

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico

REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA UNIDAD EDUCATIVA

ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

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

Autor:

Juan Diego Malitaxi Urresta

Director:

Ing. Olger Gilberto Arellano Bastidas MSc.

Ibarra – Ecuador

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100296479-7		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Malitaxi Urresta Juan Diego		
DIRECCIÓN:	Andrade Marín – calle Junín y Ayacucho		
EMAIL:	jdmalitaxiu@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0993311974

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL
AUTOR (ES):	Juan Diego Malitaxi Urresta
FECHA: DD/MM/AAAA	12/10/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico
ASESOR /DIRECTOR:	Msc. Olger Arellano

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) 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 (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 12 días del mes de octubre de 2023

EL AUTOR:

Malitaxi Urresta Juan Diego



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICADO DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

Yo, Ing. Olger Arellano MSc. en calidad de director de trabajo de titulación del señor estudiante Malitaxi Urresta Juan Diego CERTIFICO que ha culminado con las normas establecidas para la elaboración del trabajo de investigación titulado: **“REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL”**.

Para obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico, aprobado la defensa, impresión y empastado.

Ing. Olger Gilberto Arellano Bastidas MSc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico a mis padres Juan Y Mariana que, con su motivación, amor y apoyo incondicional, me enseñaron a nunca decaer y luchar por mis objetivos. A mi hermano Juan Pablo por ser un ejemplo a seguir como profesional por confiar en mis capacidades y alentarme a culminar mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios y a la virgen Dolorosa, por haberme dado la fortaleza e inteligencia necesaria para no decaer y cumplir con mis objetivos propuestos.

A mi Madre por ser mi fortaleza y motivación, que, con su cariño y su sonrisa cada mañana, me enseñó a no rendirme nunca y enfrentar sin miedo los obstáculos que se me presenten.

A mi Padre Juan Elías, por haberme dado ese gran valor que es la humildad, que, con su esfuerzo de ser el mejor padre, logro hacer una familia unida que nunca nos faltó nada y por enseñarme a aceptar cada logro y fracaso que se me atravesase en la vida con mucha humildad.

A mi hermano Juan Pablo, por cuidarme y estar pendiente siempre de mí, por aconsejarme y ser ese amigo incondicional.

Agradezco a mi director, el Ingeniero Olger Arellano, por la buena disposición por sus conocimientos y ser un guía para poder realizar este trabajo de titulación

Un agradecimiento muy sincero a la prestigiosa Universidad Técnica del Norte, carrera de Ingeniería en Mantenimiento eléctrico por brindarme ser un estudiante más de sus aulas que a través de sus profesores enriquecieron mi conocimiento para prepararme y que me desenvuelva en la vida como profesional.

A mis amigos y primos que de manera desinteresada estuvieron pendiente de mi brindándome su apoyo para culminar la carrera.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	XVII
ABSTRACT	XVIII
INTRODUCCIÓN	XIX
CONTEXTUALIZACIÓN.....	XIX
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XXII
JUSTIFICACIÓN	XXIII
ALCANCE.....	XXIV
OBJETIVO GENERAL.....	XXVI
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	XXVI
CAPÍTULO 1	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 NORMAS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS	1
1.2.1 NFPA-70 o NEC	2
1.2.2 NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN	2
1.2.3 NTE INEN 2345 – 15.	3
1.2.4 NORMA ISO 9001:2015	3
1.2.5 NORMA IEEE.....	3
1.3 FUNDAMENTOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA EL REDISEÑO	3
1.3.1 REDISEÑO ELÉCTRICO	3
1.3.2 DIAGNOSTICO ELÉCTRICO	4
1.3.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	4
1.3.3.1 TIPOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	4
1.3.4 PARTES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	5
1.3.4.1 ACOMETIDA.....	5
1.3.4.2 CONTADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICO.....	5
1.3.4.3 PUESTA A TIERRA	6
1.3.4.4 DESVENTAJAS DE NO CONTAR CON UNA PUESTA A TIERRA	6
1.3.4.5 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	6
1.3.4.6 COMPONENTES DE LA PUESTA A TIERRA	7
1.3.5 COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INTERIORES.....	8

