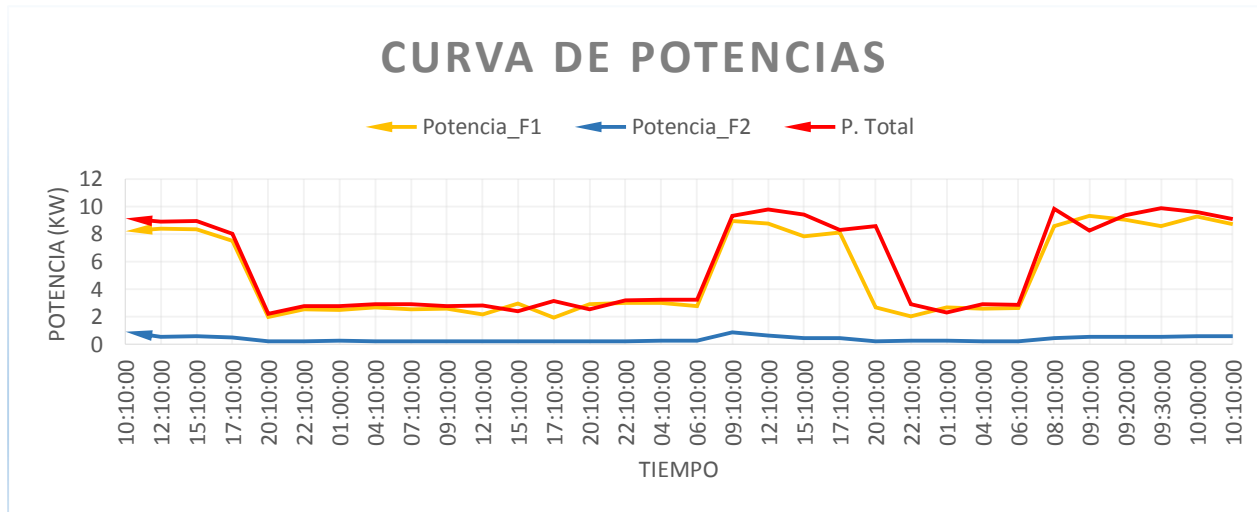


Fig. 2.18: Curva de potencia.

Fuente: Autor

En la Tabla 2.15, se observa las muestras tomadas de la potencia y se determina que estos valores incumplen con la Norma Ecuatoriana de la Construcción capítulo 15: 15.1.9.3; calidad de energía, afirmando que el sistema eléctrico debe tener una correcta distribución de cargas para no desestabilizar el transformador y evitar el daño en equipos electrónicos sensibles (NEC, 2013).

Tabla 2.14: Muestras de las potencias en las fases.

Fases	Potencia (kW)	
	Mín.	Máx.
F1	1,6	9,4
F2	0,5	0,97
N	0	0

Fuente: Autor

2.5 Medición del factor de potencia (Fp)

Para la adquisición de datos del Fp se utilizó el analizador de redes de última generación, en este caso es un sistema bifásico y se analizó fase por fase obtenido los siguientes resultados.



Fig. 2.19: Instalación del analizador de redes para la medición del factor de potencia.

Fuente: Autor

2.5.1 Medición

Los resultados fueron tomados y reflejados en la Tabla 2.16, en una semana de medición, por lo cual se procedió a tomar muestras de los resultados.

Tabla 2.15: medición del factor de potencia del panel general eléctrico.

Fases	Potencia Activa (kW)		Potencia Aparente (kVA)		Potencia Reactiva (kVAR)		Factor de Potencia	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
F1	1,67	9,42	2,54	9,66	0,84	2,21	0,92	0,97
F2	0,58	0,97	0,68	1,07	0,42	0,14	0,92	0,93

Fuente: Autor

En la Figura 2.20, se detalla los valores mínimos (fines de semana) y valores máximos (días laborables), y se concluye que el factor de potencia del edificio se encuentra por encima de los valores permitidos ($F_p = 0,95$) por las empresas distribuidoras de energía eléctrica ($F_p = 0,92$) en horario normal de trabajo (07h00 – 18h00). A partir de las 19h00 y fines de semana el factor de potencia se estabiliza debido a la operación de pocas máquinas, esto quiere decir que el factor de potencia se encuentra entre los rangos permitidos y no existe la necesidad de modificarlo.

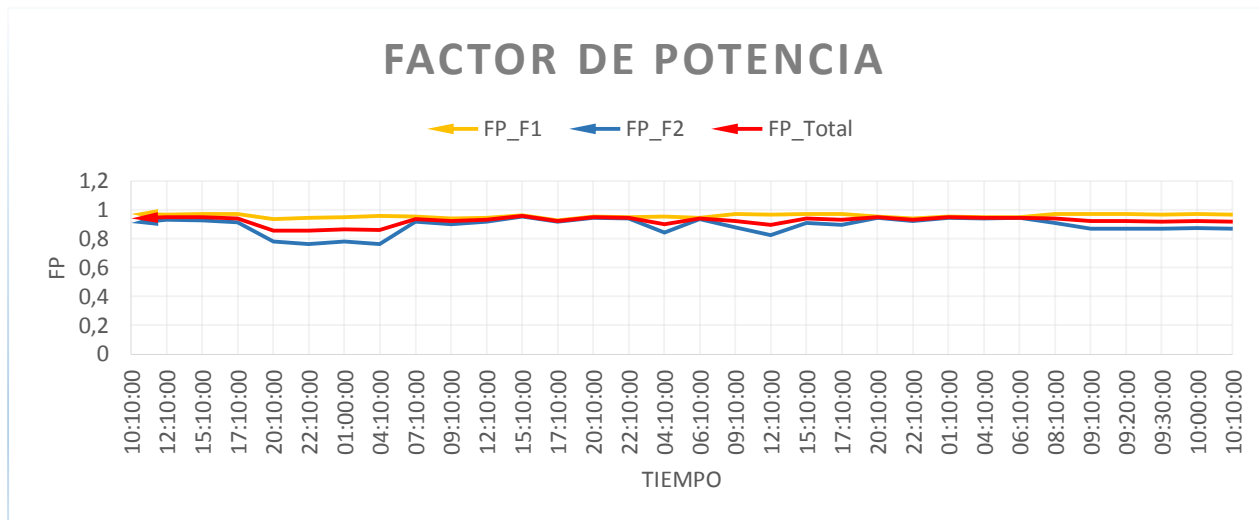


Fig. 2.20: Factor de potencia.

Fuente: Autor

En la Figura 2.21, se puede apreciar la similitud de los valores en la planilla eléctrica de EMELNORTE S.A y los valores obtenidos con el analizador, concluyendo que la energía consumida es de 3426 kWh reflejada en la planilla eléctrica y los valores del analizador es de 3042 kWh con factor de potencia igual a 1.

Factura No. 001-999-007339848
 N° Autorización: 2403202001109005172100120019990073398480763900215
 Ambiente: PRODUCCION
 Emisión: EMISION NORMAL
 Fecha y Hora de Autorización: 27/03/2020 20:11:10
 Fecha de Emisión: 2020-03-24

No. de Control: 2534007-81
 Valor a pagar: 382.51
 Fecha de Vencimiento: 2020-04-17

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

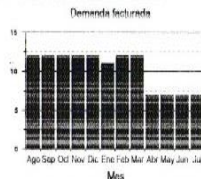
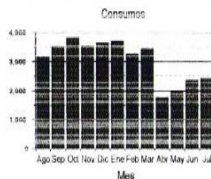
SUMINISTRO: 25340-5 COORDINACION ZONAL 1 - EDUCACION
 Código Único Eléctrico Nacional: 1300025340 Cédula / R.U.C.: 1060032540001 Código Postal: 100103
 Dirección servicio: LIBORIO MADERA 4-60 SUCRE .
 Plan/Geocódigo: 92 98-06-602-0410 Tarifa: 407-Oficiales Dem.Registrador (Media Tension) 2020-03-24 6
 Provincia - Cantón - Parroquia: Imbabura - Ibarra - El Sagrario
 Dirección notificación: COORDINACION ZONAL 1 - EDUCACI 1010059 LIBORIO MADERA 4-60 Y S
 Ejecutivo de cuenta: NELSON RODRIGO RIASCOS GUERRON Telfs: 2641288/2641289/2641290 ext: 2264 e_mail: rriascos@emelnorte.com

FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Medidor: B313618-ELS-AT Desde: 2020-02-18 Hasta: 2020-03-18 Dias Facturados: 29 Tipo consumo: Promedio Constante: 1.00
 Factor multiplicación: 1.00 Factor Corrección: 1.00 Factor Potencia: 1.00 Penalización Fp: 0.00

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unid.	Valores
Energía 00h - 24h (L-D)	136746.69	133388.00	3426	kWh	243.26
Reactiva 00h - 24h (L-D)	5139.86	5103.00	38	kVArh	0
Demanda 22h00 - 18h00 00h - 24h (L-D)	12.00		12	kW	0
Maxima			12	kW	0
Demanda Cliente			12	kW	0

Consumo Interno Transformador	Consumo	Unid.
Energía	67	kWh
Demanda	0	kW



SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

VALOR CONSUMO:	243.26
DEMANDA	57.48
COMERCIALIZACION	1.41
I.V.A. (0%)	0.00
SERVICIO ELÉCTRICO (1.1):	302.14
ALUMBRADO PUBLICO	53.58
ALUMBRADO PÚBLICO (1.2):	53.58

OTROS PAGOS SERVICIO ELÉCTRICO

OTROS (1.3):	0.00
TOTAL (1.1 + 1.2 + 1.3):	355.72

FORMA DE PAGO

EFFECTIVO	DINERO ELECTRÓNICO	TARJETA DE CRÉDITO/ DÉBITO	OTROS
			355.72

SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Tarifa Eléctrica	81.20
TOTAL:	81.20



Fig. 2.21: Planilla de consumo eléctrico.

Fuente: EMELNORTE S.A

2.6 Estudio de carga

El cálculo de carga es elaborado con la ayuda de un formato de la Empresa Eléctrica Quito para verificar si el transformador abastece a la carga que demanda el edificio.

Para completar el formato se debe deducir algunos conceptos como la determinación de la carga instalada del consumidor, establecer un listado de los artefactos, equipos y máquinas de utilización (E. E. Q, 2014).

Las siguientes formulas son utilizadas para los cálculos de la demanda, estas fórmulas son referenciadas del reglamento de la Empresa Eléctrica Quito:

- **Potencia nominal (Pn)** = valor establecido por el fabricante.
- **Carga Instalada (CI)** = se obtiene multiplicando el número de carga con la potencia nominal de cada equipo instalado, en la Ec. 6 del capítulo 1 se establece la formula.
- **Carga instalada representativa (CIR)** = Carga instalada del consumidor representativo, en la Ec. 7 del capítulo 1 se establece la formula.
- **Factor de frecuencia de uso (FFUN)** = Por cada una de las cargas se establece un factor de frecuencia en uso, que determina la influencia en porcentaje de la carga correspondiente al consumidor.
- **Demanda Máxima Unitaria (DMU)** = Expresada en Watts, es convertida a Voltamperios (VA) considerando el factor de potencia establecida por la Empresa Eléctrica Regional del Norte, en la Ec. 8 del capítulo 1 se establece la formula.
- **Factor de simultaneidad (Fsn)** = Expresado en porcentaje, es establecido por el proyectista para cada carga dependiendo de la forma de utilización del aparato eléctrico.
- **Factor de demanda (FD)** = Se define como la relación entre la demanda máxima unitaria y la carga instalada representativa, indica la fracción de la carga instalada que es utilizada simultáneamente.

Tabla 2.16: Estudio de carga.

Nombre del proyecto: Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación								
Actividad tipo: Vivienda								
Localización: Ibarra								
Usuario tipo: Vivienda								
Número de usuarios: 1								
PLANILLAS PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO								
Núm.	Aparatos eléctricos y luminarias	Cant.	Pn (W)	CI (W)	FFUN %	CIR (W)	FSN %	DMU (W)
	Descripción							
1	Punto de iluminación 2x40W	40	80	3200	40	1280	60	768
2	Punto de iluminación 2x32W	50	64	3200	40	1280	60	768
3	Punto de iluminación 60W	13	60	780	40	312	50	156
4	Punto de apliques 60W	4	60	240	40	96	50	48

5	Tomacorrientes normales y de piso	166	180	29880	40	11952	50	5976
6	Compresor	1	2800	2800	100	2800	100	2800
7	Generador	3	1800	5400	100	5400	100	5400
TOTAL				45500		23180		15916
Factor de potencia		0,93		Factor demanda = DMU(W) / CIR (W)				0,73
DMU (kVA)		13,9627		Transformador (kVA)				15

Fuente: Autor

El factor de potencia para instalaciones eléctricas comerciales o industriales debe ser de 0.85, y considerando que el actual proyecto es de instalaciones eléctricas residenciales se toma en cuenta el valor de 0.93 como especificación técnica de la Empresa Eléctrica Quito (E. E. Q, 2014).

De las mediciones realizadas por el analizador, se observó que existe un desbalance de voltaje en la fase 2 y se encuentra sobrecargada, con la inspección visual se pudo constatar el calentamiento del alimentador de la fase 2, se recomienda el cambio del conductor a un calibre más elevado que soporte el paso de corriente y también la correcta distribución de las cargas.

En la Tabla 2.17, se realizó un estudio de carga actual que tiene el edificio, se suman todas las cargas de: oficinas, baños, bodegas, cafeterías y se concluye que no son cargas muy elevadas por lo cual es transformador monofásico de 15 kVA es el óptimo para dicho sistema eléctrico.

CAPÍTULO 3

REDISEÑO ELÉCTRICO DEL EDIFICIO DE COORDINACIÓN ZONA 1 MINISTERIO DE EDUCACIÓN

3.1 Generalidades

El sistema eléctrico del edificio presenta el incumplimiento de la norma eléctrica de seguridad y diseño como detalla el capítulo 2, los alimentadores, circuitos derivados, protecciones, tomacorrientes, conductores y luminarias se encuentran en mal estado ocasionado por fallas eléctricas y el tiempo de uso.

El objetivo del nuevo diseño es mejorar la distribución de las cargas, luminarias y cada uno de los elementos como: tomacorrientes e interruptores, con el fin obtener un consumo energético estable y salvaguardar la integridad de los trabajadores.

La actualización de los planos eléctricos, rediseño de los circuitos de iluminación y fuerza y estudio de carga serán elaborados y referenciados a las condiciones técnicas de la norma vigente para instalaciones eléctricas en bajo voltaje, esta documentación será un respaldo para futuros mantenimientos que se desee implementar en el edificio.

3.2 Disposiciones generales del rediseño de las instalaciones eléctricas

El rediseño del sistema eléctrico en bajo voltaje hace referencia a la Norma Ecuatoriana de la Construcción, año 2013 y debido a que no tiene toda la actualización requerida y el alcance no describe en algunos casos similitud con el trabajo a realizarse, se utilizará la Norma Ecuatoriana de la Construcción, año 2018 como complemento de esta, formando la base para la actualización del nuevo diseño.

Para iniciar con el rediseño del sistema eléctrico, se considera la información obtenida por el diagnóstico de las instalaciones eléctricas del edificio, con el fin de ubicar oficinas, baños, cocinas, salas de reuniones, pasillos, bodegas, puertas, ventanas y la altura de los paneles con el piso terminal para plasmarlos en los nuevos planos del rediseño.

3.2.1 Rediseño de planos eléctricos del edificio

Para la elaboración del rediseño de los planos, se debe tomar como base principal a los circuitos de iluminación y fuerza que tiene el edificio. Todo esto se debe detallar en los planos eléctricos rediseñados sin afectar el diseño actual.

Estos planos deberán contener:

- Simbología normalizada NEC - 2018.
- Planos eléctricos con circuitos de luminarias y tomacorrientes.
- Diagramas unifilares.
- Leyendas.

La simbología a utilizar es según los requerimientos técnicos que detalla la Norma Ecuatoriana de la Construcción – 2018; capítulo 12.1 anexo 1; simbología normalizada, pág. 21, 22, 23.

3.2.2 Diseño de iluminación en interiores

La iluminación es una base importante de cualquier proyecto, la selección de las luminarias, el sistema de control y alimentación de la mismas deben cumplir con los parámetros necesarios como menciona el capítulo 15: 15.11.3; alumbrado general, de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, las salidas de alumbrado deben estar ubicadas en lugares de fácil acceso para el mantenimiento (NEC, 2013).

La ubicación de los interruptores, pulsadores y conmutadores deben estar a una distancia de 1,2 m del lado de la apertura de la puerta y los interruptores instalados en el exterior deben estar colocados en cajetines que protejan al dispositivo de los cambios climáticos, se debe evitar la instalación de interruptores en lugares mojados (NEC, 2018).

En cuanto al diagnóstico evaluado en el capítulo 2 enfocado a la iluminación, se concluye que existe luz natural y luz artificial en oficinas, pasillos y bodegas, dando a entender que si existe luz natural no hay necesidad de utilizar luz artificial.

El rediseño del sistema de iluminación debe ser eficiente, por ello se utilizará un software que realice el cálculo exacto de los parámetros de iluminación que son necesarios para cada área que se desea iluminar.

3.2.2.1 Software DiaLuxevo 7.1

DiaLuxevo es un software 3D que facilita el diseño de iluminación en proyectos. Para iniciar el diseño se debe estudiar todas las características técnicas de las lámparas y luminarias que se utilizan en la simulación, estas características se las encuentra en catálogos de fabricantes donde detallan todos los parámetros técnicos de cada luminaria.

3.2.2.2 Diseño en División Zonal de Apoyo, Seguimiento y Regulación de la Educación

Se toma como referencia el área 4 ubicado en la planta 4 del edificio (División Zonal de Apoyo, Seguimiento y Regulación de la Educación) teniendo como respaldo todos los parámetros, medidas y datos que tiene el área de ejemplo, esto se muestra en la Fig. 3.1. Las fórmulas utilizadas en el rediseño están numeradas en el capítulo 1: 1.14.1; magnitudes luminosas.

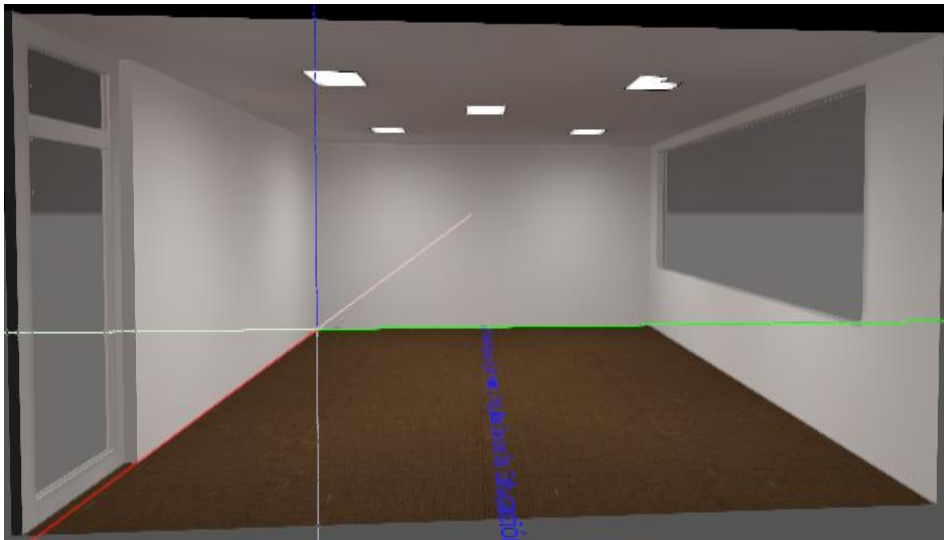


Fig. 3.1: Ilustración de la Oficina de la planta 4 del edificio en DiaLuxevo.

Fuente: Autor

a) Características del local

$$\text{Ancho } (A) = 6.67 \text{ m}$$

$$\text{Largo } (B) = 7.29 \text{ m}$$

$$\text{Altura } (H) = 2.45 \text{ m}$$

Las paredes y el techo son de color claro.

b) Nivel de iluminación

Se escogió este valor de la tabla 1.4, según la NEC ya que son valores establecidos según la cantidad de luxes en oficinas.

$$E = 300 \text{ luxes}$$

c) Superficie

Estos valores de (A y B) son referenciados de las características del local.

$$S = A \times B$$

$$S = 48.62 \text{ m}^2$$

d) Índice del local

Para el cálculo del índice local, se utilizó la Ec. 8 del capítulo 1; sistema de iluminación.

$$K = \frac{48.62 \text{ m}^2}{2,45(6,67+7,29)} = 1,42$$

e) Factor de reflexión

Se toma como referencia los valores de la Tabla 1.5, para el factor de reflexión del área a iluminar.

$$\text{Techo} = 0,5$$

$$\text{Pared} = 0,3$$

f) Tipo de luminaria

El edificio cuenta con luminarias fluorescentes electrónicas y una variación de focos incandescentes instaladas actualmente. En el nuevo diseño se presenta una propuesta o alternativa de ahorro de energía con luminarias **RC125B W60L60 x LED**, estas luminarias son las más óptimas por sus características lumínicas.

Características:

- Alta potencia lumínica.
- Encendido instantáneo.
- Menor peso y mayor eficiencia.
- Índice de reproducción cromática es ≥ 80 % de capacidad para mostrar los colores de un objeto.
- Flujo luminoso: 3600 lm.
- Vida útil de 100 000 horas de trabajo en condiciones ideales.

Tabla 3.1: Características de la luminaria LED.

Temperatura	Potencia	Lúmenes	Tensión	Angulo de apertura	Diámetro
3000 k	36W	3600 lm	120 V / 240 V	110°	0.60x0.60 m

Fuente: Autor

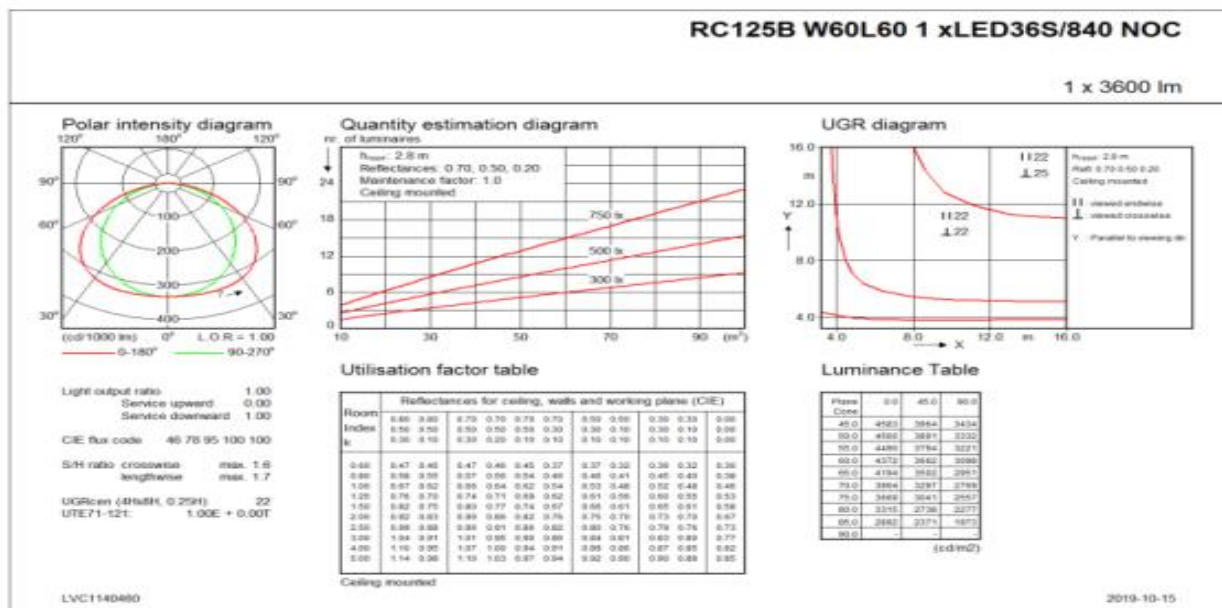


Fig. 3.2: Detalles de la luminaria LED.