1.3.5.1	TABLEROS ELÉCTRICOS.....	9
1.3.5.2	TABLERO GENERAL DE PROTECCIÓN	9
1.3.5.3	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.....	10
1.3.5.4	SISTEMAS DE PROTECCIÓN	11
1.3.5.5	INTERRUPTOR DIFERENCIAL.....	11
1.3.5.6	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO	12
1.3.5.7	CANALIZACIONES	14
1.3.5.8	TOMACORRIENTES	15
1.3.5.9	CONDUCTORES.....	16
1.3.5.10	TIPOS DE CONDUCTORES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS	18
1.3.5.11	NORMAS GENERALES PARA LOS CONDUCTORES	18
1.3.6	SISTEMAS DE ILUMINACIÓN ELÉCTRICA.....	19
1.3.6.1	FLUJO LUMINOSO	20
1.3.6.2	ILUMINANCIA.....	20
1.3.6.3	INTENSIDAD LUMINOSA.....	20
1.3.6.4	EFICIENCIA LUMINOSA.....	20
1.3.6.5	CÁLCULO DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN.....	20
1.3.7	TIPOS DE LÁMPARAS	22
1.3.7.1	LÁMPARAS INCANDESCENTES.....	22
1.3.7.2	LÁMPARAS FLUORESCENTES	23
1.3.7.3	LÁMPARA DE VAPOR DE MERCURIO DE ALTA PRESIÓN.....	24
1.3.7.4	LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESIÓN	25
1.3.7.5	LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN	25
1.3.7.6	LÁMPARAS LED.....	26
1.3.8	CAÍDA DE VOLTAJE.....	27
1.3.9	CARGA Y DEMANDA.....	27
1.4	SIMBOLOGÍA.....	28
1.5	EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	29
1.5.1	FACTOR DE POTENCIA	29
1.6	CALIDAD DE ENERGÍA	30
CAPÍTULO 2	31

2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	31
2.2 METODOLOGÍA.....	33
2.3 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL.	34
2.3.1 DIAGRAMAS UNIFILARES	35
2.3.2 PLANOS ELÉCTRICOS.....	38
2.3.3 TOMA DE DATOS DEL TRANSFORMADOR	38
2.3.4 ACOMETIDA	38
2.3.5 CONTADOR ELÉCTRICO.....	39
2.3.6 LUMINARIAS EN POSTE	40
2.3.7 CIRCUITOS DE ALIMENTACIÓN.	40
2.3.8 UBICACIÓN DE LOS TABLEROS ELÉCTRICOS.....	41
2.3.9 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE LOS TABLEROS ELÉCTRICOS.....	42
2.3.9.1 TABLERO GENERAL ELÉCTRICO.....	43
2.3.9.2 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1	45
2.3.9.3 SUB-TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1	47
2.3.9.4 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2	48
2.3.9.5 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3	50
2.3.9.6 SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2.....	51
2.3.9.7 SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3.....	53
2.3.9.8 PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 1	54
2.3.9.9 PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 2	56
2.3.9.10 PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 3.....	57
2.3.9.11 DISYUNTOR ELÉCTRICO ANTIGUO 1	58
2.3.9.12 PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 4.....	59
2.3.9.13 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4.....	61
2.3.9.14 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5.....	63
2.3.10 DIAGNÓSTICO DE FALLAS DE ELECTRICIDAD	65
2.3.10.1 CONDUCTORES	66
2.3.10.2 CAÍDA DE VOLTAJE.....	67
2.3.11 CUADROS DE CARGA	70

2.4 ANÁLISIS ELÉCTRICO	76
2.4.1 NIVELES DE ILUMINACIÓN	78
2.4.2 CURVAS DE VOLTAJE	81
2.4.2.1 CURVA DE VOLTAJE DEL CONTADOR DE ENERGÍA ELECTRÓNICO	81
2.4.2.2 CURVA DE VOLTAJE DEL CONTADOR DE ENERGÍA ELECTROMECAÁNICO	83
2.4.3 CURVA DE POTENCIAS.....	84
2.4.3.1 CURVA DE POTENCIA ACTIVA DEL CONTADOR DE ENERGÍA ELECTRÓNICO	84
2.4.3.2 CURVA DE POTENCIA APARENTE DEL CONTADOR DE ENERGÍA ELECTRÓNICO	85
2.4.3.3 CURVA DE POTENCIA ACTIVA DEL CONTADOR DE ENERGÍA ELECTROMECAÁNICO	86
2.4.3.4 CURVA DE LA POTENCIA APARENTE DEL CONTADOR DE ENERGÍA ELECTROMECAÁNICO	88
2.5 RESUMEN ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA UNIDAD EDUCATIVA	
A.A. SEDE PRINCIPAL.....	89
CAPÍTULO 3.....	91
3.1 INTRODUCCIÓN	91
3.2 REDISEÑO DE ILUMINACIÓN	91
3.2.1 DIALUX EVO	92
3.2.2 SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE ILUMINACIÓN.....	92
3.2.3 NIVEL DE ILUMINACIÓN	94
3.2.4 CÁLCULO DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN	94
3.2.5 SIMULACION EN EL SOFTWARE DIALUX.....	98
3.2.6 CALCULO DE LUMINARIAS A INSTALAR EN EL INTERIOR DE LA UNIDAD EDUCATIVA.	100
3.2.7 REDISEÑO DE ILUMINACIÓN EXTERIORES.....	104
3.2.8 TABLAS DE CÁLCULO DE LUMINARIAS EN EL EXTERIOR DEL PLANTEL EDUCATIVO.....	107
3.2.9 TOTAL DE LUMINARIAS EN EL REDISEÑO	109
3.3 REDISEÑO DE LOS TOMACORRIENTES.....	109
3.3.1 CÁLCULO DE TOMACORRIENTES	111
3.4 REDISEÑO DE LOS INTERRUPTORES	114
3.5 REDISEÑO PARA CONDUCTORES.....	114
3.5.1 CONDUCTORES PARA CIRCUITOS FUERZA.....	114
3.5.2 CONDUCTORES PARA ILUMINACIÓN.....	114
3.6 DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS.....	115

3.6.1 REDISEÑO SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1	115
3.6.2 REDISEÑO SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2	116
3.6.3 REDISEÑO SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3	117
3.6.4 REDISEÑO SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4	118
3.6.5 REDISEÑO SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5	119
3.6.6 REDISEÑO SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6	120
3.6.7 REDISEÑO SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7	120
3.6.8 REDISEÑO SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 8	121
3.6.9 REDISEÑO SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 9	122
3.6.10 REDISEÑO SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 10	123
3.6.11 REDISEÑO SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 11	124
3.6.12 REDISEÑO SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 12	125
3.6.13 REDISEÑO SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 13	125
3.6.14 REDISEÑO SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 14	126
3.6.15 DISEÑO DE UN CIRCUITO EXPRESO.....	127
3.6.16 CAÍDA DE TENSIÓN EN LOS CIRCUITOS MÁS ALEJADOS.....	128
3.6.17 DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS Y PROTECCIONES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL	129
3.7 DUCTOS.....	131
3.8 PLANOS UNIFILARES	132
3.9 PLANOS ELÉCTRICOS.....	135
3.10 PUESTA A TIERRA	135
3.10.1 DISEÑO DE MALLA DE PUESTA A TIERRA.....	135
3.10.1.1 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA MALLA PUESTA A TIERRA	137
3.10.1.2 CÁLCULO PROMEDIO DE LA RESISTIVIDAD DEL SUELO	139
3.10.1.3 CALIBRE DE CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA	140
3.10.1.4 RESISTENCIA A TIERRA DE MALLAS CUADRADAS Y RECTANGULARES.....	140
3.10.2 CÁLCULO DE LA MALLA PUESTA A TIERRA PARA EL CIRCUITO EXPRESO.....	145
3.11 CÁLCULO DE LA DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO	149
3.12 PRESUPUESTO ECONÓMICO	154
3.12.1 COSTO TOTAL DEL REDISEÑO	154