Fuente: Autor

g) Factor de utilización

Cuando se obtiene la selección de una nueva lámpara, con la ayuda del factor de reflexión y el índice local K, se obtiene el factor de utilización mediante la Tabla en el ANEXO C.

El factor de utilización es = 0,33

h) Factor de mantenimiento

Se considera un ambiente regular con un factor de mantenimiento (δ) = 0,91 considerado de la Tabla 1.6 del capítulo 1 en el actual proyecto.

i) Flujo total

Para el cálculo de flujo total, se utilizó la Ec. 9 del capítulo 1; sistema de iluminación.

$$QT = \frac{300 \times 48,62 \times 0,91}{0,33} = 40222 \text{ Lúmenes}$$

j) Cálculo de número de lámparas

Para el cálculo del número de luminarias se utilizó la Ec.10 del capítulo 1; sistema de iluminación.

$$NL = \frac{40222}{3600} = 10,17 \text{ lámparas}$$

Se considera utilizar 5 luminarias de 2 lámparas cada una, dando como resultado 10 lámparas para el área de estudio.

k) Potencia requerida

La fórmula de la potencia requerida es considerada por la ley de Ohm.

$$P = 10 \text{ Lámparas} \times 36 \text{ vatios} = 360 \text{ vatios}$$

$$I = \frac{360 \text{ vatios}}{120 \text{ voltios}} = 3A$$

El área a iluminar que se tomó como ejemplo, es necesario 5 luminarias de 2 lámparas cada una $2 \times 18 = 36 \text{ W}$, esta simulación se aplica para todo el edificio.

3.2.2.3 Tablas de diseño de iluminación en interiores

En las Tablas de la 3.2 a la 3.6 se tabula los datos para iluminar cada área del edificio aplicando las especificaciones técnicas de la Norma Ecuatoriana de la Construcción para el nuevo diseño.

Tabla 3.2: Cuadro de iluminación de la planta 1.

INSTALACIONES					Iluminancia (LUX)	LUMINARIAS			CÁLCULOS					# de luminarias instaladas	
Descripción	Dimensiones					Tipo	Flujo luminoso (lum)	Potencia (W)	Coeficiente de utilización		Coeficiente de conservación	Flujo total	Calculo de # de luminarias ahorradoras		
	Largo(m)	Ancho(m)	Área(m)	Altura(m)					<i>k</i>	<i>μ</i>					
Sala de espera	4,86	3,09	15,01	3	100	Luminaria LED	3600	36	0,67	0,36	0,91	12929,60	3,74	4	
Recepción	3,05	2,89	8,81	3	100	Luminaria LED	3600	36	0,52	0,36	0,91	5593,32	1,55	1	
Pasillo 1	14,58	2	29,16	3	100	Luminaria LED	3600	36	0,58	0,33	0,91	12523,27	3,70	5	
Talento humano	7	7,32	51,24	3	300	Luminaria LED	3600	36	1,19	0,46	0,91	22389,45	6,77	5	
Baño de talento humano	1,40	2,26	3,16	3	100	Luminaria LED	3600	36	0,30	0,4	0,91	2156,7	0,59	1	
División Zonal Administrativa 1	4,80	5,17	24,81	2,80	300	Luminaria LED	3600	36	0,88	0,45	0,91	15051,4	4,18	4	
Dirección Bilingüe	5,10	7,93	13,03	2,80	300	Luminaria LED	3600	36	0,35	0,36	0,91	21304,86	6,19	6	
Pasillo 2	5,72	2	11,44	2,80	100	Luminaria LED	3600	36	0,52	0,35	0,91	8923,2	2,47	2	
Cocina	4,73	3,02	19,01	3	100	Luminaria LED	3600	36	1,01	0,45	0,91	9029,60	2,41	3	
Bodega 1	4,73	6,26	29,60	3	100	Luminaria LED	3600	36	0,57	0,39	0,91	18620	5,17	3	
Bodega 2	18,29	3,56	65,11	3	100	Aplicques LED	3600	36	0,99	0,39	0,91	37577	10,66	6	
												TOTAL LUMINARIAS	LUMINARIA LED	36,77	38
													APLIQUES LED	10,66	
													TOTAL	47,43		38

Fuente: Autor

Tabla 3.3: Cuadro de iluminación de la planta 2.

INSTALACIONES					Iluminancia (LUX)	LUMINARIAS			CÁLCULOS					# de luminarias instaladas
Descripción	Dimensiones					Tipo	Flujo luminoso (lum)	Potencia (W)	Coeficiente de utilización		Coeficiente de conservación	Flujo total	Calculo de # de luminarias ahorradora s	
	Largo(m)	Ancho(m)	Área(m)	Altura(m)					<i>k</i>	<i>μ</i>				
Sala de Reuniones Coordinador	7,68	4,70	36,09	2,30	300	Luminaria LED	3600	36	1,26	0,46	0,91	15051,4	4,94	6
Audiovisuales	1,70	3,16	5,37	2,30	100	Luminaria LED	3600	36	0,46	0,46	0,91	3186,97	0,88	1
Infraestructura	5,5	6,69	36,79	3	300	Luminaria LED	3600	36	1	0,46	0,91	15834,06	4,40	4
Dirección Zonal de Administración Escolar	5,5	6,69	36,79	3	300	Luminaria LED	3600	36	1	0,46	0,91	15834,06	4,40	4
Bodega 1	2,10	2,85	5,98	2,30	100	Luminaria LED	3600	36	0,52	0,2	0,91	2156,7	0,59	1
Baño de Hombres y Mujeres	5,51	2,85	15,70	2,30	100	Luminaria LED	3600	36	0,50	0,2	0,91	8162,7	2,26	3
Pasillo	3,40	3,60	12,24	2,30	100	Apliques LED	3600	36	0,76	0,46	0,91	7264,14	2,01	2
Sala de Reuniones	7,68	5	38,4	2,30	300	Luminaria LED	3600	36	1,31	0,46	0,91	22789,56	6,33	6
												LUMINARIA LED	23,08	27
												APLIQUES LED	2,01	
												TOTAL LUMINARIAS	TOTAL	25,81	27

Fuente: Autor

Tabla 3.4: Cuadro de iluminación de la planta 3.

INSTALACIONES					Iluminancia (LUX)	LUMINARIAS			CÁLCULOS				# de luminarias instaladas		
Descripción	Dimensiones					Tipo	Flujo luminoso (lum)	Potencia (W)	Coeficiente de utilización		Coeficiente de conservación	Flujo total		Calculo de # de luminarias ahorradoras	
	Largo(m)	Ancho(m)	Área(m)	Altura(m)					<i>k</i>	<i>μ</i>					
Secretaría	3,90	5,35	20,86	2,45	300	Luminaria LED	3600	36	0,92	0,33	0,91	17256,90	4,79	3	
Asesoría Jurídica	2,10	5,35	11,23	2,45	300	Luminaria LED	3600	36	0,61	0,33	0,91	9290,27	2,58	1	
Asesoría Jurídica	2,10	5,35	11,23	2,45	300	Luminaria LED	3600	36	0,61	0,33	0,91	9290,27	2,58	1	
Dirección Zonal de Asesoría Jurídica	4	3,39	13,56	2,45	300	Luminaria LED	3600	36	0,74	0,36	0,91	11217,8	2,11	1	
Cafetería	2	2,65	5,3	2,45	100	Luminaria LED	3600	36	0,46	0,33	0,91	1461,51	1,40	2	
Bodega	6,88	3,10	21,32	2,45	100	Luminaria LED	3600	36	0,99	0,33	0,91	5879,15	2,63	2	
Pasillo	5,06	4	20,24	2,45	100	Luminaria LED	3600	36	0,91	0,36	0,91	5116,2	1,42	3	
Baño Hombre y Mujeres	2,30	2,50	5,75	2,45	100	Luminaria LED	3600	36	0,48	0,33	0,91	1585,60	0,44	1	
Sala de espera	5,20	5,30	27,56	2,45	100	Luminaria LED	3600	36	1,07	0,46	0,91	5452,08	1,51	2	
División Zonal de Planificación	6,35	6,86	43,56	2,45	300	Luminaria LED	3600	36	1,34	0,46	0,91	25851,91	7,18	6	
Despacho	6,35	5,35	33,97	2,45	300	Luminaria LED	3600	36	1,18	0,46	0,91	20160,45	5,60	3	
												TOTAL LUMINARIAS	LUMINARIA LED	32,24	25
												TOTAL	32,24	25	

Fuente: Autor

Tabla 3.5: Cuadro de iluminación de la planta 4.

INSTALACIONES					Iluminancia (LUX)	LUMINARIAS			CÁLCULOS				# de luminarias instaladas	
Descripción	Dimensiones					Tipo	Flujo luminoso (lum)	Potencia (W)	Coeficiente de utilización		Coeficiente de conservación	Flujo total		Calculo de # de luminarias ahorradora s
	Largo(m)	Ancho(m)	Área(m)	Altura(m)					<i>k</i>	<i>μ</i>				
Sanitario Hombres	2,64	1,87	4,93	2,45	100	Luminaria LED	3600	36	0,44	0,33	0,8	1195,15	0,43	1
Sanitario Mujeres	2,64	1,10	2,90	2,45	100	Luminaria LED	3600	36	0,31	0,33	0,8	703,03	0,29	1
Unidad Zonal de Tecnologías de la Información y comunicaciones	5,24	4,6	24,10	3	300	Luminaria LED	3600	36	0,61	0,33	0,8	17527,27	4,86	4
División Zonal de Desarrollo Profesional	6,93	5,55	38,46	3	300	Luminaria LED	3600	36	0,81	0,36	0,8	23640	5,12	4
División Zonal de Apoyo, Seguimiento y Regulación de la Educación	6,93	6,55	45,39	3	300	Luminaria LED	3600	36	1,11	0,46	0,8	23681	5,57	4
División Zonal de Comunicación Social	6,65	5,54	36,84	3	300	Luminaria LED	3600	36	1,06	0,42	0,8	21051,42	5,14	2
División Zonal de Coordinación Educativa	11,06	5,54	62,37	3	300	Luminaria LED	3600	36	1,25	0,46	0,8	32540,86	9,03	6
Pasillo	8	7	56	3	100	Luminaria LED	3600	36	0,8	0,33	0,8	13575,75	3,78	3
											TOTAL LUMINARIAS	LUMINARIA LED	37,22	25
												TOTAL	37,92	25

Fuente: Autor

Tabla 3.6: Cuadro de iluminación de la planta 5.

INSTALACIONES					Iluminancia (LUX)	LUMINARIAS			CÁLCULOS				# de luminarias instaladas	
Descripción	Dimensiones					Tipo	Flujo luminoso (lum)	Potencia (W)	Coeficiente de utilización		Coeficiente de conservación	Flujo total		Calculo de # de luminarias ahorradoras
	Largo(m)	Ancho(m)	Área(m)	Altura(m)					<i>k</i>	<i>μ</i>				
Dirección Zonal Financiera	6,33	10,40	65,83	3	300	Luminaria LED	3600	36	1,31	0,4	0,91	39928,9	10,48	6
Baño Hombres y Mujeres	1,50	2,30	3,45	3	100	Luminaria LED	3600	36	0,30	0,33	0,91	951,36	0,29	1
TOTAL LUMINARIAS												LUMINARIA LED	10,77	7
TOTAL LUMINARIAS												TOTAL	10,77	7

Fuente: Autor

Algunas bodegas están destinadas para modificaciones y entrar en funcionamiento como oficinas por sus dimensiones, pero por el momento se ha tomado como referencia los 100 lx para el cálculo según la norma NEC.

3.2.2.4 Iluminación de exteriores

La iluminación en exteriores es de vital importancia cuando existen actividades normales hasta altas horas de la noche, en este caso el edificio cuenta con un patio que se une a la planta 5 sin ningún tipo de luminaria exterior y es catalogada por los trabajadores como un área de peligro, esta área debe estar bien iluminada en el horario de la tarde y noche por motivos de seguridad.

a) Características del área a iluminar

Largo (A) = 5,70 m

Ancho (B) = 10,28 m

Altura (H) = se considera una altura máxima de 10 metros

b) Se ha escogido este tipo de proyector LED por sus características técnicas y su carcasa que es resistente ante cambios climáticos, golpes y temperaturas altas. **RF 005 1800 Lum de 20 W a 120 V.**

c) Superficie

Estos valores de (A y B) son referenciados de las características del área a iluminar..

$$S = A \times B = 5,90m \times 10,28m = 58,59 m^2$$

d) Índice del local

Para el cálculo del índice local, se utilizó la Ec. 8 del capítulo 1; sistema de iluminación.

$$K = \frac{A \times B}{H(A + B)} = 0,36$$

e) Coeficiente de reflexión de techo y paredes

Se toma como referencia los valores de la Tabla 1.5, para el factor de reflexión del local:

Techo: 0,3

Paredes: 0,1

f) Tipo de lámpara

Proyector LED de 20 W a 120 V

g) Factor de utilización

Se toma los valores en la Tabla 1.4, por lo tanto el factor de utilización es = 0,43.

h) Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (δ) = 0,8

i) Flujo total

Para el cálculo de flujo total, se utilizó la Ec. 9 del capítulo 1; sistema de iluminación.

$$QT = \frac{E \times S \times \delta}{\mu} = 10900,46 \text{ lúmenes}$$

j) Número de lámparas

Para el cálculo de número de luminarias se utilizó la Ec.10 del capítulo 1; sistema de iluminación.

$$N = \frac{QT}{QL} = 6,05 \text{ lámparas}$$

Par iluminar el patio se calculó un total de 6 reflectores de 20 W a 120 V con una lámpara de alta intensidad, colocados en los extremos y medios del patio principal.

k) Potencia requerida

$$P = 20 \text{ W}$$

$$P = 20 \text{ W} \times 6 = 1200 \text{ W}$$

$$I = \frac{1200 \text{ W}}{120 \text{ V}} = 10 \text{ A}$$

Con esta implementación de iluminación en exteriores se puede obtener una iluminación eficiente en áreas como patios, garajes y canchas, con el fin de evitar accidentes laborales.

Al momento de elegir una luminaria para exteriores se debe tomar en cuenta que sea resistente ante cambios climáticos ya que las luminarias permanecen en la intemperie.

3.2.2.5 Total de luminarias en el rediseño

En la Tabla 3.7 se detalla el resultado total de las luminarias, estos datos son tomados de los cálculos realizados en cada área del edificio.

Tabla 3.7: Resultado total de luminarias.

Luminarias	Tipo	Flujo luminoso (lm)	Potencia (W)	Luminarias por diseño
Appliques LED	LED	3600	36	12
Luminaria LED	LED	3600	36	134
Reflector LED	LED	1800	20	6

Fuente: Autor

3.2.3 Diseño de tomacorrientes

El capítulo 15: 15.1.11.2; tomacorrientes en locales comerciales u oficinas; de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, establece que se instalará al menos un tomacorriente por cada $10 m^2$, con un mínimo de tres tomacorrientes (NEC, 2013).

En caso de rediseños se debe trabajar con las mismas instalaciones y cargas actuales, la Norma Ecuatoriana de la Construcción dice que se deben realizar circuitos solo para tomacorrientes y circuitos solo para iluminación de cada área (NEC, 2013).

La instalación de los tomacorrientes en oficinas deberán tener interruptores diferenciales, la instalación de estos tomacorrientes no deben permitir el contacto de los terminales por lo que es recomendable estar empotrados. Todos los tomacorrientes deben ser polarizados con salida a tierra y se debe considerar una carga normal de 180 W a 200 W por cada uno (NEC, 2013).

La sección 10: 10-1; interruptores y tomacorrientes; de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, aclara que los tomacorrientes de uso general, deben estar colocados a 0,40 m del nivel de piso terminal o en casos especiales como baños deben estar a una altura de 1,40 m y en cocinas pueden estar colocados a 0,10 m sobre el mesón (NEC, 2018).

Los circuitos de tomacorrientes deben estar sujetos a las siguientes condiciones:

- El calibre de los conductores para tomacorrientes deben tener una sección mínima de 4 mm^2 (12 AWG) de cobre (Cu).
- Los tomacorrientes deben estar conectados a tierra.
- Los cajetines en donde van empotrados los tomacorrientes deben ser metálicos con un espesor de 0,8mm por resistencia mecánica.
- Los tomacorrientes de piso deben estar protegidos dentro de cajetines con una tapa de espesor de 0,2 mm.

3.2.3.1 Cálculo de tomacorrientes

En las Tablas de la 3.8, a la 3.12 se habla de tomacorrientes instalados y tomacorrientes nuevos por rediseño, debido a que hay áreas en donde se eliminan tomacorrientes y en otras se aumentan por el hecho que existen tomacorrientes instalados en el piso y paredes (4 por escritorio y 2 por pared sin contar el empotrado).

Tabla 3.8: Número de tomacorrientes de la planta 1.

Descripción	TOMACORRIENTES INSTALADOS			TOMACORRIENTES NUEVOS POR REDISEÑO		
	CANT	Potencia (W)	Corriente (A)	CANT	Potencia (W)	Corriente (A)
Sala de espera	3	540	4,5	2	360	3
Recepción	2	360	3	1	180	1,5
Pasillo 1	6	1080	9	6	1080	9
Talento humano	10	1800	15	8	1440	12
Baño de talento humano	0	0	0	1	180	1,5
División Zonal Administrativa 1	10	1800	15	6	1080	9
Dirección Bilingüe	6	1080	9	9	1620	13,5
Pasillo 2	2	360	3	2	360	3
Cocina	5	900	7,5	4	720	6
Bodega 1	4	720	6	4	720	6
Bodega 2	7	1260	10,5	4	720	6
TOTAL	55	9900		47	8460	

Fuente: Autor

Tabla 3.9: Número de tomacorrientes del piso 2.

Lugar	TOMACORRIENTES INSTALADOS			TOMACORRIENTES NUEVOS POR REDISEÑO		
	CANT	Potencia (W)	Corriente (A)	CANT	Potencia (W)	Corriente (A)
Sala de Reuniones Coordinador	8	1440	12	6	1080	9
Audiovisuales	3	540	4,5	3	540	4,5
Infraestructura	6	1080	9	8	1440	12
Dirección Zonal de Administración Escolar	7	1260	10,50	8	1440	12
Bodega 1	4	720	6	2	360	3
Baño de Hombres y Mujeres	0	0	0	1	180	1,5
Pasillo	0	0	0	1	1	1
Sala de Reuniones	6	1080	9	6	1080	9
TOTAL	34	6120		35	6300	

Fuente: Autor

Tabla 3.10: Número de tomacorrientes de la planta 3.

Lugar	TOMACORRIENTES INSTALADOS			TOMACORRIENTES NUEVOS POR REDISEÑO		
	CANT	Potencia (W)	Corriente (A)	CANT	Potencia (W)	Corriente (A)
Secretaría	3	540	4,5	3	540	4,5
Asesoría Jurídica	2	360	3	2	360	3
Asesoría Jurídica	4	720	6	3	540	4,5
Dirección Zonal de Asesoría Jurídica	3	540	4,5	2	360	3
Cafetería	2	360	3	2	360	3
Bodega	2	360	3	2	360	3
Pasillo	1	180	1,5	1	180	1,5
Baño Hombre y Mujeres	0	0	0	1	180	1,5
Sala de espera	2	360	3	2	360	3
División Zonal de Planificación	5	900	5	5	900	7,5
Despacho	5	900	5	4	720	6
TOTAL	29	5220		27	4536	

Fuente: Autor

Tabla 3.11: Número de tomacorrientes de la planta 4.

Lugar	TOMACORRIENTES INSTALADOS			TOMACORRIENTES NUEVOS POR REDISEÑO		
	CANT	Potencia (W)	Corriente (A)	CANT	Potencia (W)	Corriente (A)
Sanitario Hombres	0	0	0	1	180	1,5
Sanitario Mujeres	0	0	0	1	180	1,5
Unidad Zonal de Tec. de la Información y comunicaciones	3	540	4,5	4	720	6
División Zonal de Desarrollo Profesional	7	1260	10,50	6	1080	9

División Zonal de Apoyo, Seguimiento y Regulación de la Educación	12	2160	18	8	1440	12
División Zonal de Comunicación Social	6	1080	9	4	720	6
División Zonal de Coordinación Educativa	14	2520	21	11	1980	16,5
Pasillo	0	0	0	1	180	1,5
TOTAL	42	7560		36	6480	

Fuente: Autor

Tabla 3.12: Número de tomacorrientes de la planta 5.

Lugar	TOMACORRIENTES INSTALADOS			TOMACORRIENTES NUEVOS POR REDISEÑO		
	CANT	Potencia (W)	Corriente (A)	CANT	Potencia (W)	Corriente (A)
Dirección Zonal Financiera	12	2160	18	12	2160	18
Baño Hombres y Mujeres	0	0	0	1	180	1,5
TOTAL	12	2160		13	2340	

Fuente: Autor

Recomendación: los tomacorrientes deben ser polarizados con salida de puesta a tierra para cumplir con las normas de diseño y seguridad.

3.2.4 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 su punto más bajo sobre el nivel del piso terminado (NEC, 2013).

No existen conmutadores en el diseño actual por lo cual no se tomaron en cuenta en el rediseño, pero se recomienda el uso y aplicación en los pasillos y escaleras.

3.2.5 Conductores

La capacidad de transporte de corriente de los conductores serán tomando en cuenta la temperatura ambiente y el número de conductores activos encerrados en una misma canalización, de acuerdo al Código Eléctrico Nacional (NEC, 2013).

3.2.5.1 En circuitos de iluminación

El calibre del conductor del neutro debe ser igual al calibre del conductor de las fases, y en los circuitos de iluminación se utiliza el conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de $2,5 \text{ mm}^2$ (14 AWG), para la fase, el neutro y el conductor de tierra (NEC, 2018).

3.2.5.2 En circuito de tomacorrientes

El calibre del conductor del neutro debe ser igual al conductor de las fases, y en los circuitos de tomacorrientes se utiliza el conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 4 mm^2 (12 AWG), para la fase, el neutro y el conductor de tierra (NEC, 2018).

3.2.5.3 Alimentadores a paneles de distribución

El calibre mínimo recomendado para un alimentador desde el medidor hasta el panel debe ser de calibre # 6 AWG de cobre aislado tipo THHN (NEC, 2018).

En la Tabla 3.13 se toma como ejemplo los circuitos de la planta 2 para el análisis de los conductores de iluminación y tomacorrientes, tomando en cuenta la sección 11; g), código de colores; de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, que especifica que el neutro es de color blanco, fase de color rojo, negro y amarillo y tierra de color verde (NEC, 2018).

Tabla 3.13: Conductores por cada circuito de la planta 2.

Cirt.	Conductores de iluminación (AWG)		Conductores de tomacorrientes (AWG)		Conductores de cargas especiales (AWG)		Alimentadores a paneles de distribución (AWG)		Conductor neutro (AWG)	
	Actual	Rediseño	Actual	Rediseño	Actual	Rediseño	Actual	Rediseño	Actual	Rediseño
C1	12	14	-	-	10	10	6	6	10	12
C2	14	14	14	12	10	10	6	6	10	12
C3	-	-	12	12	10	10	6	6	12	12
C4	-	-	12	12	10	10	6	6	12	12
C5	14	14	-	-	10	10	6	6	12	12
C6	-	-	10	12	10	10	6	6	10	12

Fuente: Autor

3.2.6 Distribución de circuitos en el Panel General y los Paneles de Distribución

Después del cálculo de diseño y el análisis del diseño actual se pudo concretar un diseño final, considerando los 5 paneles de distribución y modificando los circuitos de distribución acogiéndose al cumplimiento de las normas.