3.12.2 COSTOS DE CONSUMO DE ENERGÍA.....	156
3.13 ANÁLISIS Y JUSTIFICACIONES ACERCA DEL DISEÑO NUEVO	160
3.14 BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS DEL REDISEÑO ELÉCTRICO	161
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	162
4.1 CONCLUSIONES	162
4.2 RECOMENDACIONES.....	163
REFERENCIAS.....	165
ANEXOS	169
ANEXO A: PLANOS UNIFILARES DIAGNOSTICO	170
ANEXO B: PLANOS ELÉCTRICOS DIAGNOSTICO	173
ANEXO C: RESULTADOS DEL ANALIZADOR DE REDES	177
ANEXO D CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS A UTILIZAR	180
ANEXO E FACTOR DE UTILIZACIÓN.....	187
ANEXO F RESULTADOS DEL SOFTWARE DIALUX.....	188
ANEXO G PLANOS UNIFILARES REDISEÑO	194
ANEXO H PLANOS ELÉCTRICOS REDISEÑO.....	209
ANEXO I PLANO ARQUITECTÓNICO.....	213

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA. 1: CONTADOR ELÉCTRICO	5
FIGURA. 2: INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES.....	9
FIGURA. 3: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE SEIS VIAS CON OCHO MODULOS.....	10
FIGURA. 4: INTERRUPTOR DIFERENCIAL	11
FIGURA. 5: INTERRUPTOR DIFERENCIAL.....	12
FIGURA. 6: INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO.	13
FIGURA. 7: INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO	14
FIGURA. 8: TOMACORRIENTE DE TRES CONTACTOS.....	16
FIGURA. 9: LAMPARA INCANDESCENTE.....	23
FIGURA. 10: CIRCUITO BÁSICO DE UN DIAGRAMA DE LAMPARA FLUORESCENTE	24
FIGURA. 11: LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO DE ALTA PRESIÓN	25
FIGURA. 12: LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESIÓN.....	25
FIGURA. 13: LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN,.....	26
FIGURA. 14: LAMPARA LED	27
FIGURA. 15: CIRCUITO CON UN FACTOR DE POTENCIA ATRASADO.....	30
FIGURA. 16: CIRCUITO CON UN FACTOR DE POTENCIA ADELANTADO (WAYGOOD, 2019).....	30
FIGURA. 17: ÁREA DE LA UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL.....	31
FIGURA. 18: UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL.....	32
FIGURA. 19: DIAGRAMA DE FLUJOS DE LA METODOLOGÍA APLICADA.....	33
FIGURA. 20: PLANO UNIFILAR CONTADOR DE ENERGÍA ELECTRÓNICO	36
FIGURA. 21: PLANO UNIFILAR CONTADOR DE ENERGÍA ELECTROMECAÁNICO	37
FIGURA. 22: ACOMETIDA DOBLE MONOFÁSICA TRIFILAR	39
FIGURA. 23: A) CONTADOR ELECTROMECAÁNICO. B) CONTADOR ELECTRÓNICO. C)CONTADOR FUERA DE SERVICIO.	40
FIGURA. 24: CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN HACIA EL TABLERO GENERAL	41
FIGURA. 25: COMPARACIÓN DE CORRIENTE EN LAS FASES CON UN MULTÍMETRO	43
FIGURA. 26: TABLERO GENERAL ELÉCTRICO.	44
FIGURA. 27: PROTECCIONES DEL MEDIDOR ELECTROMECAÁNICO BIFÁSICO.....	44
FIGURA. 28: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1. (CONTADOR ELECTRÓNICO).....	46
FIGURA. 29: SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1	47
FIGURA. 30: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2	49
FIGURA. 31: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3	50
FIGURA. 32: SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2	52

FIGURA. 33: SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3	53
FIGURA. 34: PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 1	55
FIGURA. 35: PROTECCION TERMOMAGNETICA INDIVIDUAL 2	56
FIGURA. 36: PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 3	57
FIGURA. 37: DISYUNTOR ELECTRICO ANTIGUO 4	59
FIGURA. 38: PROTECCION ELECTROMAGNETICA INDIVIDUAL 4	60
FIGURA. 39: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4, (LINEA 2 SEGUNDO PISO).....	61
FIGURA. 40: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5	63
FIGURA. 41: TABLERO DE DISTRIBUCION FUERA DE SERVICIO DE LA OFICINA 5.....	65
FIGURA. 42: ESTADO ACTUAL DE LOS CONDUCTORES	66
FIGURA. 43: VALORES DE VOLTAJE EN EL LUGAR MÁS ALEJADO.....	68
FIGURA. 44: CONEXIÓN DEL ANALIZADOR DE REDES.....	76
FIGURA. 45: CONEXIÓN DEL ANALIZADOR DE REDES METREL POWER Q4 PLUS.....	77
FIGURA. 46: SOFTWARE METREL POWER VIEW	78
FIGURA. 47: VALORES DE ILUMINACIÓN EN LA MAÑANA Y NOCHE	79
FIGURA. 48: CURVA DE VOLTAJES CONTADOR DE ENERGÍA ELECTRÓNICO	82
FIGURA. 49: CURVA DE VOLTAJES CONTADOR DE ENERGÍA ELECTROMECAÁNICO	83
FIGURA. 50: CURVA DE POTENCIAS DEL CONTADOR DE ENERGIA ELECTRÓNICO	84
FIGURA. 51: CURVA DE POTENCIA APARENTE DEL CONTADOR DE ENERGÍA ELECTRÓNICO	86
FIGURA. 52: CURVA DE POTENCIA ACTIVA DEL CONTADOR DE ENERGIA ELECTROMECAÁNICO	87
FIGURA. 53: CURVA DE POTENCIA APARENTE DEL CONTADOR DE ENERGIA ELECTROMECAÁNICO.....	88
FIGURA. 54: SIMULACIÓN EN 3D REALIZADA EN DIALUX	98
FIGURA. 55: DISTRIBUCIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL PLANO DE TRABAJO	100
FIGURA. 56: SIMULACIÓN EN 3D REALIZADA EN DIALUX ILUMINACIÓN EXTERIORES.....	107
FIGURA. 57: PLANO UNIFILAR REDISEÑO CONTADOR DE ENERGIA ELECTRÓNICO	133
FIGURA. 58: PLANO UNIFILAR REDISEÑO CONTADOR DE ENERGIA ELECTROMECAÁNICO.....	134
FIGURA. 59: MEDICIONES REALIZADAS EN EL TERRENO A DEL ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO	136
FIGURA. 60: METODO DE LAS CUATRO PICAS DE WENNER.....	136
FIGURA. 61: MODELO DE UNA MALLA PUESTA A TIERRA	138
FIGURA. 62: CURVA DE LA RESISTIVIDAD APARENTE DEL SUELO	139
FIGURA. 63: COEFICIENTES K1 Y K2.....	141
FIGURA. 64: MALLA TRIANGULAR DE PUESTA A TIERRA	146

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Tamaño de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos	8
Tabla 1.2 Condiciones generales de protección del interruptor termomagnético	13
Tabla 1.3 Resistividad de algunos materiales conductores.....	17
Tabla 1.4 Código de colores.....	17
Tabla 1.5 Iluminación en ambientes asistenciales y educacionales	19
Tabla 1.6 Factor de reflexión	21
Tabla 1.7 Factor de mantenimiento.....	22
Tabla 1.8 Simbología eléctrica	28
Tabla 2.1 Circuitos controlados por el tablero general	45
Tabla 2.2 Circuitos controlados por el tablero de distribución 1	47
Tabla 2.3 Sub tablero de distribución 1	48
Tabla 2.4 Tablero de distribución 2	50
Tabla 2.5 Tablero de distribución 3	51
Tabla 2.6 Sub tablero de distribución 2.....	52
Tabla 2.7 Sub tablero de distribución 3.....	54
Tabla 2.8 Circuito controlado por la protección termomagnética individual 1	55
Tabla 2.9 Circuito controlado por la protección termomagnética individual 2.....	57
Tabla 2.10 Circuito controlado por la protección electromagnética individual 3	58
Tabla 2.11 Circuito controlado por el disyuntor antiguo 1	59
Tabla 2.12 Circuito controlado por la protección termomagnética 4	61
Tabla 2.13 Circuitos controlados por el tablero de distribución 4.....	62
Tabla 2.14 Circuitos controlados por el tablero de distribución 5.....	64
Tabla 2.15 Registro de voltajes	68
Tabla 2.16 Cuadro de cargas del tablero de distribución 1 (contador electrónico).....	71
Tabla 2.17 Cuadro de cargas del tablero de distribución 2, (oficinas)medidor electromecánico	72
Tabla 2.18 Cuadro de del Tablero de distribución 3	73
Tabla 2.19 Cuadro de cargas del tablero de distribución 4 (edificio 2do piso)	74
Tabla 2.20 Cuadro de cargas del tablero de distribución 5 (edificio 1er piso)	75
Tabla 2.21 Tabla de nivel de iluminación actual de las áreas utilizadas en horario diurno.	79
Tabla 2.22 Tabla de iluminación de las áreas utilizadas en el horario Nocturno	80
Tabla 2.23 Límites de voltajes de las fases del contador de energía electrónico.....	82
Tabla 2.24 Límite de voltajes de las fases del contador de energía electromecánico.....	84