El dimensionamiento de las protecciones se los realiza utilizando las potencias activas, por lo cual se debe proteger al conductor de sobrecargas, esta protección debe ser mayor a la corriente que pasa por el conductor, cada circuito derivado debe tener su protección individual (NEC, 2013).

3.2.6.1 Distribución de circuitos y protecciones del panel de distribución 1

El panel de distribución 1 de 8 servicios, bifásico a trifilar con dos fases y un neutro en la oficina de talento humano de la planta 1, su distribución de circuitos se detalla en la Tabla 3.14.

- C1L de iluminación; para las áreas (talento humano).
- C2L de iluminación; para las áreas (sala de espera, recepción, pasillo).
- C3L de iluminación; para las áreas (Baño de talento humano, bodega 2).
- C7R de reserva para iluminación.
- C2T de tomacorrientes; para las áreas (sala de espera, talento humano, baño).
- C5T de tomacorrientes; para las áreas (recepción, pasillo 1, pasillo 2).
- C6T de tomacorrientes; para las áreas (bodega1).
- C8R de reserva para tomacorrientes.

Tabla 3.14: Distribución de circuitos y protección del panel de distribución 1.

2F #8 AWG + N #8 AWG - PVC												
Circ.	Descripción carga	N°	Pot. Unit [W]	CI [W]	F.P	F,D [%]	CIR [W]	Fsn [%]	DMU [W]	DMU [VA]	I [A]	PROT
C1L	Iluminación	5	36	180	0.92	90	162	70	113,4	104,32	0,86	1P/15 A
C2L	Iluminación	7	36	252	0.92	90	226.8	70	158.76	146.05	1.21	1P/15 A
C3L	Iluminación	6	36	216	0.92	90	194,4	70	136,08	125,19	1,04	1P/15 A
C4T	Tomacorrientes	10	180	1800	0.92	90	1620	70	1134	1043,2	8,69	1P/20 A
C5T	Tomacorrientes	9	180	1440	0.92	90	1296	70	907,2	834,62	6,95	1P/20 A
C6T	Tomacorrientes	4	180	720	0.92	90	648	70	453,6	478,89	3,9	1P/20 A
CARGA TOTAL				4608					2903,0		22,65	1P/32 A

Fuente: Autor

3.2.6.2. Distribución de circuitos y protecciones del panel de distribución n°2

El panel de distribución 2 es monofásico con puente de una fase y un neutro empotrado en el pasillo 2 de la planta 1, la Tabla 3.15 presenta la distribución de circuitos en 2 servicios.

- C1L de iluminación; para las áreas de la planta 2 (infraestructura, dirección zonal de administración escolar).
- C2L de iluminación; para las áreas de la planta 1 (división zonal administrativa 1, dirección bilingüe, pasillo 2).
- C1T de tomacorrientes; para las áreas de la planta 2 (infraestructura, dirección zonal de administración escolar, baño).
- C2T de tomacorrientes; para las áreas de la planta 1 (división zonal administrativa 1, dirección bilingüe).

Tabla 3.15: Distribución de circuitos y protección del panel de distribución 2.

1F #8 AWG + N #8 AWG -PVC												
Círc.	Descripción carga	N°	Pot. Unit [W]	CI [W]	F.P	F.D [%]	CIR [W]	Fsn [%]	DMU [W]	DMU [VA]	I [A]	PROT
C1L	Iluminación	8	36	288	0.92	90	259.2	70	181.44	166.92	1,39	2P/32 A
C2L	Iluminación	11	36	396	0.92	90	356.4	70	249.48	229.52	1,91	
C1T	Tomacorrientes	16	180	2880	0.92	90	2592	70	1814,4	1669,24	13,91	1P/32 A
C2T	Tomacorrientes	13	180	2160	0.92	90	1944	70	1360,8	1251,93	10,43	
CARGA TOTAL				3132					3606,1	3317,61	28	1P/63A

Fuente: Autor

3.2.6.3. Distribución de circuitos y protecciones del panel de distribución 3

El panel de distribución 3 es monofásico con puente de una fase y un neutro ubicado en la cocina de la planta 1, en la Tabla 3.16 se presenta la distribución de circuitos en 3 servicios.

- C1L y C1T de iluminación y tomacorrientes; para las áreas de la planta 1 (cocina, bodega 2).
- C2L de iluminación; para las áreas de la planta 5 (dirección zonal financiera, baño).
- C3T de tomacorrientes; para las áreas de la planta 5 (dirección zonal financiera, baño).

Tabla 3.16: Distribución de circuitos y protección del panel de distribución 3.

1F #8 AWG + N #8 AWG - PVC												
Circt.	Descripción carga	N°.	Pot. Unit [W]	CI [W]	F.P	F.D [%]	CIR [W]	Fsn [%]	DMU [W]	DMU [VA]	I [A]	PROT.
C1L	Iluminación	5	36	180	0.92	90	162	70	113.4	104.32	0,86	1P/15 A
C2L	Iluminación	10	36	360	0.92	90	324	70	226,8	208,65	1,73	1P/15 A
C1T	Tomacorrientes	9	180	1620	0.92	90	1458	70	1020,6	1109,34	9,24	1P/20 A
C3T	Tomacorrientes	13	180	2160	0.92	90	1944	70	1360,8	1479,13	12,32	1P/20 A
CARGA TOTAL									2721,6	2895,44	24	1P/63 A

Fuente: Autor

3.2.6.4. Distribución de circuitos y protecciones del panel de distribución 4

El panel de distribución 4 es bifásico de trifilar con dos fases y un neutro empotrado en la sala de reuniones del coordinador de la planta 2, la Tabla 3.17 tabula los circuitos en 6 servicios.

- C1 Fuente UPS; en las áreas de la planta 2 (sala de reuniones coordinador).
- C2L de iluminación; para las áreas de la planta 2 (sala de reuniones coordinador, audiovisuales, sala de reuniones).
- C3L de iluminación; para las áreas de la planta 2 (bodega, pasillo).
- C6L de iluminación; de la planta 3 (secretaria, división zonal de planificación).
- C4T de tomacorrientes; para las áreas de la planta 2(sala de reuniones, audiovisuales).
- C5T de tomacorrientes; para las áreas de la planta 2(sala de reuniones, baño).
- C6T de tomacorrientes; para las áreas de la planta 3 (secretaria, división zonal de planificación, despacho).

Tabla 3.17: Distribución de circuitos y protección del panel de distribución 4.

2F #8 AWG + N #8 AWG - PVC												
Circt.	Descripción carga	N°	Pot. Unit [W]	CI [W]	F.P	F.D [%]	CIR [W]	Fsn [%]	DMU [W]	DMU [VA]	I [A]	PROT
C2L	Iluminación	13	36	468	0.92	90	421.2	70	294.84	270.48	2.25	1P/15 A
C3L	Iluminación	5	36	180	0.92	90	162	70	113.4	104.32	0,86	1P/15 A
C6L	Iluminación	17	36	612	0.92	90	550.8	70	385.56	353.79	2,94	1P/15 A
C4T	Tomacorrientes	9	180	1620	0.92	90	1458	70	1020,6	938,95	7,82	1P/20 A
C5T	Tomacorrientes	6	180	1080	0.92	90	972	70	680,4	625,96	5,21	1P/20 A
C6T	Tomacorrientes	15	180	2520	0.92	90	2268	70	1587,6	1460,59	12,17	1P/20 A
CARGA TOTAL									4082,4	3754,09	32	1P/63 A

Fuente: Autor

3.2.6.5. Distribución de circuitos y protecciones del panel de distribución 5

El panel de distribución 5 es bifásico de 3 hilos con dos fases y un neutro empotrado en el pasillo de la planta 4, en la Tabla 3.18 presenta la distribución de circuitos en 8 servicios.

- C1L de iluminación; para las áreas (baño, unidad zonal de tecnologías de la información, división zonal de desarrollo profesional, división zonal de coordinación educativa, pasillo, oficina 1).
- C2L de iluminación; para las áreas (división zonal de apoyo, seguimiento y regulación, división zonal de comunicación social).
- C3L de iluminación; para las áreas (oficina 2).
- C4L de iluminación; para las áreas de la planta 3 (asesoría jurídica, dirección zonal de asesoría jurídica, cafetería, bodega, pasillo, baño).
- C5T de tomacorrientes; para las áreas (oficina 2).
- C6T de tomacorrientes; para las áreas (división zonal de desarrollo profesional, división zonal de apoyo, seguimiento y regulación, división zonal de comunicación social).
- C7T de tomacorrientes; para las áreas (división zonal de coordinación educativa).
- C8T de tomacorrientes; para las áreas de la planta 3 (asesoría jurídica, dirección zonal de asesoría jurídica, cafetería, bodega, baño).

Tabla 3.18: Distribución de circuitos y protección del panel de distribución 5.

2F #8 AWG + N #8 AWG - PVC												
Circt.	Descripción	N°	Pot. Unit [W]	CI [W]	F.P	F.D [%]	CIR [W]	Fsn [%]	DMU [W]	DMU [VA]	I [A]	PROT
C1L	Iluminación	16	36	576	0.92	90	518,4	70	362,8	333,77	2,78	1P/15 A
C2L	Iluminación	10	36	360	0.92	90	324	70	226,8	208,65	1,73	1P/15 A
C3L	Iluminación	12	36	432	0.92	90	388,8	70	272,16	250,38	2,08	1P/15 A
C4L	Iluminación	11	36	412	0.92	90	350,8	70	232,02	233,28	1,68	1P/15 A
C5T	Tomacorrientes	14	180	2520	0.92	90	2268	70	1587,6	1460,5	12,17	1P/20 A
C6T	Tomacorrientes	12	180	2160	0.92	90	1944	70	1360,8	1251,93	10,43	1P/20 A
C7T	Tomacorrientes	10	180	1800	0.92	90	1620	70	1134	1043,28	8,69	1P/20 A
C8T	Tomacorrientes	10	180	1800	0.92	90	1620	70	1134	1043,28	8,69	1P/20 A
CARGA TOTAL				10060					7057,5	6652,75	55	1P/63 A

Fuente: Autor

3.2.6.6 Distribución de circuitos y protecciones del Panel General Eléctrico

El P.G.E empotrado en la bodega principal se le añade una protección de 63 A para comandar un panel, se lo realiza como una recomendación que debe ser aplicada. En la Tabla 3.19 se detalla la distribución de circuitos.

El P.G.E, debe estar diseñado con barras de cobre y debe ser bifásico a 3 hilos con dos fases y un neutro, una protección principal tipo caja moldeada (disyuntor) y protecciones termo magnéticas para cada circuito en derivación.

- C1 y C4 para el panel de distribución 1 y 2.
- C2 y C5 para el panel de distribución 3 y 4.
- C3 y C6 para el panel de distribución 5.

Tabla 3.19: Distribución de circuitos y protecciones del Panel General Eléctrico.

2F #8 AWG + N #8 AWG - PVC								
N° Círc.	Panel de Distribución	Carga (W)	CIR. (W)	DMU (W)	DMU (VA)	I [A]	PROT	CALIBRE (AWG)
C1 y C4	Panel 1 Panel 2	(4608 + 3132) = 7740	6966	4876,2	4388,58	40,65	1P/63 A 1P/63 A	2x8 2x8
C2 y C5	Panel 3 Panel 4	(4320 + 6480) = 10800	9720	6804	6123,6	56,7	1P/63 A 1P/63 A	2x8 2x8
C3 y C6	Panel 5 Iluminación exterior	(8028 + 120) = 8140	7326	5128,2	4615,38	42,7	1P/63 A 1P/63 A	2x8 2x8

Fuente: Autor

Factor de potencia = 0,92

Se recomienda un panel eléctrico para la distribución de energía en cada planta del edificio y una protección general partiendo desde el medidor, por otro lado existe un factor importante que se debe tomar en cuenta y son: la seguridad y la estética.

3.2.7 Protección general

El cálculo para la protección general tiene referencia a la potencia que demanda el edificio y se escoge una protección normalizada que protegerá a los demás paneles, esto con el objetivo de proteger a los conductores.

Tabla 3.20: Protección para el panel general eléctrico

PANEL	DESCRIPCIÓN	VOLTAJE [V]	Nº DE FASES	POTENCIA DEMANDADA [W]	POTENCIA DEMANDADA [VA]	I [A]	PROT
P.G.E	Panel Principal	120	1	79042	706378,5	64,8	2x70 (A)
		120	1	79042	706378,5	64,8	

Fuente: Autor

3.2.8 Caída de voltaje

La caída de voltaje en conductores que son destinados a iluminación y fuerza no deben superar los valores del 3 % al 5 % que menciona la Norma Ecuatoriana de la Construcción, para el diseño de iluminación se ocupó el conductor calibre # 14 AWG y diseño de tomacorrientes se ocupó el calibre # 12 AWG.

El cálculo a continuación es un ejemplo que se tomó para determinar la caída de voltaje en el circuito de tomacorrientes (C5T) alojado en el panel de distribución 5 escogidos por tener una distancia considerable.

Para el cálculo de la caída de voltaje, se utilizó la Ec.1 del capítulo 1; caída de voltaje.

$$e\% = \frac{4 * 12,17 * 15,5}{3,31 * 120} = 1,89 \%$$

Donde:

$K = 4$ constante para circuitos monofásicos.

$I = 12.17 A$

$L = 15.5 m$

$S = 12 AWG (3.31 mm^2)$

$V = 120 V$

El circuito de tomacorrientes (C5T) tiene una caída de voltaje del 1,89 %, en un punto desfavorable por la distancia que se encuentra con el panel eléctrico, en este porcentaje de caída de voltaje calculada no excede el 3%, cumpliendo con la norma (NEC, 2013).

Haciendo énfasis al cálculo de caídas de voltaje, se realiza la Tabla 3.21, donde se identifican los circuitos más lejanos para realizar el cálculo.

Tabla 3.21: Calculo de caída de voltaje.

Panel	Circt	Lugar más distante	Corriente (A)	Longitud del conductor (m)	Conductor (AWG)	Sección del conductor (mm ²)	Caída de voltaje (%)
Panel de distribución 1	C2T	Tomacorrientes en los pasillos internos.	6,95	11,5	12	3,31	0,80
Panel de distribución 2	C1T	Tomacorrientes de las oficinas 3 y 4 de la planta 3.	13,91	7	12	3,31	0,98
Panel de distribución 3	C3T	Tomacorrientes de la oficina 1 de la planta 5.	12,32	7	12	3,31	0,86
Panel de distribución 4	C5T	Tomacorrientes de la sala de reuniones de la planta 2.	5,21	10,5	12	3,31	0,55
Panel de distribución 5	C4T	Tomacorrientes de la oficina 10 de la planta 4.	12,17	12,8	12	3,31	1,56
Iluminación exterior	C6	Iluminación patio principal.	10	17,5	12	3,31	1,76

Fuente: Autor

En el caso de que la caída de voltaje exceda el 5% permitido, se recomienda distribuir las cargas o aumentar el calibre del conductor en dicho circuito derivado.

3.2.9 Alimentador principal

Se toma en cuenta el estudio de las normativas y el criterio técnico para la elección del alimentador principal, este alimentador debe ser calibre # 6 AWG tipo THHN de cobre, conforme la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

3.2.10 Factor de potencia

El factor de potencia medio en el edificio es de 0,95 y se encuentra en los rangos permitidos por la empresa eléctrica y no existe la necesidad de ser corregido.

Para aquellos consumidores de energía eléctrica con categoría general que registre un factor de potencia inferior a 0,92 se aplicará una penalización según la entidad y el banco de pliegos tarifarios de la ARCONEL (ARCONEL, 2019).

3.3 Puesta a tierra

El edificio de Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación, actualmente no cuenta con un sistema de puesta a tierra, incumpliendo con las normas para instalaciones eléctricas, el sistema de puesta a tierra en edificios debe estar diseñado para despejar corrientes de falla (NEC, 2018).

En el rediseño del proyecto se propone diseñar una malla de puesta a tierra que pueda ser implementada en un área de la parte trasera del edificio, esto en base de datos tomados para el sistema eléctrico.

El cálculo y diseño de la malla de puesta a tierra hace referencia a las fórmulas de diseño que establece la IEEE std.142-1991.

3.3.1 Diseño de la malla de puesta a tierra

Para la medición y obtención de los datos de resistividad del suelo, se utilizó un telurómetro digital, este instrumento de medida facilitó la toma de datos del terreno para verificar si cumple o no con la resistividad adecuada, directamente por el método de Wenner.

Tomando en cuenta el área para la instalación de la puesta a tierra, las mediciones se las realizó separando las picas 2m, con la finalidad de obtener un sistema de puesta a tierra que cumpla con la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Parámetros:

- **A** = área de la malla de puesta a tierra = 12 m^2 .
- **S** = profundidad de aterramiento = 0,8 m.
- **ρ** = resistividad del suelo = 120 [Ω .m].
- **L** = longitud de la varilla = 1,80 m.
- **r** = radio de la varilla = 0.016 m.
- **B** = longitud del conductor = 11 m.
- **a** = radio del conductor = 0,013 m.
- **L1** = Lado 1 = 2 m.
- **L2** = Lado 2 = 6 m.
- **N** = cantidad de varillas = 8 varillas

Diseño

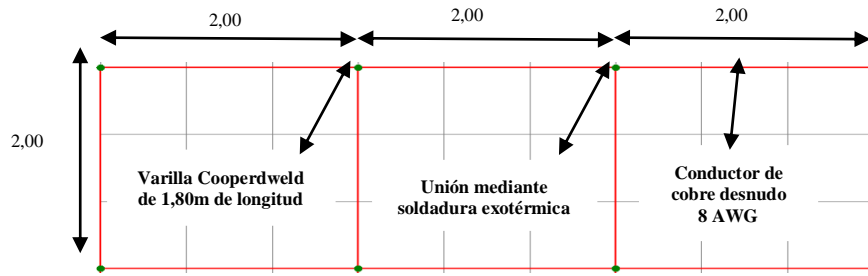


Fig. 3.3: Diseño de la malla de tierra.

Fuente: Autor

El método de unión de las varillas con el conductor será mediante la suelda exotérmica. Se evalúa el sistema de cálculo completo para obtener valores aproximados a la realidad.

Se utiliza las ecuaciones de la norma IEEE std.142:

a) Constantes geométricas

$$K1 = -0.05 \frac{L2}{L1} + 1.2 = 1,183 \quad (12)$$

$$K2 = 0.1 \frac{L2}{L1} + 4.86 = 4,893 \quad (13)$$

Donde:

$K1$ y $K2$ = Constantes geométricas de diseño.

b) Resistencia de los conductores

$$R1 = \frac{\rho}{2\pi l} \left[\ln \left(\frac{2B}{\sqrt{2a.s}} \right) + \frac{K1.B}{\sqrt{A}} - K2 \right] \quad (14)$$

$$R1 = \frac{120 [\Omega. m]}{2\pi(1,80m)} \left[\ln \left(\frac{2.11m}{\sqrt{2.0,013m.0,8m}} \right) + \frac{1,183.11m}{\sqrt{12}} - 4,893 \right] = 5,131 \text{ ohmios}$$

Donde:

$R1$ = Resistencia del conductor.

B = Longitud del conductor.

$K2$ = Constante geométrica de diseño.

c) Resistencia de las varillas (electrodos)

$$R2 = \frac{\rho}{2\pi ml} \left[\ln\left(\frac{4L}{r}\right) - 1 + \frac{2 \cdot K1 \cdot L}{\sqrt{A}} (\sqrt{n} - 1)^2 \right] \quad (15)$$

$$R2 = \frac{120 [\Omega \cdot m]}{2\pi(8)(1.80m)} \left[\ln\left(\frac{4(1.80m)}{0.016m}\right) - 1 + \frac{2 \cdot (1.183) \cdot (1.80m)}{\sqrt{12m}} (\sqrt{8} - 1)^2 \right] = 4.379 \text{ ohmios}$$

Donde:

R2 = Resistencia de la varilla

d) Resistencia total del sistema

$$Rm = \frac{\rho}{2B} \left[\ln\left(\frac{42B}{L}\right) + \frac{K1 \cdot B}{\sqrt{A}} - K2 + 1 \right] \quad (16)$$

$$Rm = \frac{120 [\Omega \cdot m]}{2(11m)} \left[\ln\left(\frac{42(11m)}{1.80m}\right) + \frac{(1.183)(11m)}{\sqrt{12}} - 4.893 + 1 \right] = 3.196 \text{ ohmios}$$

Donde:

Rm = Resistencia medida del sistema.

K2 = Constante geométrica de diseño.

Para la instalación del sistema de puesta a tierra, se plantea construir una zanja con una profundidad de 0,8 m teniendo 8 varillas, formando una malla como muestra la Figura 3.3.

El valor obtenido de la resistencia del sistema es de $Rm = 3,196$ ohmios, este valor se encuentra por debajo de los 5 ohmios como establece la norma NEC, para instalación de puesta a tierra. El calibre del conductor debe ser #1/0 AWG como menciona la norma NEC, 2018; instalación de puesta a tierra.

En caso de que el sistema de puesta a tierra no cumpla con los valores recomendados, existen mallas o varillas especiales que reducen la resistencia de puesta a tierra. En algunos casos la resistividad del terreno es muy elevada, por ello existen algunos químicos que ayudan a disminuir la resistividad del terreno sin aumentar electrodos como son:

- Sales puras (Cloruro de sodio).
- THOR – GEL (Compuesto químico).
- Sustancias arcillosas

3.4 Estudio de carga del edificio de coordinación zona 1 ministerio de educación

En el estudio de carga para el nuevo diseño del edificio refleja puntos de ahorro energético implementados como luminarias led.

El factor de potencia para instalaciones eléctricas comerciales o industriales que debe ser de 0.85, y considerando que el actual proyecto es de instalaciones eléctricas residenciales se toma en cuenta el valor de 0.93 (E. E. Q, 2014).

Tabla 3.22: Estudio de carga.

Nombre del proyecto: Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación								
Actividad tipo: Vivienda								
Localización: Ibarra								
Usuario tipo: Vivienda								
Número de usuarios: 1								
PLANILLAS PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO								
Núm.	Aparatos eléctricos y luminarias	Cant.	Pn (W)	CI (W)	FFUN %	CIR (W)	FSN %	DMU (W)
	Descripción							
1	Punto de iluminación LED	128	32	4096	40	1638	60	983.04
	Punto de apliques LED	24	20	480	40	192	60	115.2
2	Reflectores LED	6	20	120	40	48	60	28.8
5	Tomacorrientes normales y de piso	155	180	27900	40	11160	50	5580
6	Compresor	1	2800	2800	100	2800	100	2800
7	Generador	3	1800	5400	100	5400	100	5400
TOTAL				40796		21238		13607.4
Factor de potencia		0,93		Factor demanda = DMU(W) / CIR (W)				0,70
DMU (kVA)		12.6548,8		Transformador (kVA)				15

Fuente: Autor

El análisis de ahorro energético se realiza comparando la tabla 2.17 de la carga instalada actualmente y la tabla 3.22 de la carga total del rediseño eléctrico, en el análisis y comparación se puede apreciar que existe un ahorro energético de 1.3 kVA, considerando que se aumentó luminarias externas en el patio principal del edificio.

Este rediseño está enfocado en mejorar la iluminación de todas las áreas, con una correcta distribución de circuitos que conforman el sistema eléctrico, cumpliendo con los parámetros que

establece la Norma Ecuatoriana de la Construcción, tomando en cuenta que en algunos circuitos no hubo la necesidad de ser modificados.