Tabla 2.25 Límite de corrientes de las fases del contador de energía electrónico.....	85
Tabla 2.26 Límite de corrientes de las fases del contador de energía electrónico.....	86
Tabla 2.27 Límite de potencia aparente en las fases del contador de energía electromecánico.....	87
Tabla 2.28 Límite de la potencia aparente de las fases del contador electromecánico	88
Tabla 3.1 Tabla de luminarias elegidas.....	93
Tabla 3.2 Datos de la superficie	94
Tabla 3.3 Datos del factor de reflexión.....	96
Tabla 3.4 Cálculo del software Dialux	98
Tabla 3.5 Datos generales tomados del software dialux	99
Tabla 3.6 Resultados del análisis del cálculo por el software Dialux	99
Tabla 3.7 Cálculo de luminarias	101
Tabla 3.8 Cálculo de luminarias	102
Tabla 3.9 Cálculo de luminarias en el edificio del plantel educativo	103
Tabla 3.10 Datos de la superficie.....	104
Tabla 3.11 Datos del factor de reflexión.....	105
Tabla 3.12 Calculo de luminarias exteriores del plantel educativo.....	108
Tabla 3.13 Total de luminarias en el rediseño de la unidad educativa	109
Tabla 3.14 Diseño de tomacorrientes	112
Tabla 3.15 Diseño de tomacorrientes	112
Tabla 3.16 Diseño de tomacorrientes, edificio	113
Tabla 3.17 Tabla rediseño del Sub tablero de distribución 1 (STD.1)	116
Tabla 3.18 Tabla del rediseño del sub tablero de distribución 2 (STD.2)	117
Tabla 3.19 Tabla del rediseño del Sub tablero de distribución 3 (STD.3).....	118
Tabla 3.20 Tabla del rediseño del sub tablero de distribución 4 (STD.4)	118
Tabla 3.21 cuadro rediseño sub tablero de distribución 5 (STD.5)	119
Tabla 3.22 rediseño sub tablero de distribución 6 (STD.6)	120
Tabla 3.23 Rediseño sub tablero de distribución 7 (STD.7)	121
Tabla 3.24 Rediseño del sub tablero de distribución 8 (STD.8)	122
Tabla 3.25 Rediseño sub tablero de distribución 9 (TD9)	123
Tabla 3.26 Rediseño sub tablero de distribución 10 (STD.10).....	124
Tabla 3.27 Tabla del rediseño sub tablero de distribución 11 (STD.11)	124
Tabla 3.28 Rediseño sub tablero de distribución 12 (TD.12)	125
Tabla 3.29 Rediseño sub tablero de distribución 13 (STD.13).....	126
Tabla 3.30 Tabla del rediseño del sub tablero de distribución 14 (STD.14)	126