Se identificó mayor eficiencia al momento de realizar el rediseño del sistema eléctrico como: la correcta distribución de cargas para balancear las fases, la correcta distribución de tomacorrientes y luminarias, la seguridad y diseño de los paneles eléctricos, el dimensionamiento de las protecciones y conductores ya que deben estar instalados según el circuito de destino, el análisis del factor de potencia y a su vez el estudio de sus parámetros eléctricos según el cuadro de carga de rediseño.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Como base de diseño se consideró la Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2013 y referente a su actualización se tomó la Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2018, para el entendimiento, diagnóstico y rediseño de las instalaciones eléctricas en bajo voltaje, esto con el fin obtener instalaciones más seguras. El estudio de estas normas profundiza conocimientos para el diseño de sistemas eléctricos con base en los requerimientos que son considerados como ventajas al momento de ser aplicados en todos los sistemas eléctricos ya sean comerciales, industriales o residenciales.
- El levantamiento de datos técnicos y la metodología aplicada son considerados como parte fundamental para proporcionar información con el objeto de detallar el diagnóstico del sistema eléctrico en el edificio partiendo desde la acometida, en función al diagnóstico, se pudo identificar modificaciones de circuitos sin estudios previos, cargas instaladas improvisadas, ubicación de los paneles eléctricos, el estado de los conductores y el estado de las luminarias, dando a concluir que la instalación eléctrica se encuentra en pésimas condiciones, sin mantenimientos periódicos y sin estudios de carga.
- El rediseño eléctrico se elaboró rigiéndose a las normativas estipuladas para prevenir riesgos eléctricos considerando alternativas de ahorro de energía como: la propuesta del cambio de luminarias fluorescentes a luminarias led, la correcta distribución de las cargas, un correcto diseño para la instalación de tomacorrientes, luminarias, interruptores y la correcta distribución de circuitos alojados en los paneles eléctricos para balancear las fases y por último la propuesta y cálculo de un sistema de puesta a tierra destinado al edificio para así mejorar la calidad del sistema eléctrico como exige la NEC.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda poner en marcha el estudio actual del sistema eléctrico que fue enfocado en el edificio de Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación, para reducir costos de energía, pagos menores en la planilla eléctrica y sobre todo una eficiencia energética.
- Se recomienda la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo enfocado a la instalación eléctrica del edificio, este plan de mantenimiento debe ser aplicado periódicamente y considerando las modificaciones que se realicen en el edificio tomando en cuenta la norma vigente NEC.
- Es recomendable la aplicación de señalética en los paneles eléctricos y en cada protección destinada a los circuitos de iluminación y fuerza de igual manera un estudio para la identificación y reubicación de la iluminación de emergencia acatando las disposiciones de la norma NEC.

Referencias

Alvarado, S. (noviembre de 2014). *Rediseño de los sistemas eléctricos de emergencia del hospital Dr. Carlos Luis Valverde Vega (HCLVV) acorde con el Código Eléctrico Nacional y la Norma NFPA*. Cartago: TEC. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/5822/redise%C3%B1o-sistemas-el%C3%A9ctricos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ARCONEL. (2018). *Regulacion 004/18; Distribucion y comercializacion de energia eléctrica, calidad de energía*. Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/11/ARCONEL-004-18DISTRIBUCION-Y-COMERCIALIZACION-DE-ENERGIA.pdf>

ARCONEL. (2018). *Regulación 005/18; Directorio de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad*. Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/074-17.doc.pdf>

ARCONEL. (2019). *Pliego tarifario para las empresas eléctricas de distribución - Tarifas de bajo voltaje*. Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/02/Pliego-Tarifario-SPEE-2019.pdf>

Cárdenas, J. D. (2011). *MANUAL PARA LA INTERPRETACIÓN DEL PERFIL DE RESISTIVIDAD OBTENIDO AL REALIZAR EL ESTUDIO DE LA RESISTIVIDAD DEL SUELO A PARTIR DE LAS CONFIGURACIONES DEL MÉTODO DE WENNER*. Pereira: UTP.

Carrasco, M. A. (2015). *Instalaciones eléctricas básicas*. Paraninfo.

Cloutier, M. (2017). *National Eléctrical Code HandBook*. NFPA.

E. E. Q. (2014). *Guía para diseño de la empresa eléctrica quito, normas para sistemas de distribución*. Empresa Eléctrica Quito, 48. Obtenido de <http://www.eeq.com.ec/upload/informacionPublica/2014/NormasparaSistemasdeDistribucionParteA.pdf>

Encinas, D. (2010). *Fundamentos teóricos del sistema eléctrico, estudio tecnico de instalaciones eléctricas en edificios*. Madrid: EPS. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/30043849.pdf>

García, J. A. (2015). Factor de potencia. *AF Electrotécnica*.

Gonzales, I. (mayo de 2006). Guatemala: USCG. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0592_EA.pdf

Heredia, S. (2009). Rediseño y ampliación del sistema eléctrico de la empresa Inplastic. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle>

Hidalgo, G. (2009). Reducción de pérdidas de energía eléctrica en los alimentadores mediante compensación reactiva considerando clientes finales industriales. *E.P.N.*

Horna, F. (2012). *Electricidad residencial: diseño, instalación y mantenimiento*. Guayaquil: ESPL. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21345/3/TESIS%20EN%20PDF.pdf>

Hoyos, M. (marzo de 2012). *Propuesta de mejoramiento de la red eléctrica y de telecomunicaciones de la Institución Educativa Boyacá de Pereira*. Pereira: UTP. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2665/6213821H868.pdf;jsessionid=4363DC9C58AC103AC5993E7680D32F1B?sequence=1>

IEEE. (2019). *El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica*. Obtenido de Puesta a tierra en industrias y sistemas eléctricos comerciales: <https://www.ieee.org/>

INEN. (2001). *Código Eléctrico Nacional - Ecuador*. Quito: Edict of Government.

ISO. (2018). *Norma ISO*. Obtenido de <https://www.isotools.org/normas/>

León, D. R. (2014). *Levantamiento y rediseño adecuado de las instalaciones eléctricas del monasterio de la inmaculada concepción del canton Otavalo provincia de Imbabura*. Quito: EFT.

Moreno, F. (2014). *Instalaciones eléctricas interiores*. Canopina.

NEC. (2013). *Instalaciones Electromecánicas*. Norma Ecuatoriana de la Construcción.

NEC. (2013). *Instalaciones electromecánicas*. Quito: MIDUVI.

NEC. (2018). *Instalaciones eléctricas. Norma Ecuatoriana de la Contrucción*.

Orrego, J. M. (2016). *Instalaciones eléctricas de interior*. Marcombo.

Palacios, V., & Tobar, D. (2017). *Manual de iluminación e instalaciones eléctricas en recintos religiosos*. CONACULTA - INAH.

Pérez, J. M. (2015). *Electricista de Mantenimiento*. Bogotá: Ediciones de la U.

PHILIPS. (2019). *Catálogo de distribución*. Obtenido de <http://www.ilumec.com/resources/42%20philips%20catalogo%20de%20luminarias.pdf>

Pillajo, F. (2017). *Rediseño de las instalaciones eléctricas en la escuela fiscal mixta "Juan Genaro Jaramillo"*. Quito: ESPE.

Rocha, C. R. (2015). *Instalaciones eléctricas, proyectos residenciales e industriales*. Trillas.

Román, L. (2016). *Proyecto y diseño de instalaciones en media y baja tensión para un edificio*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Romero, M. (2006). *Diseño de la instalaciones eléctricas del centro comercial METROPOLISBARQUISIMETO*. Obtenido de http://www.academia.edu/29654846/Tesis_instalaciones_electricas

Sandoval, V. (junio de 2008). *Estudio eléctrico de las instalaciones del edificio de recursos educativos del campus central, de la universidad San Carlos de Guatemala*. Guatemala: USCG. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0687_EA.pdf

Santos, A. C. (2014). *Intalaciones Eléctricas en baja tensión*. Ra - Ma.

Santos, A., & León, D. (2014). *Intalaciones Eléctricas en baja tensión*. Ra - Ma.

Tobar, D. (2013). *ESTUDIO DE LÁMPARAS LED PARA ALUMBRADO PÚBLICO Y DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA CON CONTROL AUTOMÁTICO ON/OFF*. ESPE.

Valencia, M. (2018). *Estudio de carga y diseño de instalaciones eléctricos para la escuela Alfredo Boada Espín del canton Pedro Moncayo*. Quito: ESPE.

ANEXOS

ANEXO A: MEMORIA TÉCNICA

1. Resumen

El presente proyecto del rediseño de las instalaciones eléctricas en bajo voltaje es elaborado por el estudiante encargado de la investigación acatando la normativa vigente, en este caso la Norma Ecuatoriana de la Construcción, con el objetivo de demostrar su capacidad intelectual.

Por ello la presente investigación se la realiza en el edificio de Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación la cual detalla condiciones generales, descripción del local, normativa vigente y presupuesto de materiales.

En resumen la memoria técnica describe los pasos y resultados finales a los que se desea llegar con el cumplimiento de los objetivos propuestos.

2. Objetivo

La descripción e información de la solución adoptada para mejorar el sistema eléctrico en el edificio de Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación frente al problema que se plantea en el proyecto, estudiando la Norma Eléctrica de la Construcción.

3. Antecedentes

Existe la necesidad de un ahorro energético, la modificación de los circuitos derivados y el estudio técnico del edificio, siguiendo las normas de seguridad y diseño, para mejorar la calidad del sistema eléctrico. Con esto, aumentar los beneficios de energía consumida y reducir los costos al momento de la facturación.

Se presenta la necesidad de realizar un rediseño del sistema eléctrico enfocado en el cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, año 2013, 2018.

4. Detalles de la memoria técnica

4.1 Reglamentación

El estudio del proyecto da cumplimiento a las siguientes normas vigentes:

- Norma Ecuatoriana de la Construcción año 2013 y en base a su actualización la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2018, aprobada por sus instrucciones técnicas y de diseño.
- Norma ISO 9001:2018, infraestructura.
- Norma IEEE, std.142-1991: parámetros para puesta a tierra.

4.2 Condiciones generales de la instalación

El proyecto deberá dar cumplimiento a los estándares técnicos del NEC – 18. Esta norma tiene como objeto garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento de las instalaciones eléctricas en bajo voltaje (NEC, 2018). Las instalaciones deberán cumplir con las condiciones que se describen en la norma.

4.3 Descripción del área

El edificio de Coordinación Zona 1 Ministerio de Educación, alberga entidades públicas que desarrollan actividades de carácter administrativo - comercial, este se divide en 5 pisos. El edificio cuenta con la capacidad actual de 18 oficinas y 2 bodegas para 97 servidores públicos y 50 beneficiados nombrados como visitantes, personas que no cumplen ninguna función pública en el edificio.

Se han realizado varias inspecciones visuales para determinar el estado de la instalación eléctrica del edificio. Dichas instalaciones tienen más de 15 años sin ningún tipo de mantenimiento las cuales presentan problemas de funcionamiento.

4.4 Descripción de las instalaciones

➤ Alumbrado

Se presenta el listado de luminarias que se desea implementar en el sistema de iluminación, estas son:

Luminarias LED de 36 W

Apliques LED de 20 W

Reflectores LED de 20 W

Luminarias de emergencia 20 W

La totalidad de las luminarias instaladas se evaluarán según el diagnóstico y los cálculos realizados y así poder modificar el rediseño presentado como la solución al problema del proyecto.

➤ Tomacorrientes

Se utilizarán tomacorrientes monofásicos con salida a tierra preparados para tensiones de servicio de 120 V con una potencia de 180 W como menciona la Norma Ecuatoriana de la Construcción - 2018.

➤ Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia está establecido para las áreas o rutas de evacuación en caso de fallos o cortes de energía enfocada en la iluminación. Este alumbrado de emergencia debe proporcionar niveles de iluminación con un nivel de luxes que abastezca dichas áreas a nivel del suelo, este nivel de luxes es de 5 lx (NEC, 2018).

Las características de estos equipos deben estar en rangos que cumplan con los requerimientos de la Norma Ecuatoriana de a Construcción.

➤ Relación de cargas

Existe una relación de cargas al momento de realizar el rediseño, en la siguiente tabla se tabulan los resultados:

Relación de cargas

CI (W)	DMU (kVA)	CI (W)	DMU (kVA)
45500	13,9627	40796	12,6548
Factor de potencia			0,93
TRANSFORMADOR			15 kVA

Fuente: Autor

➤ **Conjunto de medida**

La instalación eléctrica del edificio comprende el panel general eléctrico partiendo desde la acometida y los paneles de distribución, en dicha instalación no existe una proyección de un nuevo panel eléctrico, ya que en los actuales paneles se alojan circuitos que abastecen a la distribución de luminarias y tomacorrientes.

En base al rediseño se implementará la readecuación de circuitos y la correcta distribución de cargas con el mismo contador eléctrico.

➤ **Conductores**

Los conductores utilizados para instalaciones eléctricas de bajo voltaje deben estar sujetos a la norma NTE INEN 2345 en lo referente a su tipo de aislamiento.

En consideración todo conductor que va aislado en todo tipo de ducto que sea mayor a 10 AWG debe ser cableado.

➤ **Protecciones**

Los dispositivos de protección contra sobre corrientes (sobrecargas y cortocircuitos) deben ser interruptores termo magnéticos automáticos fabricados bajo la Norma IEC 60898-1, que cumplan con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091 (NEC, 2018).

➤ **Puesta a tierra**

El tablero de distribución principal de la vivienda debe conectarse a su propia varilla de puesta a tierra. Todos los circuitos de tomacorrientes y los circuitos de cargas especiales deben llevar un conductor de tierra independiente del conductor de neutro.

En los sub tableros las barras de neutro y tierra deben permanecer aisladas entre sí, puesto que su alimentación desde el tablero principal debe tener un conductor independiente del neutro, el conductor de tierra de los circuitos de tomacorrientes debe conectarse a la barra de tierra del tablero de distribución (NEC, 2018).

5. Presupuesto de la instalación

Presupuesto de la instalación eléctrica enfocado al rediseño

PROYECTO: REDISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL EDIFICIO DE COORDINACIÓN ZONA 1 MINISTERIO DE EDUCACIÓN.					
Presupuesto referencial					
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD	PRECIO C/U	Total
INTERRUPTORES Y TOMACORRIENTES					
1	Interruptor simple 120 V. 15 A	42	C/U	3.25	136.5
2	Interruptor doble 120 V. 15 A	8	C/U	4.10	32.8
3	Tomacorriente de uso general 120 V. 15 A	154	C/U	3.50	539
PANELES ELÉCTRICOS					
1	Panel monofásico, 2 espacios, 125 A montaje tipo superficie/empotrada.	1	U	15.35	15.35
2	Panel monofásico, 6 espacios, 125 A montaje tipo superficie/empotrada.	1	U	25	25
3	Panel monofásico, 8 espacios, 125 A montaje tipo superficie/empotrada.	4	U	32.60	130.4
CONDUCTORES ELÉCTRICOS					
1	Conductor tipo THHN # 14 AWG de cobre	1.654,0	m	0.44	727.76
2	Conductor tipo THHN # 12 AWG de cobre	1.293,9	m	0.53	685.76
3	Conductor tipo THHN # 10 AWG de cobre	759,23	m	0.86	652.93
4	Conductor tipo THHN # 6 AWG de cobre	88,00	m	1.90	167.2
INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS – DIFERENCIALES					
1	1P – 15 A TIPO GE THQE	12	c/u	5.35	64.2
2	1P – 20 A TIPO GE THQE	12	c/u	6.70	80.4
3	2P – 32 A TIPO GE THQE	2	c/u	9.54	19.08
4	2P – 63 A TIPO GE THQE	7	c/u	13.20	92.4
5	2P – 63 A SCHNEIDER	6	c/u	13.20	79.2
CAJA DE CONEXIÓN Y ACCESORIOS					
1	Caja metálica conduit octogonal	37	c/u	0.55	20.35
2	Caja metálica conduit rectangular	204	c/u	0.93	189.72
LUMINARIAS					
1	Luminaria led 36 w	136	c/u	25.90	3,496.5

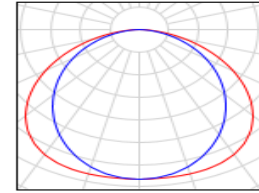
2	Luminaria led 20 w	12	c/u	15.60	187.2
3	Aplique led 20 w	8	c/u	9.90	79.2
4	Reflectores led 80 w	6	c/u	45.60	273.6
VARIOS					
	Ayudante de electricista	3	Hora	5,60	134.4
	Electricista	2	Hora	9	216
	Supervisor eléctrico	1	Hora	7	56
	Puntos de iluminación	162	u	7	1,134
	Puntos de fuerza	241	u	7	1,687
TOTAL				USD	15,838.04

Fuente: Autor

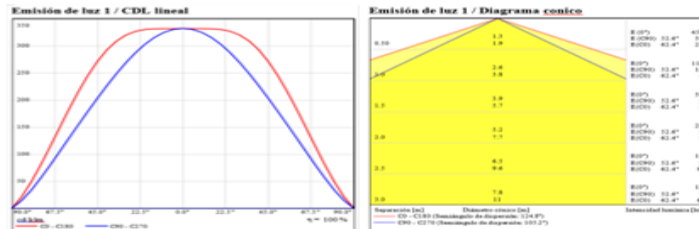
ANEXO B: DISEÑO DE ILUMINACION INTERIOR

Datos técnicos

Número de Unidades	Luminaria (Emisión de luz)
32	Philips - RC125B W60L60 1xLED34S/830 NOC Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED34S/830/ Grado de eficacia de funcionamiento: 99.89% Flujo luminoso de lámparas: 3400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3396 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 94.3 lm/W Indicaciones colorimétricas 1XLED34S/830/-: CCT 3000 K,100CRI



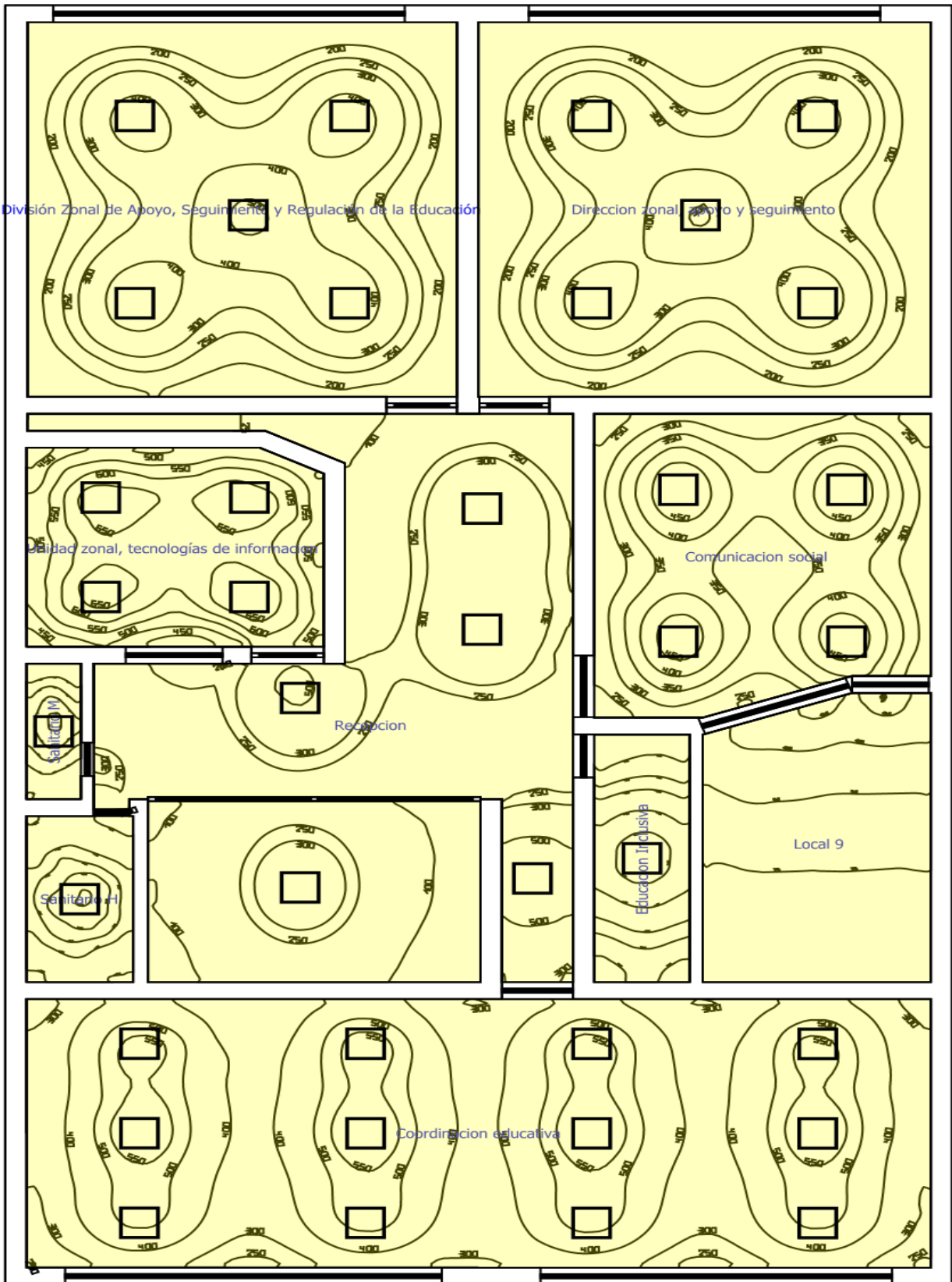
Flujo luminoso de lámparas: 108800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 108672 lm, Potencia total: 1152.0 W, Rendimiento lumínico: 94.3 lm/W



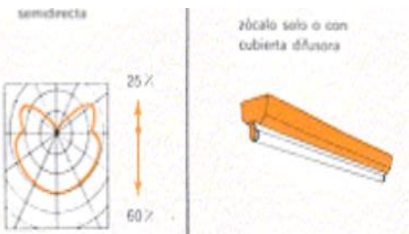
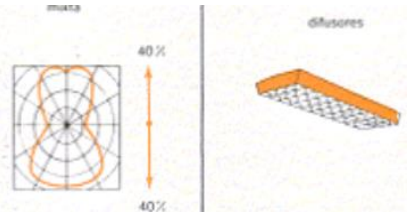
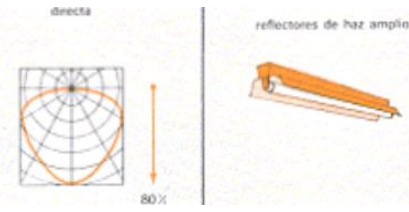
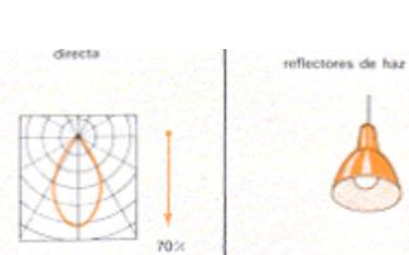
Emisión de luz 1 / Diagrama UGR



Valoración de deslumbramiento según UGR												
p Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
p Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
p Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
			2H	2H	17.9	19.2	18.2	19.5	19.7	16.3	17.6	16.6	17.9	18.1
	3H	19.5	20.8	19.9	21.0	21.3	17.7	18.9	18.0	19.2	19.5	
	4H	20.2	21.4	20.6	21.6	21.9	18.3	19.4	18.6	19.7	20.0	
	6H	20.7	21.8	21.1	22.1	22.4	18.7	19.8	19.1	20.1	20.4	
	8H	20.9	21.9	21.2	22.2	22.5	18.8	19.9	19.2	20.2	20.5	
	12H	21.0	22.0	21.4	22.3	22.6	18.9	19.9	19.3	20.2	20.6	
4H	2H	18.4	19.5	18.7	19.8	20.1	17.2	18.3	17.5	18.6	18.9	
	3H	20.3	21.2	20.6	21.6	21.9	18.8	19.7	19.1	20.1	20.4	
	4H	21.1	21.9	21.5	22.3	22.7	19.4	20.3	19.8	20.7	21.0	
	6H	21.7	22.5	22.1	22.8	23.2	20.0	20.7	20.4	21.1	21.5	
	8H	21.9	22.6	22.4	23.0	23.4	20.1	20.8	20.6	21.2	21.7	
	12H	22.1	22.7	22.5	23.1	23.6	20.3	20.9	20.7	21.3	21.7	
8H	4H	21.3	22.0	21.7	22.4	22.8	19.8	20.5	20.3	20.9	21.4	
	6H	22.1	22.6	22.5	23.1	23.5	20.5	21.1	21.0	21.5	22.0	
	8H	22.4	22.9	22.9	23.3	23.8	20.8	21.3	21.2	21.7	22.2	
	12H	22.6	23.0	23.1	23.5	24.0	21.0	21.4	21.4	21.9	22.4	
12H	4H	21.3	21.9	21.7	22.3	22.8	19.9	20.5	20.3	20.9	21.4	
	6H	22.1	22.6	22.6	23.1	23.5	20.6	21.1	21.1	21.6	22.0	
	8H	22.5	22.9	22.9	23.4	23.9	20.9	21.3	21.4	21.8	22.3	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1						
S = 1.5H	+0.2 / -0.3					+0.3 / -0.4						
S = 2.0H	+0.4 / -0.6					+0.4 / -0.8						
Tabla estándar	BK06					BK06						
Factor de corrección	5.2					3.6						