Tabla 3.31 Rediseño circuito expreso Laboratorios de computación.....	127
Tabla 3.32 Caídas de voltaje en los lugares más alejados	129
Tabla 3.33 Distribución de circuitos y protecciones subtableros (contador electrónico)	130
Tabla 3.34 Distribución de circuitos y protecciones, subtableros (contador electromecánico)	130
Tabla 3.35 Distribución circuito expreso y protecciones de los laboratorios de computación ..	130
Tabla 3.36 Protecciones generales.....	131
Tabla 3.37 Valores promedios de la medición de resistividad del suelo.....	139
Tabla 3.38 Calculo de demanda de diseño para el contador electrónico	151
Tabla 3.39 Calculo de demanda de diseño para el contador electromecánico	152
Tabla 3.40 Calculo de demanda de diseño circuito expreso	153
Tabla 3.41 Costo del rediseño para la unidad educativa Antonio Ante sede principal.	155
Tabla 3.42 Diagnóstico del consumo de energía (contador electrónico).	156
Tabla 3.43 Diagnóstico del consumo de energía (contador electromecánico).	157
Tabla 3.44 Consumo de energía rediseño (contador electrónico).	158
Tabla 3.45 Consumo de energía rediseño (contador de energía electromecánico).....	159

Resumen

La Unidad Educativa Antonio Ante sede principal fue construida en el año de 1982. Con el paso del tiempo, se realizaron modificaciones en las instalaciones eléctricas por parte de personal no calificado, además, las instalaciones no presentan con la realización de mantenimientos previos. Para realizar el diagnóstico de las instalaciones eléctricas se llevó a cabo visitas técnicas para recopilar información y detectar los inconvenientes presentes. Actualmente el establecimiento educativo no presentaba con planos arquitectónicos y eléctricos, por lo que se tuvo que recabar datos de la infraestructura para elaborarlos en el software de AutoCAD. El propósito del presente trabajo fue realizar una evaluación de las instalaciones eléctricas para obtener un diagnóstico final y realizar la clasificación de los cuadros de cargas. A partir del levantamiento de información, se obtuvo los datos necesarios para la elaboración de diagramas unifilares y los planos eléctricos. El trabajo de grado presenta la propuesta de rediseño de las instalaciones eléctricas de la unidad educativa Antonio ante sede principal, cumpliendo los parámetros que exige la normativa nacional NEC 2013, y NEC 2018, con el fin de mantener la seguridad hacia las personas. En el rediseño de las instalaciones eléctricas incluye cambios en la distribución de circuitos, sustitución de conductores, aumento de protecciones y cambios de luminarias. Se detalla también el cálculo y la elección de luminarias, los tableros de distribución necesarios, un adecuado dimensionamiento de los cables, estudio de un sistema de conexión expreso para los laboratorios de computación. Para un sistema de puesta a tierra el proyecto propone el estudio y diseño de mallas de puesta a tierra mediante la utilización de la norma IEEE std 80 y 81.

Palabras clave: Instalaciones eléctricas, planos eléctricos, puesta a tierra, norma NEC.

Abstract

The Antonio Ante Educational Unit, the main headquarters, was built in 1982. Over time, modifications were made to the electrical installations by unqualified personnel, in addition, the facilities do not present previous maintenance. To carry out the diagnosis of the electrical installations, technical visits were carried out to collect information and detect the present inconveniences. Currently, the educational establishment did not present architectural and electrical plans, so data from the infrastructure had to be collected to prepare them in the AutoCAD software. The purpose of this work was to carry out an evaluation of the electrical installations to obtain a final diagnosis and carry out the classification of the load charts. From the information gathering, the necessary data was obtained for the elaboration of single-line diagrams and electrical plans. The degree work presents the proposal for the redesign of the electrical installations of the Antonio educational unit before the main headquarters, complying with the parameters required by the national regulations NEC 2013, and NEC 2018, in order to maintain safety towards people. In the redesign of electrical installations, it includes changes in the distribution of circuits, replacement of conductors, increased protections and changes in lighting. It also details the calculation and choice of luminaires, the necessary distribution boards, an adequate dimensioning of the cables, study of an express connection system for computer laboratories. For a grounding system, the project proposes the study and design of grounding meshes by using the IEEE std 80 and 81 standards.

Keywords: Electrical installations, electrical plans, grounding, NEC standard.