ANEXO C: FACTOR DE UTILIZACIÓN

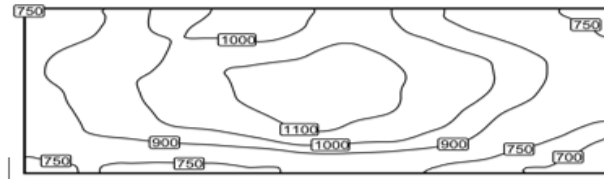
FACTOR DE UTILIZACIÓN DE ALGUNAS LUMINARIAS				
TIPO DE ILUMINACIÓN	ÍNDICE DEL LOCAL (K)	TECHO		
		50 %		
		PAREDES		
		50 %	30%	10%
<p style="text-align: center;">semirecta</p>  <p style="text-align: center;">zócalo solo o con cubierta difusora</p>	0,50 – 0,70	0,26	0,21	0,18
	0,70 – 0,90	0,33	0,27	0,24
	0,90 – 1,10	0,37	0,32	0,28
	1,10 – 1,40	0,40	0,36	0,32
	1,40 – 1,75	0,43	0,39	0,34
	1,75 – 2,25	0,49	0,44	0,40
	2,25 – 2,75	0,53	0,48	0,44
	2,75 – 3,50	0,56	0,51	0,47
	3,50 – 4,50	0,61	0,56	0,53
	4,50 – 6,50	0,65	0,62	0,60
<p style="text-align: center;">mixta</p>  <p style="text-align: center;">difusores</p>	0,50 – 0,70	0,23	0,21	0,19
	0,70 – 0,90	0,28	0,26	0,24
	0,90 – 1,10	0,31	0,29	0,27
	1,10 – 1,40	0,34	0,31	0,30
	1,40 – 1,75	0,36	0,33	0,32
	1,75 – 2,25	0,41	0,38	0,35
	2,25 – 2,75	0,44	0,40	0,39
	2,75 – 3,50	0,46	0,44	0,41
	3,50 – 4,50	0,48	0,46	0,45
	4,50 – 6,50	0,49	0,47	0,46
<p style="text-align: center;">directa</p>  <p style="text-align: center;">reflectores de haz amplio</p>	0,50 – 0,70	0,37	0,32	0,28
	0,70 – 0,90	0,46	0,41	0,38
	0,90 – 1,10	0,50	0,46	0,43
	1,10 – 1,40	0,53	0,50	0,47
	1,40 – 1,75	0,56	0,53	0,50
	1,75 – 2,25	0,60	0,58	0,56
	2,25 – 2,75	0,65	0,63	0,61
	2,75 – 3,50	0,67	0,65	0,63
	3,50 – 4,50	0,70	0,68	0,66
	4,50 – 6,50	0,72	0,70	0,68
<p style="text-align: center;">directa</p>  <p style="text-align: center;">reflectores de haz medio</p>	0,50 – 0,70	0,35	0,32	0,30
	0,70 – 0,90	0,42	0,39	0,37
	0,90 – 1,10	0,47	0,44	0,42
	1,10 – 1,40	0,52	0,49	0,47
	1,40 – 1,75	0,55	0,52	0,50
	1,75 – 2,25	0,59	0,57	0,54
	2,25 – 2,75	0,62	0,60	0,58
	2,75 – 3,50	0,63	0,61	0,60
3,50 – 4,50	0,66	0,64	0,63	
4,50 – 6,50	0,67	0,66	0,64	

ANEXO D: DISEÑO DE ILUMINACIÓN EXTERIOR

Datos

Número de Unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
6	Philips - BPP616 1xECO18/830 WRN Emisión de luz 1 Lámpara: 1xECO18/830/ Grado de eficacia de funcionamiento: 91.14% Flujo luminoso de lámparas: 1800 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1641 lm Potencia: 20.0 W Rendimiento lumínico: 82.0 lm/W Indicaciones colorimétricas 1xECO18/830/-: CCT 3000 K10RI		

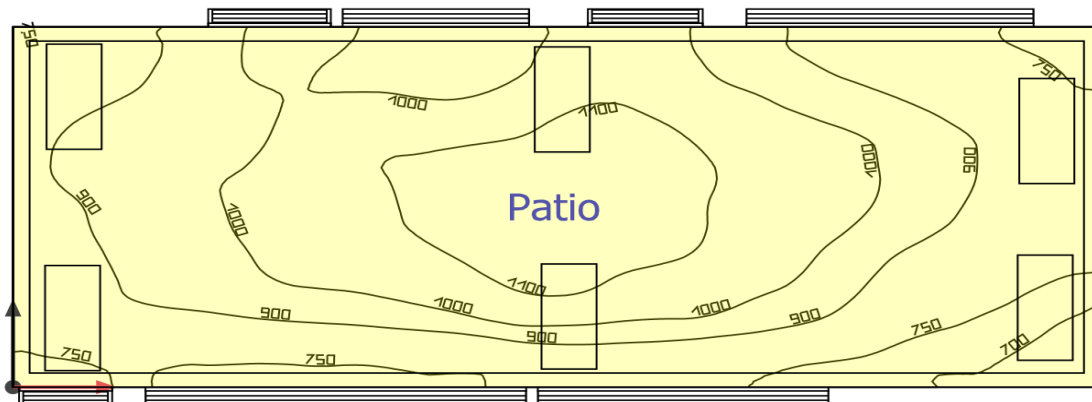
Flujo luminoso total de lámparas: 10800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 9846 lm, Potencia total: 120.0 W, Rendimiento lumínico: 82.1 lm/W



783	858	942	101	996	962	957	102	106	992	915	874	832	775	741
867	922	951	991	103	104	105	110	110	106	102	966	919	846	801
897	951	979	102	108	110	113	115	116	110	108	104	950	886	850
853	928	961	103	107	109	115	118	115	110	106	984	908	845	804
836	897	928	967	985	101	106	109	106	104	992	910	811	769	726
752	777	761	770	769	789	787	837	821	810	783	757	723	707	669

PLANO ÚTIL (INTENSIDAD LUMÍNICA)

N°	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	4.977	1.450	2.940
2	4.969	0.450	2.940
3	2.644	1.628	2.940
4	2.677	0.400	2.940
5	0.294	1.644	2.940
6	0.287	0.391	2.940



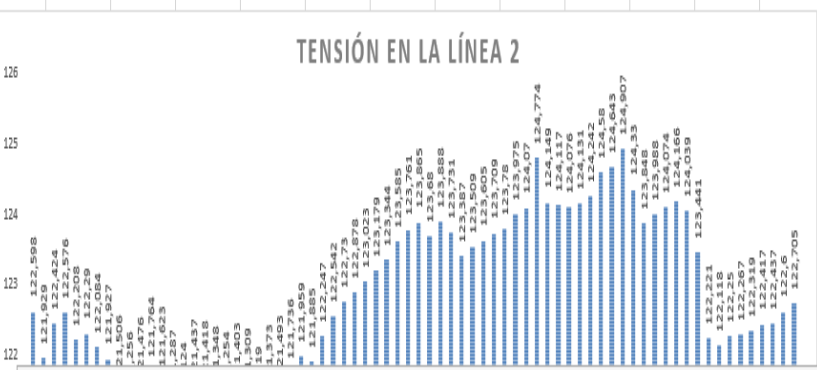
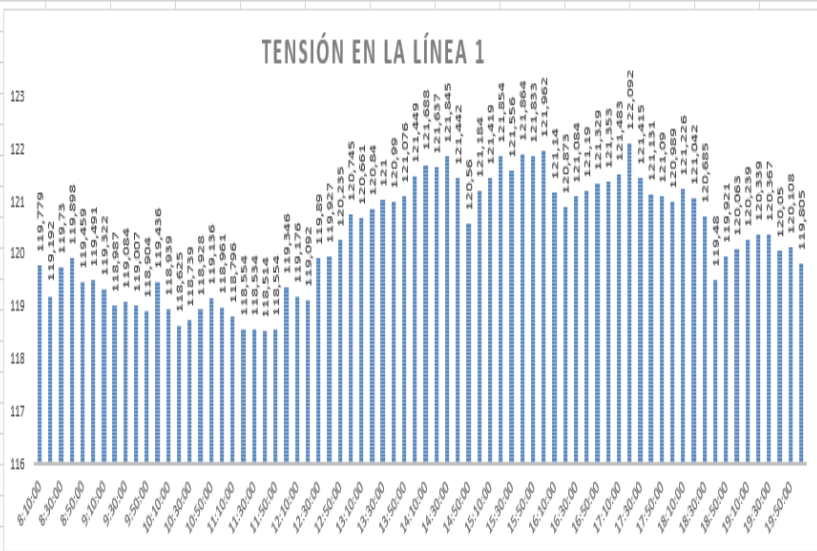
ANEXO E: ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS OTORGADOS POR EL ANALIZADOR DE REDES

VOLTAJE

DIRECCION PROVINCIAL EDU (SN 40664810)_200207_1000 - Excel (Error de activación de productos)

OSCAR FERNANDO ANRRANGO P

E75	X	✓	fx	Vrms_AB_avg (600s)														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Fecha	Hora	Vrms_AN_av	Vrms_BN_av	Vrms_AB_avg (600s)													
2			V	V	V													
3	08/02/2020	8:10:00 AM	119,779	122,598	242,346													
4	08/02/2020	8:20:00 AM	119,192	121,929	241,093													
5	08/02/2020	8:30:00 AM	119,73	122,424	242,123													
6	08/02/2020	8:40:00 AM	119,898	122,576	242,438													
7	08/02/2020	8:50:00 AM	119,459	122,208	241,634													
8	08/02/2020	9:00:00 AM	119,491	122,29	241,751													
9	08/02/2020	9:10:00 AM	119,322	122,084	241,377													
10	08/02/2020	9:20:00 AM	118,987	121,927	240,885													
11	08/02/2020	9:30:00 AM	119,084	121,506	240,56													
12	08/02/2020	9:40:00 AM	119,007	121,256	240,233													
13	08/02/2020	9:50:00 AM	118,904	121,476	240,348													
14	08/02/2020	10:00:00 AM	119,436	121,764	241,167													
15	08/02/2020	10:10:00 AM	118,939	121,623	240,532													
16	08/02/2020	10:20:00 AM	118,625	121,287	239,884													
17	08/02/2020	10:30:00 AM	118,739	121,124	239,834													
18	08/02/2020	10:40:00 AM	118,928	121,437	240,336													
19	08/02/2020	10:50:00 AM	119,136	121,418	240,523													
20	08/02/2020	11:00:00 AM	118,961	121,348	240,279													
21	08/02/2020	11:10:00 AM	118,796	121,254	240,022													
22	08/02/2020	11:20:00 AM	118,554	121,403	239,928													
23	08/02/2020	11:30:00 AM	118,534	121,309	239,814													
24	08/02/2020	11:40:00 AM	118,514	121,19	239,673													
25	08/02/2020	11:50:00 AM	118,554	121,373	239,896													
26	08/02/2020	12:00:00 PM	119,346	121,493	240,806													
27	08/02/2020	12:10:00 PM	119,176	121,736	240,88													
28	08/02/2020	12:20:00 PM	119,092	121,959	241,02													
29	08/02/2020	12:30:00 PM	119,89	121,885	241,74													
30	08/02/2020	12:40:00 PM	119,927	122,247	242,142													
31	08/02/2020	12:50:00 PM	120,235	122,542	242,742													
32	08/02/2020	1:00:00 PM	120,745	122,73	243,443													
33	08/02/2020	1:10:00 PM	120,661	122,878	243,508													

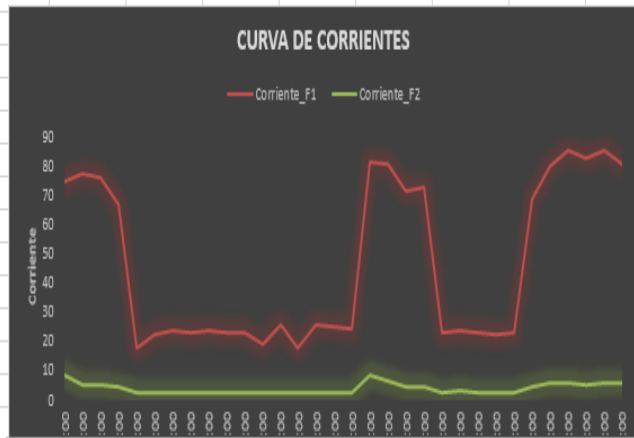
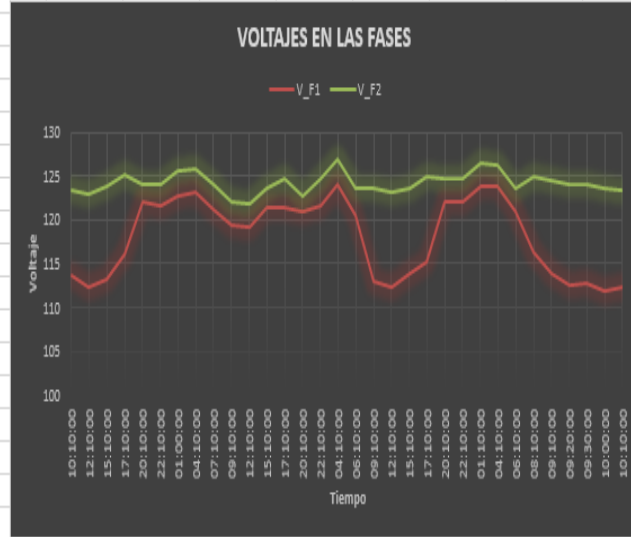


CORRIENTE

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA

A17 : X ✓ fx 08/02/2020

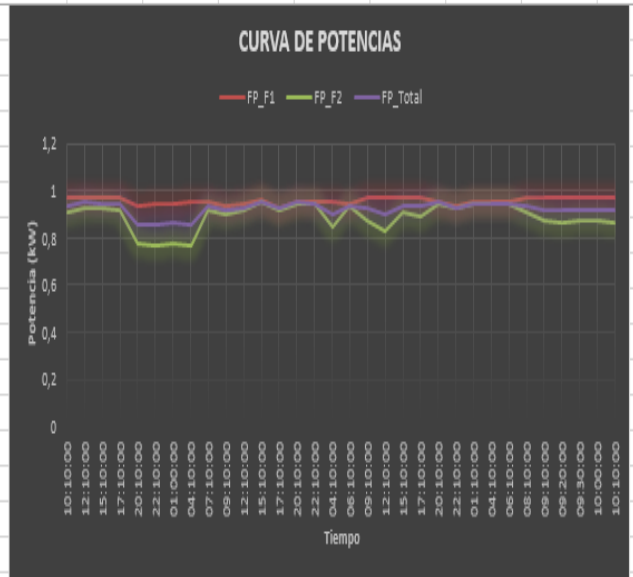
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Fecha	Hora	V_F1	V_F2	Vrms_AB_av	Corriente_F1	Corriente_F2									
2			V	V	V	A	A									
3	07/02/2020	10:10:00 AM	113,677	123,27	236,882	74,3503	8,11415									
4	07/02/2020	12:10:00 PM	112,338	123,017	235,272	77,0089	4,69156									
5	07/02/2020	3:10:00 PM	113,273	123,728	236,93	75,9595	5,05922									
6	07/02/2020	5:10:00 PM	116,114	125,104	241,157	66,7881	4,33576									
7	07/02/2020	8:10:00 PM	122,057	124,014	246,043	17,2509	2,29584									
8	07/02/2020	10:10:00 PM	121,582	124,111	245,665	22,1898	2,23422									
9	08/02/2020	1:00:00 AM	122,739	125,526	248,239	23,2847	2,26844									
10	08/02/2020	4:10:00 AM	123,103	125,781	248,852	22,7966	2,23098									
11	08/02/2020	7:10:00 AM	121,087	124,04	245,098	23,1239	2,13619									
12	08/02/2020	9:10:00 AM	119,322	122,084	241,377	22,5219	2,15136									
13	08/02/2020	12:10:00 PM	119,176	121,736	240,88	23,0651	2,15638									
14	08/02/2020	3:10:00 PM	121,419	123,605	244,993	18,8006	2,13555									
15	08/02/2020	5:10:00 PM	121,483	124,643	246,093	25,1824	2,12523									
16	08/02/2020	8:10:00 PM	120,877	122,813	243,657	17,1831	2,30935									
17	08/02/2020	10:10:00 PM	121,615	124,649	246,24	25,304	2,22435									
18	10/02/2020	4:10:00 AM	124,028	126,833	250,827	24,6625	2,36732									
19	10/02/2020	6:10:00 AM	120,601	123,501	244,068	24,2876	2,40989									
20	10/02/2020	9:10:00 AM	112,947	123,53	236,4	81,3754	8,07423									
21	10/02/2020	12:10:00 PM	112,307	123,184	235,412	80,5859	6,28385									
22	10/02/2020	3:10:00 PM	113,856	123,542	237,329	71,2088	4,02247									
23	10/02/2020	5:10:00 PM	115,15	124,936	240,025	72,3739	4,11022									
24	10/02/2020	8:10:00 PM	122,084	124,78	246,836	23,019	2,26593									
25	10/02/2020	10:10:00 PM	121,979	124,794	246,748	23,4997	2,58186									
26	11/02/2020	1:10:00 AM	123,769	126,434	250,176	22,7358	2,25395									
27	11/02/2020	4:10:00 AM	123,779	126,323	250,072	22,1809	2,21766									
28	11/02/2020	6:10:00 AM	120,963	123,694	244,628	23,0655	2,2323									
29	11/02/2020	8:10:00 AM	116,248	125,021	241,206	68,7954	4,42547									
30	11/02/2020	9:10:00 AM	113,904	124,55	238,379	79,8313	5,25424									
31	11/02/2020	9:20:00 AM	112,639	124,13	236,689	85,3381	5,23707									
32	11/02/2020	9:30:00 AM	112,787	124,106	236,815	82,5454	5,06872									
33	11/02/2020	10:00:00 AM	111,832	123,611	235,363	85,1661	5,32431									



POTENCIAS

E8 : X ✓ fx 2,78569

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
3	07/02/2020	10:10:00 AM	8,20589	0,907879	9,11376	0,970893	0,907665	0,939279									
4	07/02/2020	12:10:00 PM	8,37249	0,537043	8,90954	0,967803	0,930524	0,9491635									
5	07/02/2020	3:10:00 PM	8,36523	0,579275	8,94452	0,972234	0,925408	0,948821									
6	07/02/2020	5:10:00 PM	7,51851	0,49583	8,01433	0,969496	0,914105	0,9418005									
7	07/02/2020	8:10:00 PM	1,9668	0,243731	2,21053	0,93408	0,778171	0,8561255									
8	07/02/2020	10:10:00 PM	2,54801	0,237679	2,78569	0,944448	0,764334	0,854391									
9	08/02/2020	1:00:00 AM	2,5168	0,246768	2,76357	0,946673	0,778171	0,862422									
10	08/02/2020	4:10:00 AM	2,67928	0,232103	2,90323	0,956883	0,764334	0,8606085									
11	08/02/2020	7:10:00 AM	2,56432	0,224315	2,91139	0,954218	0,916968	0,935593									
12	08/02/2020	9:10:00 AM	2,60882	0,227419	2,78864	0,937918	0,901883	0,9199005									
13	08/02/2020	12:10:00 PM	2,15411	0,227769	2,83624	0,943648	0,916968	0,930308									
14	08/02/2020	3:10:00 PM	2,93853	0,23003	2,38188	0,960538	0,953194	0,956866									
15	08/02/2020	5:10:00 PM	1,92714	0,242638	3,16856	0,927829	0,919141	0,923485									
16	08/02/2020	8:10:00 PM	2,93541	0,236146	2,56535	0,953876	0,94543	0,949653									
17	08/02/2020	10:10:00 PM	3,01761	0,242428	3,17155	0,949299	0,941461	0,94538									
18	10/02/2020	4:10:00 AM	2,9981	0,254823	3,26003	0,95278	0,844121	0,8984505									
19	10/02/2020	6:10:00 AM	2,76263	0,255129	3,25292	0,943168	0,935239	0,9392035									
20	10/02/2020	9:10:00 AM	8,92968	0,873858	9,30778	0,971553	0,876126	0,9238395									
21	10/02/2020	12:10:00 PM	8,75293	0,63925	9,80354	0,967137	0,825828	0,8964825									
22	10/02/2020	3:10:00 PM	7,85494	0,45062	9,39218	0,968842	0,90678	0,937811									
23	10/02/2020	5:10:00 PM	8,10067	0,4591	8,30556	0,972019	0,894033	0,933026									
24	10/02/2020	8:10:00 PM	2,68176	0,242121	8,55978	0,954274	0,94532	0,949797									
25	10/02/2020	10:10:00 PM	2,04542	0,287673	2,92388	0,938058	0,923232	0,930645									
26	11/02/2020	1:10:00 AM	2,68196	0,244505	2,3331	0,953085	0,944339	0,948712									
27	11/02/2020	4:10:00 AM	2,60836	0,240082	2,92647	0,950042	0,941427	0,9457345									
28	11/02/2020	6:10:00 AM	2,65143	0,23735	2,84844	0,950309	0,94214	0,9462245									
29	11/02/2020	8:10:00 AM	8,56388	0,465455	9,83551	0,971367	0,908694	0,9400305									
30	11/02/2020	9:10:00 AM	9,33642	0,565371	8,24157	0,971285	0,869696	0,9204905									
31	11/02/2020	9:20:00 AM	9,04133	0,546822	9,38833	0,971135	0,869272	0,9202035									
32	11/02/2020	9:30:00 AM	8,56064	0,54373	9,9018	0,96797	0,870156	0,919063									
33	11/02/2020	10:00:00 AM	9,26117	0,57433	9,58815	0,972375	0,872655	0,922515									
34	11/02/2020	10:10:00 AM	8,7178	0,589991	9,10437	0,966927	0,868512	0,9177195									
35																	



ANEXO F: CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL NEC – 11

Calibre de conductores de puesta a tierra.

		Conductores				Resistencia de C. C. a 75° C (165 °F)		
Calibre AVG/ Kcmil	Área Circ. Mils	Cantidad	Diámetro pulgadas	Diámetro pulgadas	Área pulgadas cuadradas	Sin Recubrimiento Ohm/ft	Con recubrimiento	OHM/MIL Pies
18	1620	1	.....	0.040	0.001	7.77	8.08	12.8
18	1620	7	0.015	0.046	0.002	7.95	8.45	13.1
16	2580	1	.....	0.052	0.002	4.89	5.08	8.05
16	2580	7	0.019	0.058	0.003	4.89	5.29	8.21
14	4110	1	.....	0.064	0.003	3.07	3.19	5.08
14	4110	7	0.024	0.073	0.004	3.14	3.28	5.17
12	6350	1	.....	0.081	0.005	1.93	2.01	3.18
12	6350	7	0.030	0.092	0.008	1.98	2.05	3.25
10	10380	1	.....	0.102	0.08	1.21	1.26	2.00
10	10380	7	0.038	0.116	0.011	1.24	1.29	2.04
8	16510	1	.....	0.128	0.013	0.764	0.786	1.26
8	16510	7	0.049	0.146	0.017	0.778	0.809	1.28
6	26240	7	0.061	0.164	0.027	0.491	0.510	0.808
4	41740	7	0.077	0.232	0.042	0.308	0.321	0.508
3	52820	7	0.087	0.260	0.053	0.245	0.254	0.403
2	66380	7	0.097	0.292	0.067	0.194	0.201	0.319
1	83690	19	0.066	0.332	0.087	0.154	0.160	0.253
1/0	105600	19	0.074	0.373	0.109	0.122	0.127	0.201
2/0	133100	19	0.084	0.419	0.138	0.0967	0.101	0.159
3/0	167800	19	0.096	0.470	0.173	0.0766	0.0797	0.126
4/0	211600	19	0.106	0.528	0.219	0.0608	0.0626	0.100
250	.....	37	0.082	0.575	0.280	0.0515	0.0535	0.0847
300	.....	37	0.090	0.630	0.312	0.0429	0.0446	0.0707
350	.....	37	0.097	0.681	0.364	0.0367	0.0382	0.0605
400	.....	37	0.104	0.728	0.416	0.0321	0.0331	0.0529
500	.....	37	0.116	0.813	0.519	0.0258	0.0266	0.0424
600	.....	61	0.089	0.893	0.626	0.0214	0.0223	0.0353
700	.....	61	0.107	0.954	0.730	0.0184	0.0189	0.0303
750	.....	61	0.111	0.998	0.782	0.0171	0.0176	0.0282
800	.....	61	0.114	1.03	0.834	0.0161	0.0166	0.0265
900	.....	61	0.122	1.09	0.940	0.0143	0.0147	0.0235
1000	.....	61	0.128	1.15	1.04	0.0129	0.0132	0.0212
1250	.....	91	0.117	1.29	1.30	0.0103	0.0106	0.0169
1500	.....	91	0.128	1.41	1.57	0.00858	0.00883	0.0141
1750	.....	127	0.117	1.52	1.83	0.00736	0.00756	0.0121
2000	.....	127	0.126	1.63	2.09	0.00643	0.00662	0.0106

Fuente: (NEC, 2013)

ANEXO G: CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE PARA CABLES

Capacidad de conducción de corriente en cables.

Tabla 1. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30°C.

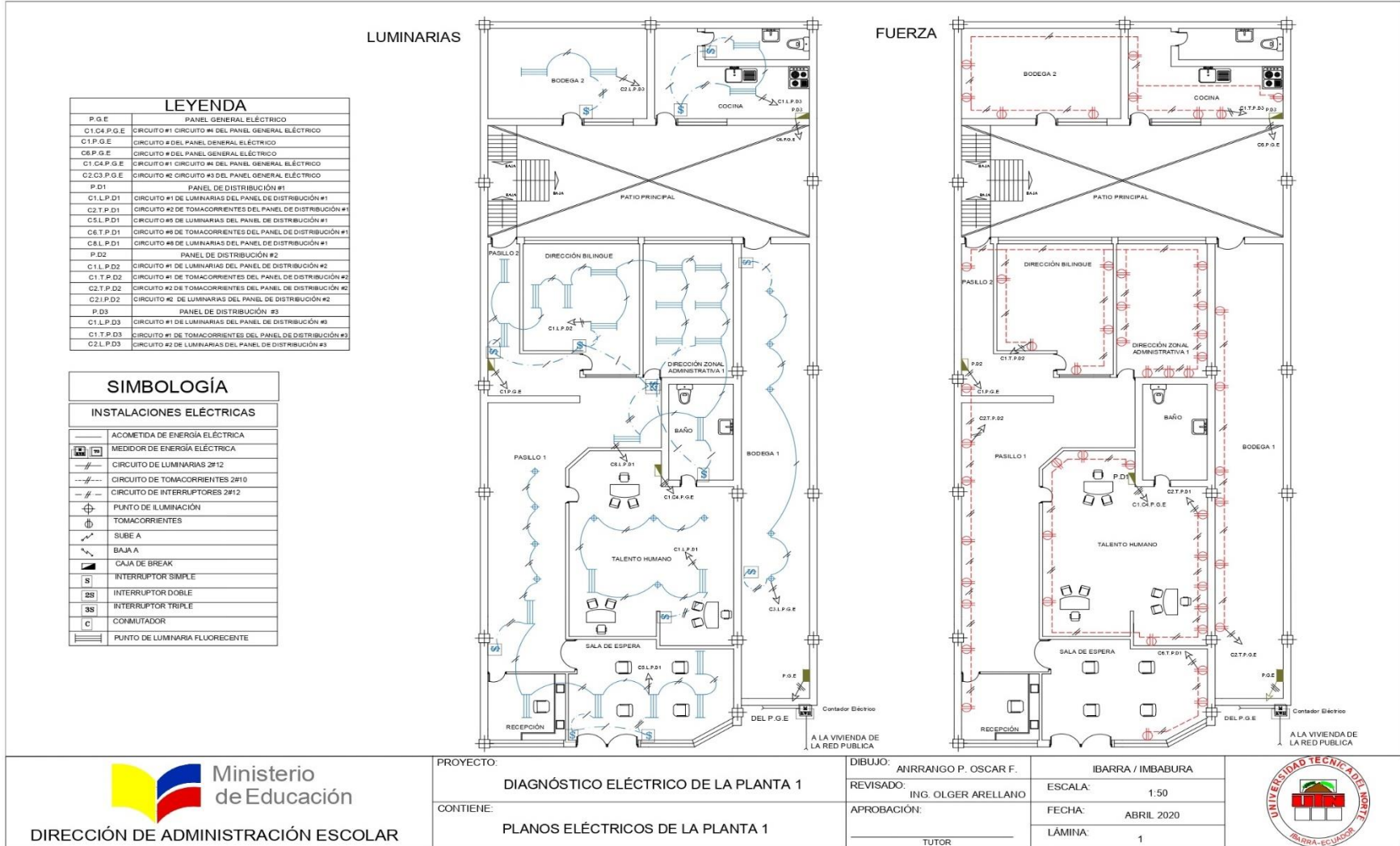
Calibre AWG o kcmil	Área de la sección transversal nominal mm ²	Temperatura nominal del conductor					
		60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
		TW TWD CCE	THW, RHW THW-LS THWN XHHW	RHH, RHW-2 THHN, THW-2 TTHW-LS, XHHW-2	UF	RHW XHHW	RHW-2 XHHW XHHW-2 DRS
Cobre			Aluminio				
14	2,08	20*	20*	25*	-	-	-
12	3,31	25*	25*	30*	-	-	-
10	5,26	30	35*	40*	-	-	-
8	8,37	40	50	55	-	-	-
6	13,3	55	65	75	40	50	60
4	21,2	70	85	95	55	65	75
2	33,6	95	115	130	75	90	100
1/0	53,5	125	150	170	100	120	135
2/0	67,4	145	175	195	115	135	150
3/0	85,0	165	200	225	130	155	175
4/0	107	195	230	260	150	180	205
250	127	215	255	290	170	205	230
300	152	240	285	320	190	230	255
350	177	260	310	350	210	250	280
400	203	280	335	380	225	270	305
500	253	320	380	430	260	310	350
600	304	355	420	475	285	340	385
750	380	400	475	535	320	385	435
1000	507	455	545	615	375	445	500

* A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta norma, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no se debe superar 15 A para 14 AWG, 20 A para 12 AWG y 30 A para 10 AWG, todos de cobre.

Fuente: (LatinCasa, 2018)

ANEXO H: DIAGNÓSTICO DE PLANOS ELÉCTRICOS

DIAGNÓSTICOS

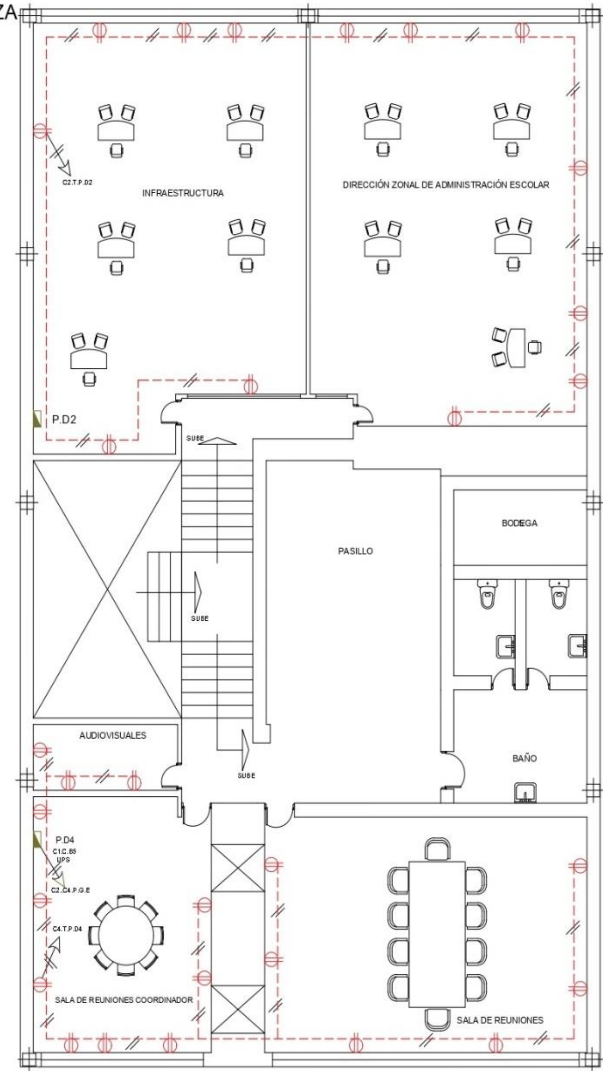
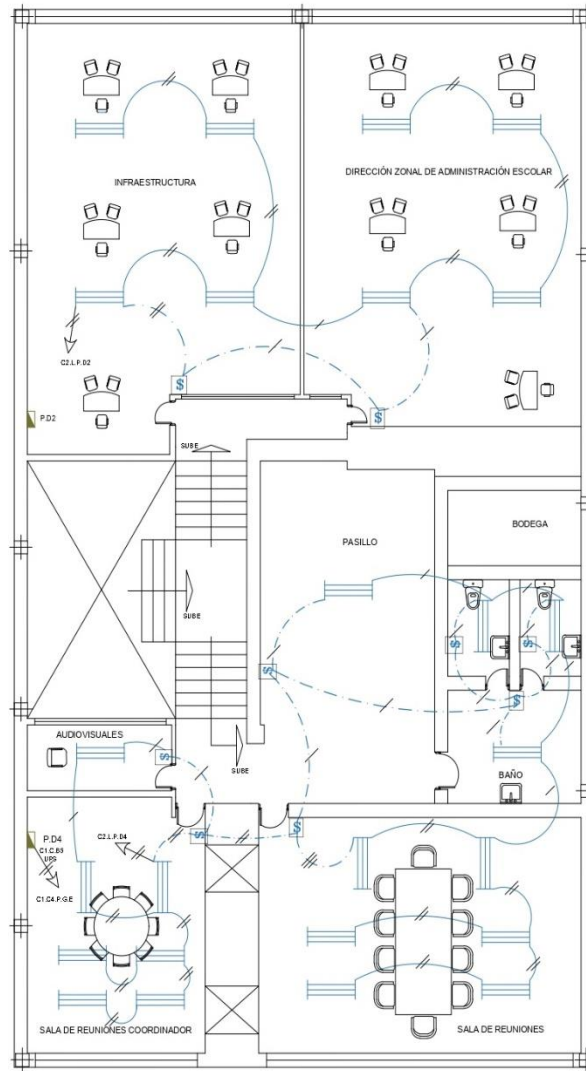


LUMINARIAS

FUERZA

LEYENDA	
P.D4	PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
C1.C4.P.G.E	CIRCUITO #1 CIRCUITO 4 DEL PANEL GENERAL ELÉCTRICO
C1.L.P.S	CIRCUITO #1 UPS
C2.L.P.D4	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
C4.T.P.D4	CIRCUITO #4 DE TOMACORRIENTES DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
P.D2	PANEL DE DISTRIBUCIÓN #2
C1.L.P.D2	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #2
C1.T.P.D2	CIRCUITO #1 DE TOMACORRIENTES DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #2

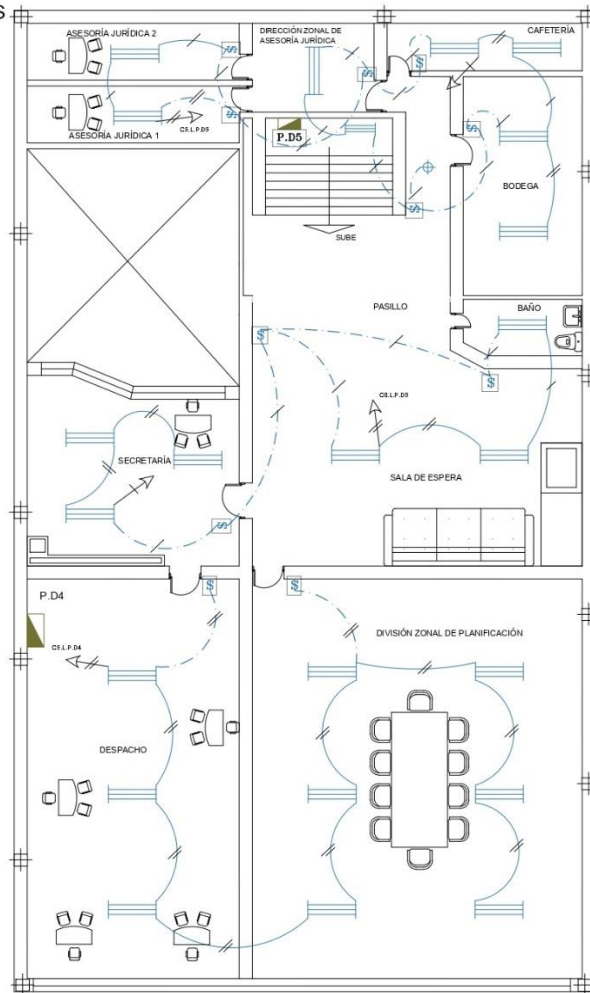
SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	ACOMETIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE LUMINARIAS 2#12
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES 2#10
	CIRCUITO DE INTERRUPTORES 2#12
	PUNTO DE ILUMINACIÓN
	TOMACORRIENTES
	SUBE A
	BAJA A
	CAJA DE BREAK
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	CONMUTADOR
	PUNTO DE LUMINARIA FLUORESCENTE



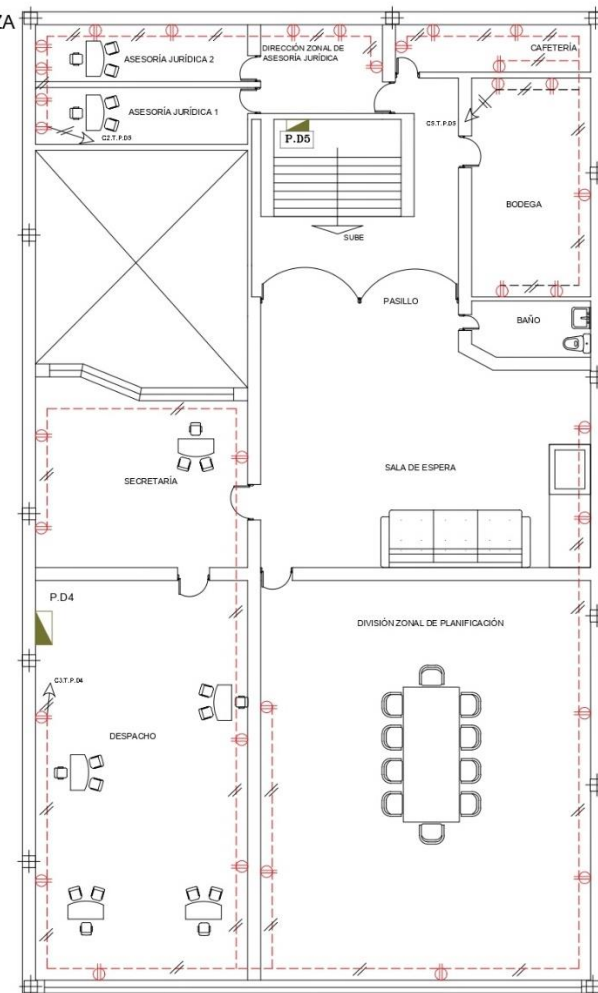
LUMINARIAS

LEYENDA	
P.D4	PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
C3.T.P.D4	CIRCUITO #3 DE TOMACORRIENTES DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
CS.L.P.D4	CIRCUITO #5 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
CS.P.D4	CIRCUITO #6 DE RESERVA DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
P.D5	PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
C2.T.P.D5	CIRCUITO #2 DE TOMACORRIENTES DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
CS.L.P.D5	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
CS.T.P.D5	CIRCUITO #4 DE TOMACORRIENTES DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
C8.L.P.D5	CIRCUITO #8 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	ACOMETIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE LUMINARIAS 2#12
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES 2#10
	CIRCUITO DE INTERRUPTORES 2#12
	PUNTO DE ILUMINACIÓN
	TOMACORRIENTES
	SUBE A
	BAJA A
	CAJA DE BREAK
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	COMUTADOR
	PUNTO DE LUMINARIA FLUORESCENTE



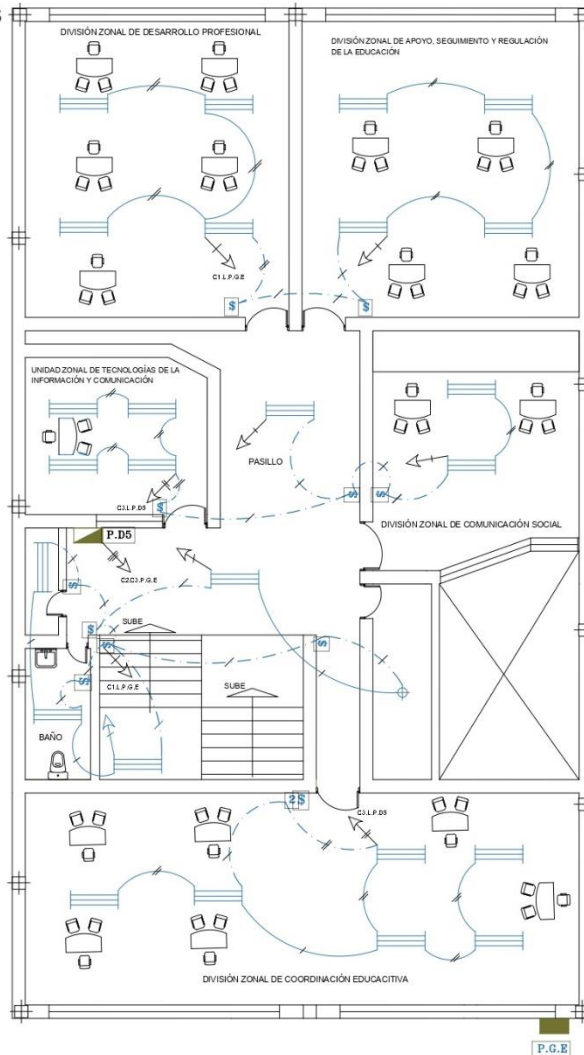
FUERZA



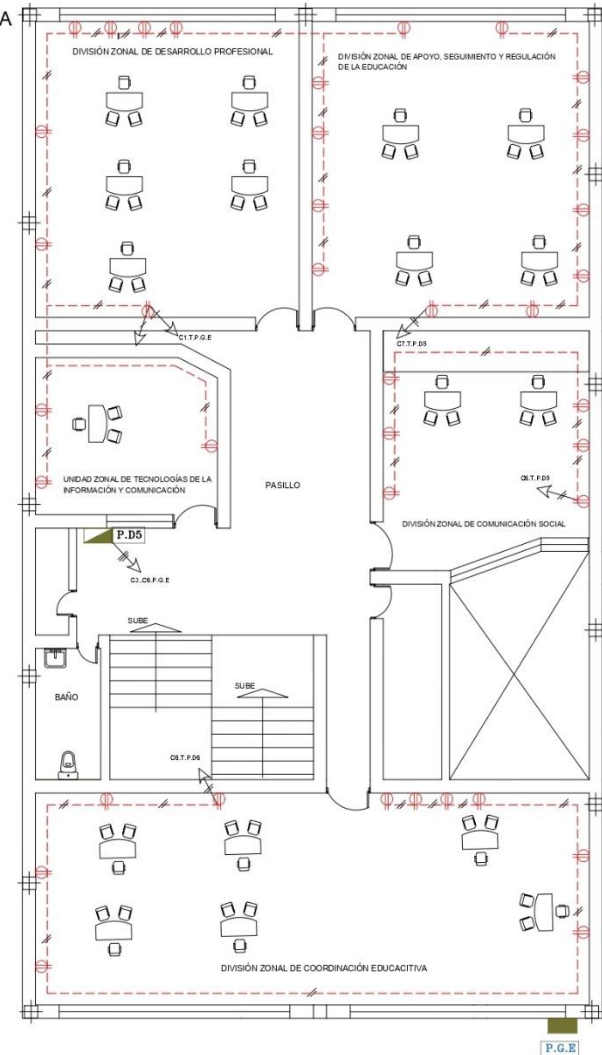
LUMINARIAS

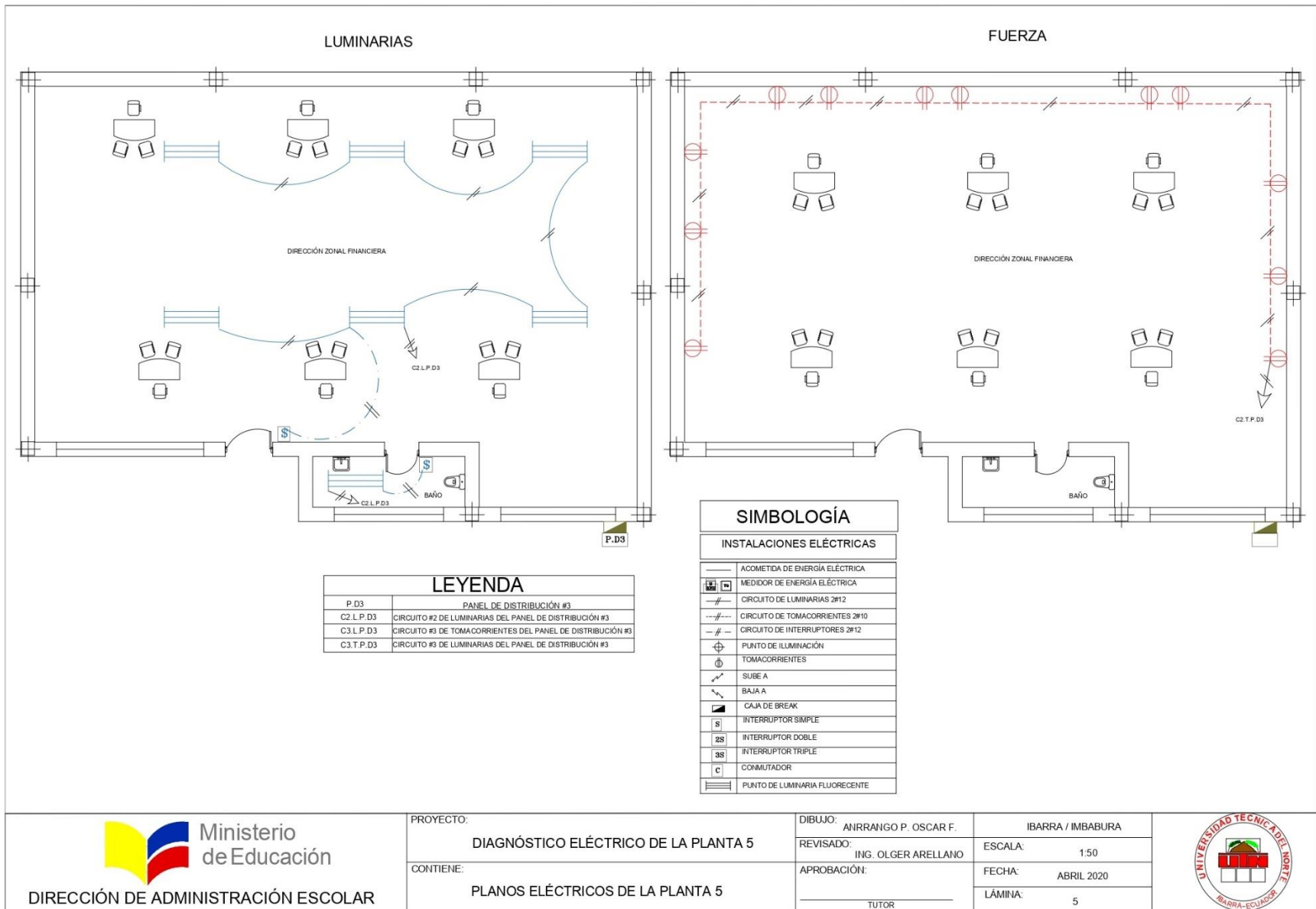
LEYENDA	
P.D5	PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
C4.P.G.E	CIRCUITO #4 DEL PANEL GENERAL ELÉCTRICO
C3.L.P.D5	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
C6.T.P.D5	CIRCUITO #6 DE TOMACORRIENTES DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
C7.T.P.D5	CIRCUITO #7 DE TOMACORRIENTES DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
P.G.E	PANEL GENERAL ELÉCTRICO
C1.L.P.G.E	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL PANEL GENERAL ELÉCTRICO
C1.T.P.G.E	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL PANEL GENERAL ELÉCTRICO

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	ACOMETIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE LUMINARIAS 2#12
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES 2#10
	CIRCUITO DE INTERRUPTORES 2#12
	PUNTO DE ILUMINACIÓN
	TOMACORRIENTES
	SUBE A
	BAJA A
	CAJA DE BREAK
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	CONMUTADOR
	PUNTO DE LUMINARIA FLUORESCENTE



FUERZA

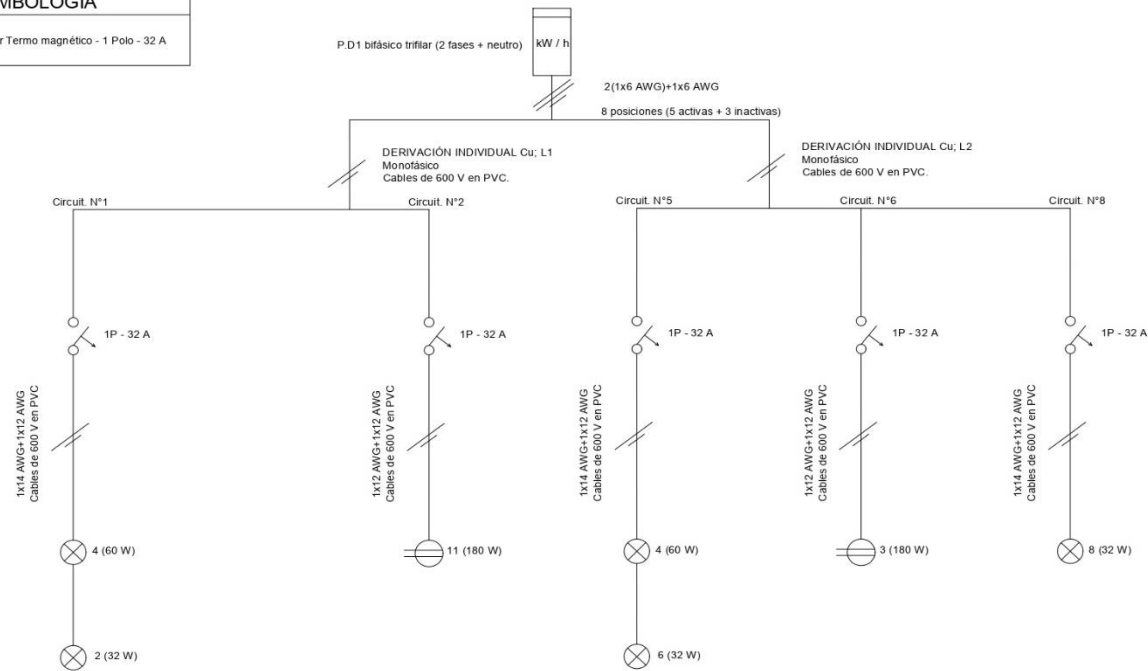




DIAGNÓSTICO UNIFILARES

CUANDRO DE MANDO Y PROTECCIÓN DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN N°1

LEYENDA Y SIMBOLOGÍA	
	I.G.A - 1P - 32A; Interruptor Termo magnético - 1 Polo - 32 A




Ministerio de Educación
DIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR

PROYECTO: DIAGNOSTICO UNIFILAR DEL P.D1
CONTIENE: PLANO UNIFILAR

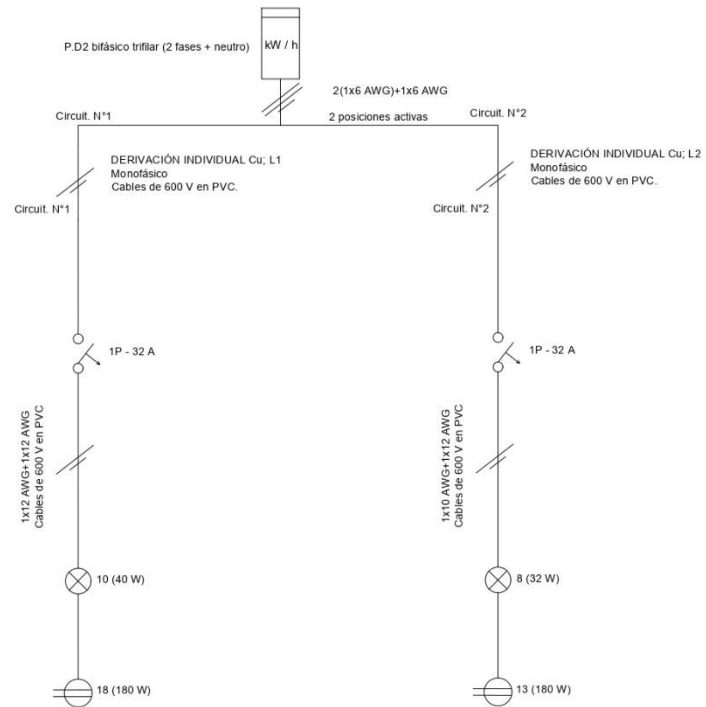
DIBUJO: ANRRANGO P. OSCAR F.
REVISADO: ING. OLGIER ARELLANO
APROBACIÓN: _____
TUTOR

IBARRA / IMBABURA
ESCALA: 1:50
FECHA: ABRIL 2020
LÁMINA: 1



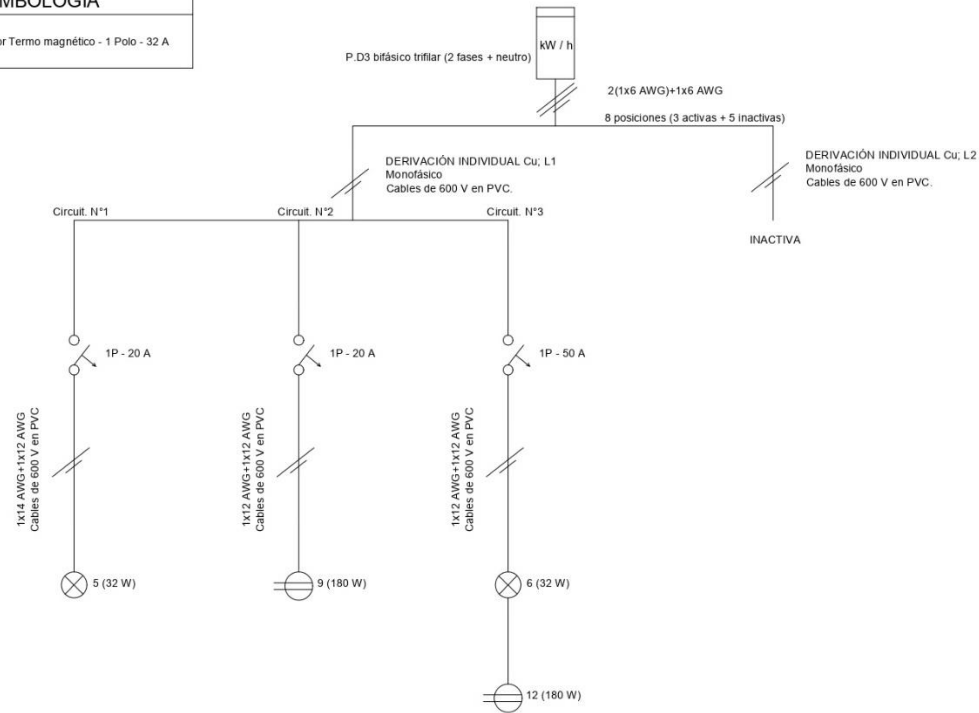
CUANDRO DE MANDO Y PROTECCIÓN DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN N°2

LEYENDA Y SIMBOLOGÍA	
	I.G.A - 1P - 32A; Interruptor Termo magnético - 1 Polo - 32 A



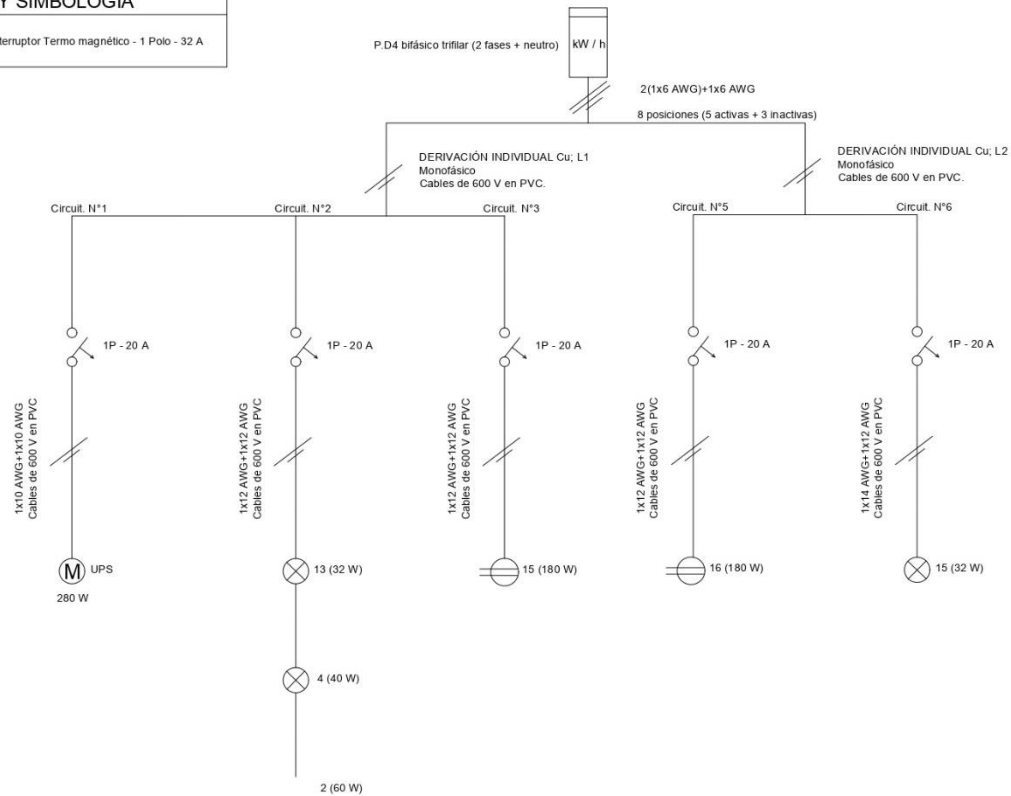
CUANDRO DE MANDO Y PROTECCIÓN DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN N°3

LEYENDA Y SIMBOLOGÍA	
	I.G.A - 1P - 32A; Interruptor Termo magnético - 1 Polo - 32 A



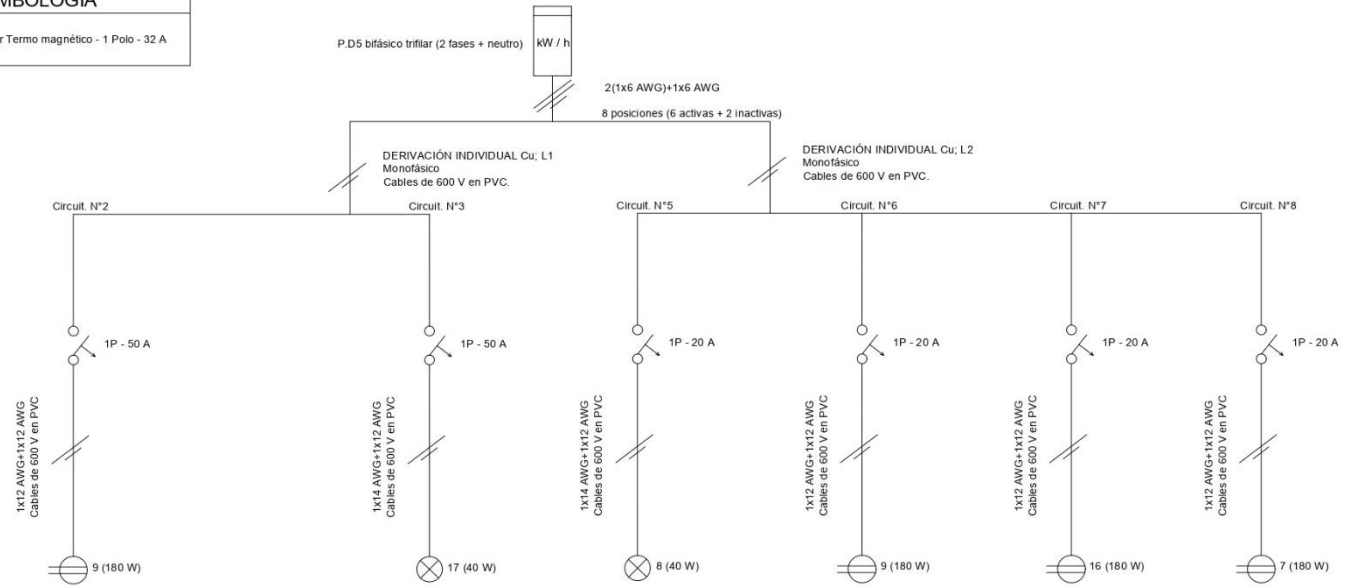
CUANDRO DE MANDO Y PROTECCIÓN DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN N°4

LEYENDA Y SIMBOLOGÍA	
	I.G.A - 1P - 32A; Interruptor Termo magnético - 1 Polo - 32 A




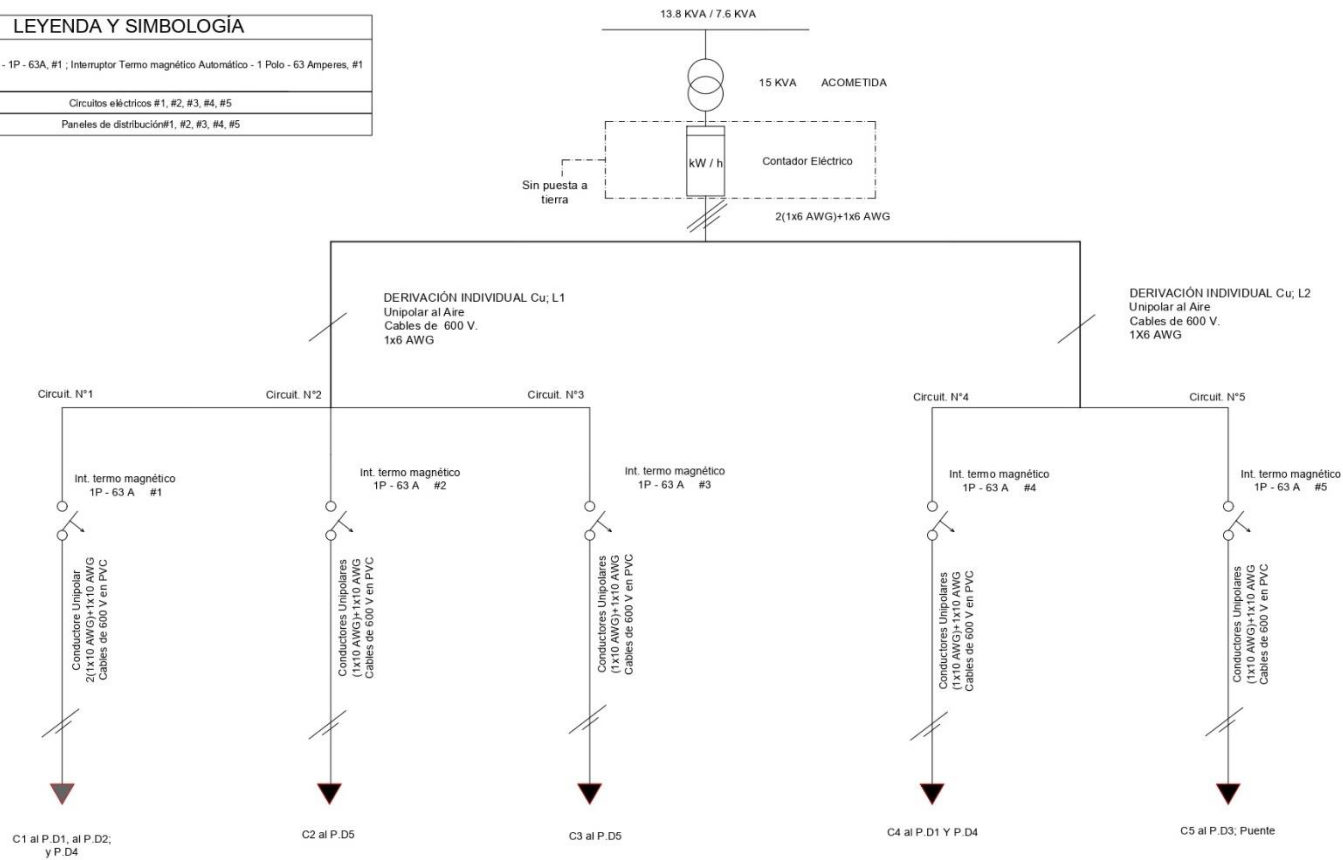
CUANDRO DE MANDO Y PROTECCIÓN DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN N°5

LEYENDA Y SIMBOLOGÍA	
	I.G. A - 1P - 32A; Interruptor Termo magnético - 1 Polo - 32 A



CUANDRO DE MANDO Y PROTECCIÓN DEL PANEL GENERAL ELÉCTRICO

LEYENDA Y SIMBOLOGÍA	
	I.T.A - 1P - 63A, #1 ; Interruptor Termo magnético Automático - 1 Polo - 63 Amperes, #1
C1; C2; C3; C4; C5	Circuitos eléctricos #1, #2, #3, #4, #5
P.D1; P.D2; P.D3; P.D4; P.D5	Paneles de distribución #1, #2, #3, #4, #5



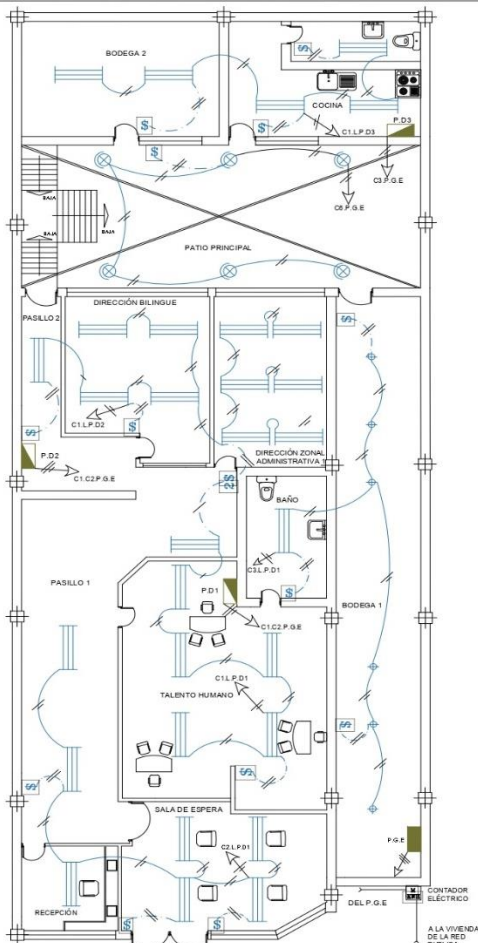
ANEXO I: REDISEÑO DE PLANOS ELETRICOS

REDISEÑOS

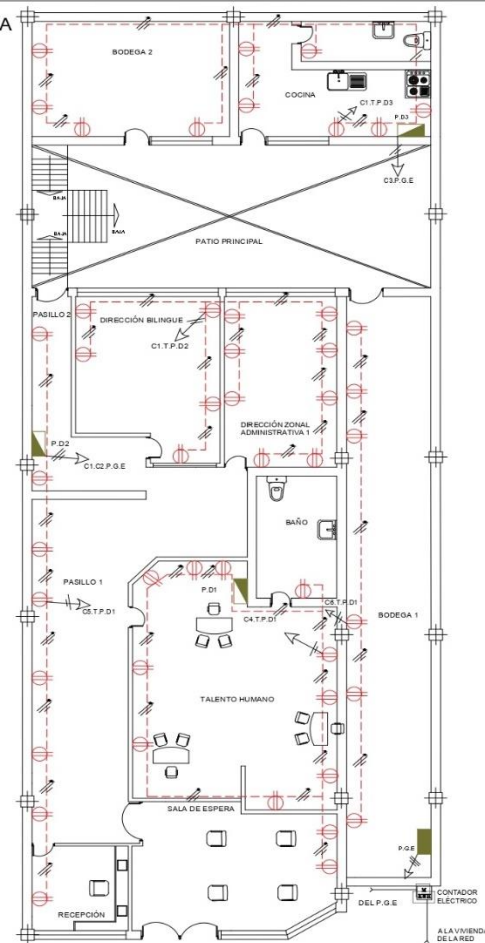
LUMINARIAS

LEYENDA	
P.D.1	PANEL DE DISTRIBUCIÓN #1
C1.L.P.D.1	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #1
C2.L.P.D.1	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #1
C3.L.P.D.1	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #1
C4.T.P.D.1	CIRCUITO #4 TOMACORRIENTE DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #1
C5.T.P.D.1	CIRCUITO #5 TOMACORRIENTE DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #1
C6.T.P.D.1	CIRCUITO #6 TOMACORRIENTE DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #1
C7.P.D.1	CIRCUITO #7 RESERVA DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #1
C8.P.D.1	CIRCUITO #8 RESERVA DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #1
P.D.2	PANEL DE DISTRIBUCIÓN #2
C1.L.P.D.2	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #2
C1.T.P.D.2	CIRCUITO #1 TOMACORRIENTE DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #2
C2.L.P.D.2	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #2
C2.T.P.D.2	CIRCUITO #2 TOMACORRIENTE DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #2
P.D.3	PANEL DE DISTRIBUCIÓN #3
C1.L.P.D.3	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #3
C1.T.P.D.3	CIRCUITO #1 TOMACORRIENTE DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #3

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	ACOMETIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE LUMINARIAS 2#12
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES 2#10
	CIRCUITO DE INTERRUPTORES 2#12
	PUNTO DE ILUMINACIÓN
	TOMACORRIENTES
	SUBE A
	BAJA A
	CAJA DE BREAK
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	COMUTADOR
	PUNTO DE LUMINARIA FLUORESCENTE



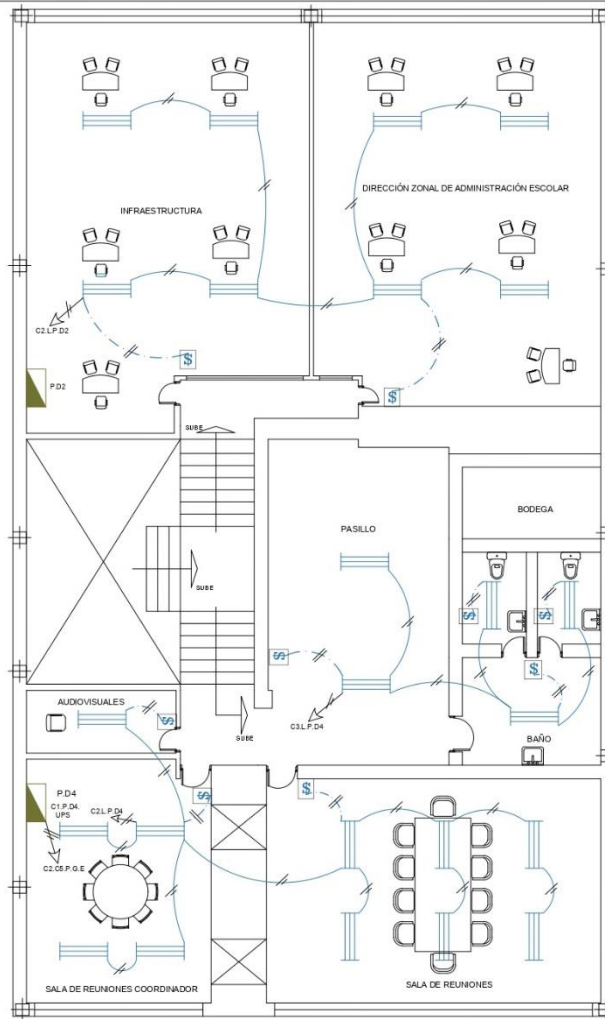
FUERZA



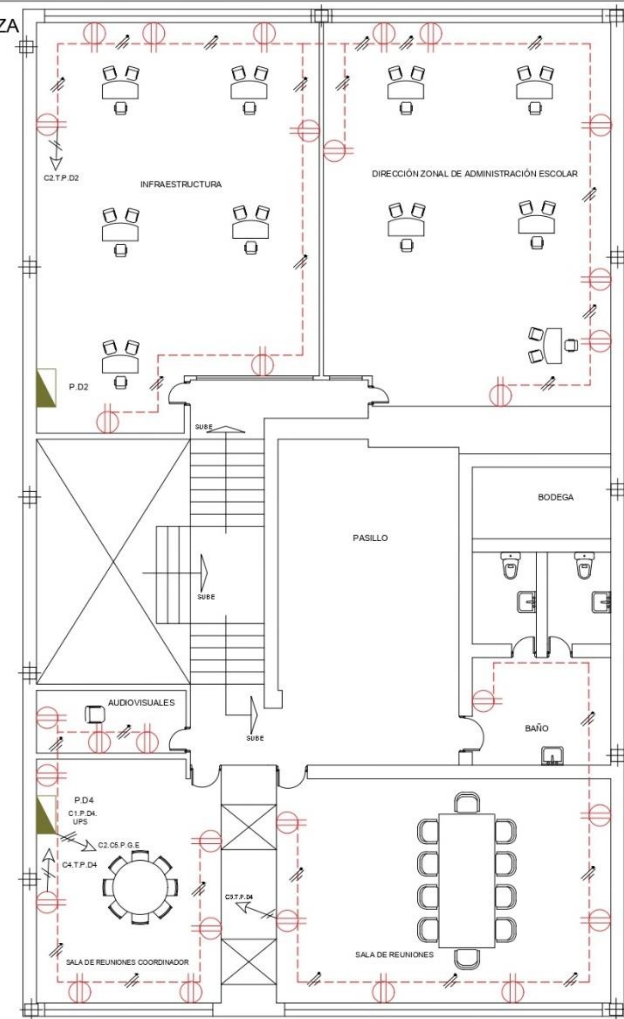
LUMINARIAS

LEYENDA	
P.D2	PANEL DE DISTRIBUCIÓN #2
C2.L.P.D2	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #2
C2.T.P.D2	CIRCUITO #2 TOMACORRIENTE DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #2
P.D4	PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
C1.U.P.S.D4	CIRCUITO #1 UPS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
C2.L.P.D4	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
C3.L.P.D4	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
C4.T.P.D4	CIRCUITO #4 TOMACORRIENTE DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
C5.T.P.D4	CIRCUITO #5 TOMACORRIENTE DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
C6.T.P.D4	CIRCUITO #6 LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
C7.T.P.D4	CIRCUITO #7 TOMACORRIENTE DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
C8.T.P.D4	CIRCUITO #8 RESERVA DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	ACOMETIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE LUMINARIAS 2#12
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES 2#10
	CIRCUITO DE INTERRUPTORES 2#12
	PUNTO DE ILUMINACIÓN
	TOMACORRIENTES
	SUBE A
	BAJA A
	CAJA DE BREAK
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	COMUTADOR
	PUNTO DE LUMINARIA FLUORESCENTE



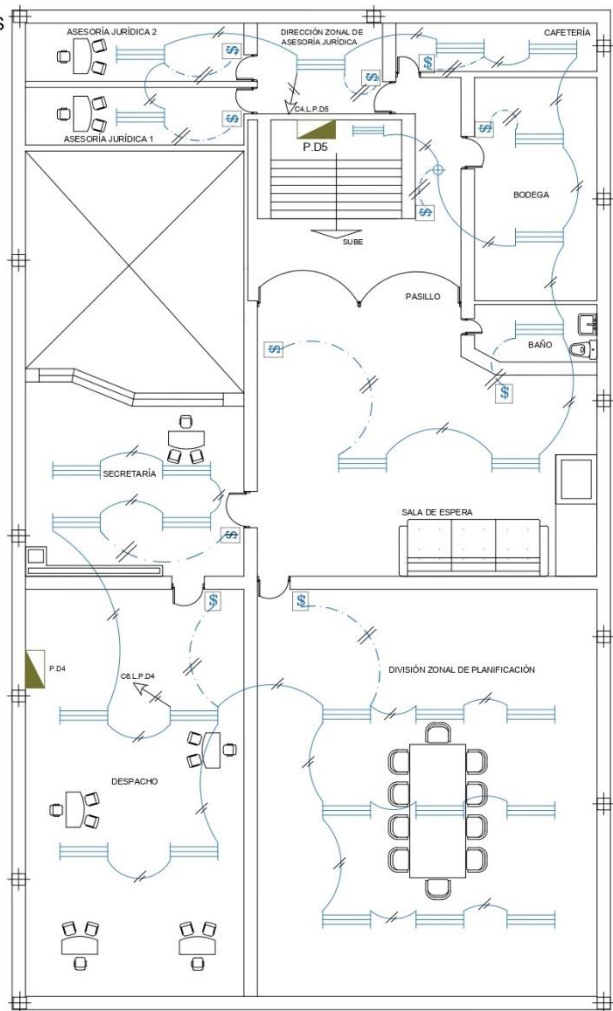
FUERZA



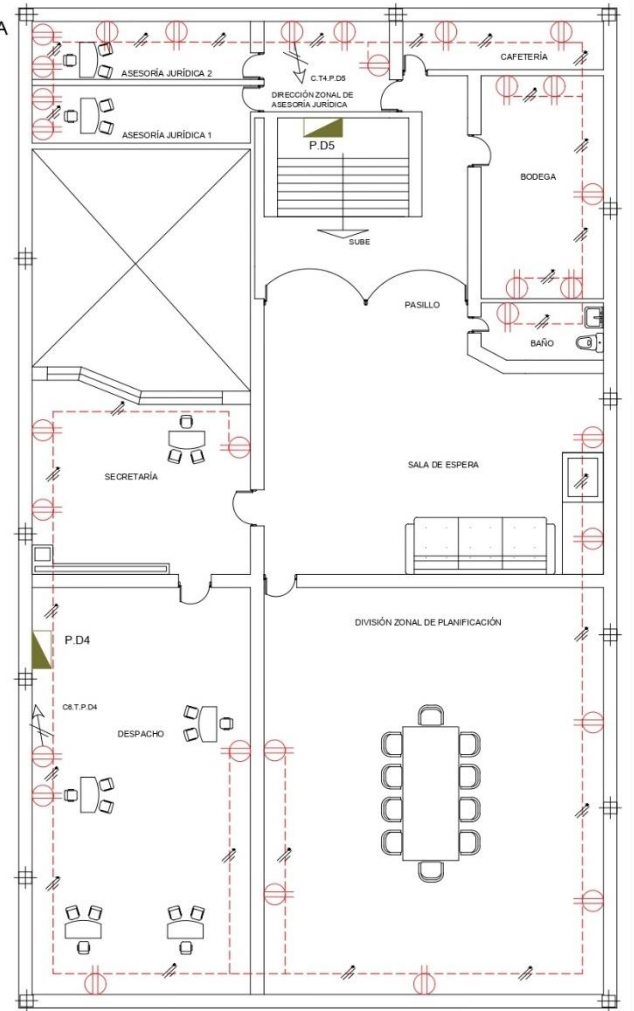
LUMINARIAS

LEYENDA	
P.D4	PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
C6.L.P.D4	CIRCUITO #6 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
C7.T.P.D4	CIRCUITO #7 TOMACORRIENTE DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #4
P.D5	PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
C7.L.P.D5	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
C8.T.P.D5	CIRCUITO #4 TOMACORRIENTE DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	ACOMETIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE LUMINARIAS 2#12
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES 2#10
	CIRCUITO DE INTERRUPTORES 2#12
	PUNTO DE ILUMINACIÓN
	TOMACORRIENTES
	SUBE A
	BAJA A
	CAJA DE BREAK
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	COMUTADOR
	PUNTO DE LUMINARIA FLUORESCENTE



FUERZA



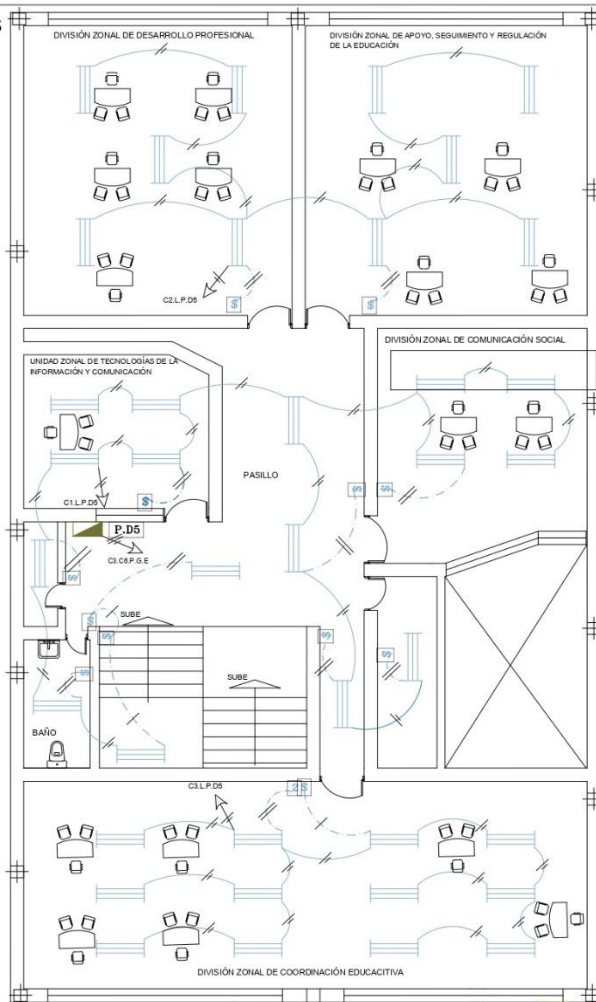
LUMINARIAS

LEYENDA	
P.D5	PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
C1.L.P.D5	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
C2.L.P.D5	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
C3.L.P.D5	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
C4.T.P.D5	CIRCUITO #4 TOMACORRIENTE DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
C5.T.P.D5	CIRCUITO #5 TOMACORRIENTE DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
C6.T.P.D5	CIRCUITO #6 TOMACORRIENTE DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
C7.T.P.D5	CIRCUITO #7 LUMINARIAS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5
C8.T.P.D5	CIRCUITO #8 TOMACORRIENTE DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN #5

SIMBOLOGÍA

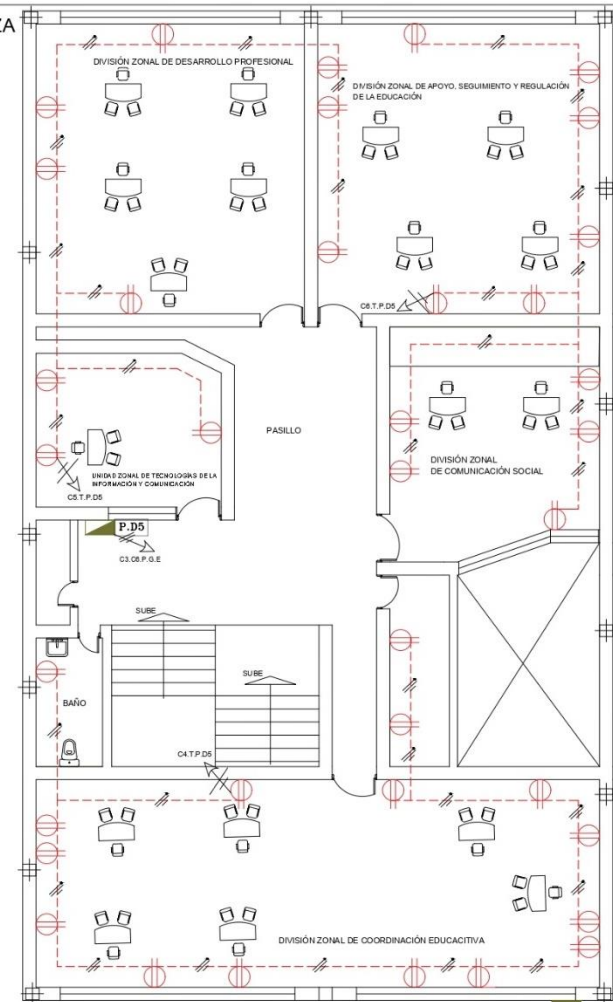
INSTALACIONES ELÉCTRICAS

	ACOMETIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE LUMINARIAS 2#12
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES 2#10
	CIRCUITO DE INTERRUPTORES 2#12
	PUNTO DE ILUMINACIÓN
	TOMACORRIENTES
	SUBE A
	BAJA A
	CAJA DE BREAK
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	CONMUTADOR
	PUNTO DE LUMINARIA FLUORESCENTE

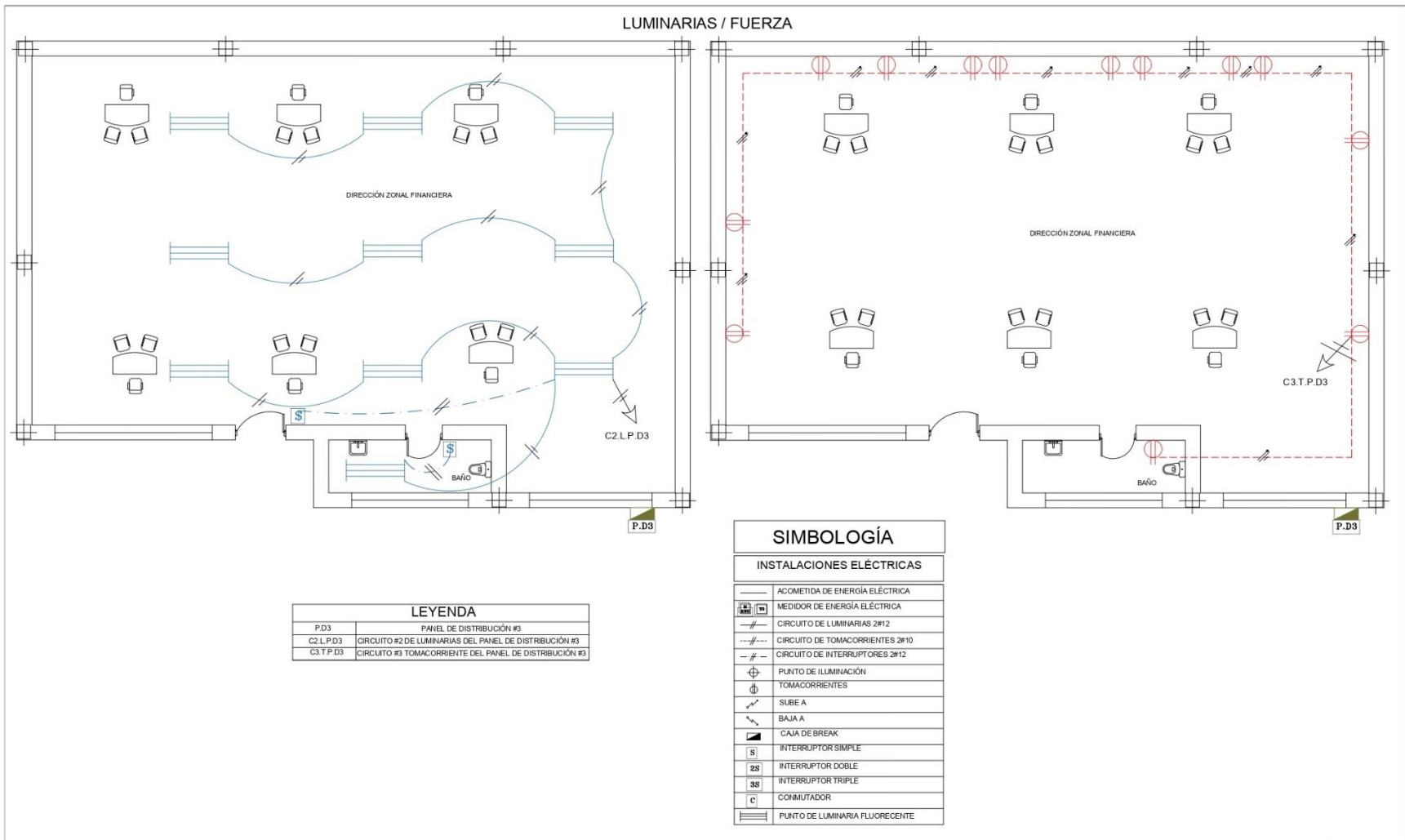


P.G.E

FUERZA

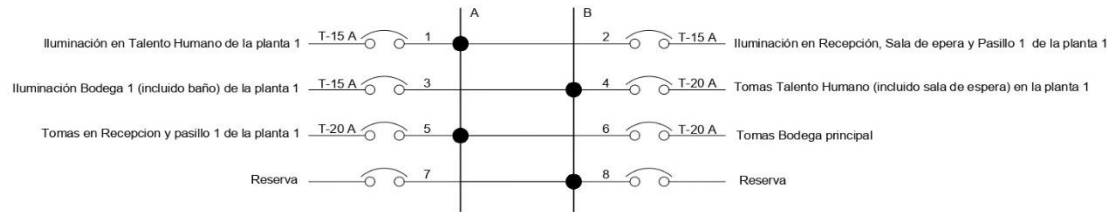


P.G.E

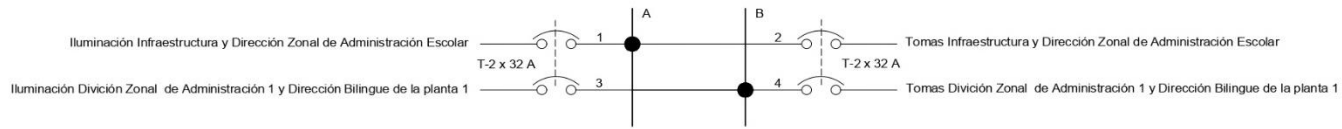


REDISEÑO UNIFILAR

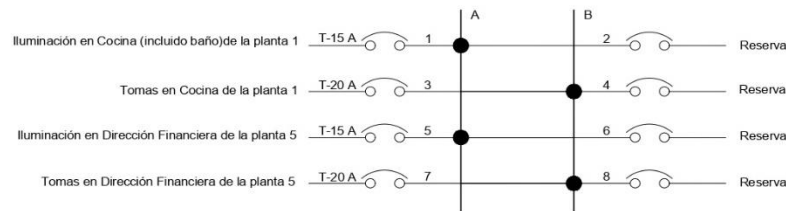
REDISEÑO DE CIRCUITOS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN N°1 (TALENTO HUMANO)



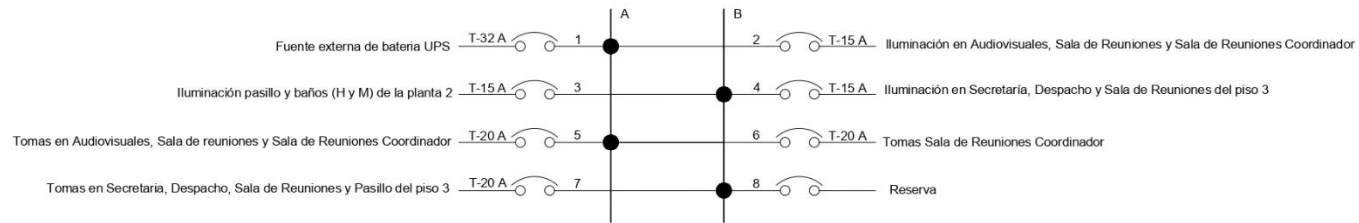
REDISEÑO DE CIRCUITOS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN N°2 (PASILLO DE LA PLANTA 1)



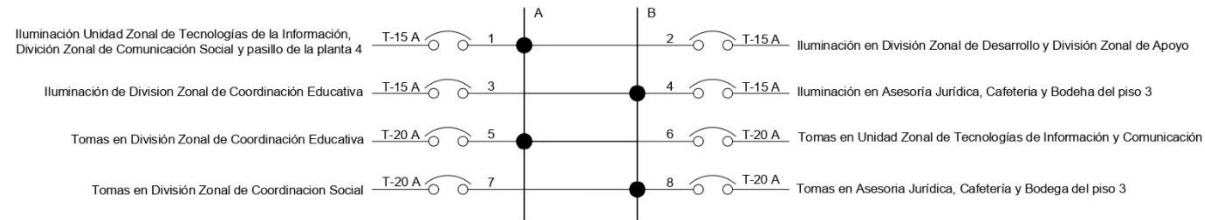
REDISEÑO DE CIRCUITOS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN N°3 (COCINA DE LA PLANTA 1)



REDISEÑO DE CIRCUITOS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN N°4 (SALA DE REUNIONES)



REDISEÑO DE CIRCUITOS DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN N°5 (PASILLO DE LA PLANTA 4)



DIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR

PROYECTO: DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS UNIFILARES DE LOS PANELES DE DISTRIBUCIÓN DEL EDIFICIO

CONTIENE: PLANO UNIFILAR

DIBUJO: ANIRRANGO P. OSCAR F.

REVISADO: ING. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

IBARRA / IMBABURA



ESCALA: 1:50

FECHA: ABRIL 2020

LÁMINA: 2



REDISEÑO DEL CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN DEL PANEL GENERAL ELÉCTRICO

LEYENDA Y SIMBOLOGÍA	
	I.G.A - 1P - 63A, Interruptor Termo magnético - 1 Polo - 63 A
	Interruptor Diferencial - 2Polos - 63 Amperes