Introducción

Contextualización

El proceso de diseño en el campo de ingeniería es esencial en cualquier trabajo que requiera la elaboración de un diseño. En términos generales en los libros existen diferentes metodologías, pero por lo general la etapa de diseño en ingeniería implica de: identificación, definición del problema, búsqueda, también considera algunas restricciones, criterios, soluciones alternativas, análisis, decisión, especificación, y comunicación. En contexto, el diseño de ingeniería es un proceso repetitivo mediante el cual se llega al producto final a través del proceso de diseño, análisis y después un rediseño, todo esto repetido hasta que se logra el mejor diseño final. (Morse, 2009).

De acuerdo con, (Calvas Sáenz, 2022), el manejo adecuado de la energía, en instalaciones eléctricas es esencial para garantizar la seguridad y fiabilidad, ya que puede representar una amenaza importante para las personas. Es recomendable implementar técnicas de instalaciones profesionales y de alta calidad para evitar fallas futuras y mantener el sistema en buen funcionamiento. Mantener las instalaciones eléctricas en buen estado también es importante para proteger el patrimonio, reducir los costos de energía, prolongar la vida útil de los equipos y evitar otros problemas

Según (Anrrango Piñan, 2020), las instalaciones eléctricas que no reciben mantenimiento preventivo o regular están expuestas a peligros constantes, como baja eficiencia de máquinas o equipos dañados, cables en mal estado, instalaciones eléctricas inadecuadas, costos elevados y alto consumo de energía. Estos problemas pueden tener

un impacto negativo en el personal que trabaja en la edificación, aumentando el riesgo de accidentes laborales e incendios debido a cortocircuitos.

Para diseñar un sistema eléctrico, se debe tomar decisiones sobre el método de instalación, el tipo de cable y la protección contra descargas eléctricas y corrientes excesivas. Estas decisiones están basadas en el entorno en el que se encuentra la instalación. También es importante conocer si el suministro es monofásico o trifásico, y cómo están conectados los elementos de puesta a tierra. Todo lo mencionado es el punto de partida para el diseño del sistema eléctrico (Scaddan, *Electric Wiring For Domestic Installers*, 2019).

Según la afirmación de (Chandan et al., 2016), cuando se conectan dos o más circuitos simples, se forma una red eléctrica. Si la red incluye al menos un camino cerrado, se la considera también un circuito eléctrico. Es importante destacar que todo circuito es una red, pero no todas las redes son circuitos. Una red que cuenta con al menos un elemento activo, como una fuente de voltaje independiente o corriente, se denomina una red activa. En cambio, una red que no posee elementos activos se considera una red eléctrica pasiva.

De acuerdo con (Anrrango Piñan, 2020) para lograr un objetivo específico en las instalaciones eléctricas, se debe cumplir ciertos requisitos. La combinación de elementos específicos, características funcionales y una estética adecuada son elementos clave en el diseño de una instalación eléctrica, que estará regulado por normas y técnicas para garantizar su correcto funcionamiento.

(Linsley, 2015), argumenta que todos los equipos eléctricos se deterioran con el tiempo y existe un desgaste por el uso. También se deteriora por problemas de la carga excesiva y las influencias ambientales que conducen, por ejemplo, la corrosión. Por lo tanto, la instalación eléctrica debe inspeccionarse y probarse periódicamente durante su vida útil para confirmar que su uso sigue siendo seguro al menos hasta que se lleve a cabo la próxima inspección y prueba.

Antes de iniciar el proyecto de una instalación eléctrica, es necesario una inspección técnica, un estudio previo, que abarca de una observación de características técnicas con algunas referencias. Antes de realizar un diseño previo es necesario conocer las diferentes cargas a instalar, para establecer la demanda de potencia y necesidades de suministro de energía. (García Trasancos, 2020)

El objetivo principal en el diseño de instalaciones eléctricas en edificios residenciales y comerciales es brindar la seguridad necesaria tanto para las personas como para los equipos. Sin embargo, la electricidad puede ser peligrosa y causar lesiones graves o la muerte de personas, así como daños a equipos y propiedades. Por lo tanto, es crucial garantizar que la electricidad esté disponible en todo el edificio y que sea segura (Krarti, Energy-Efficient Electrical Systems for Buildings, 2017).

Para realizar unas instalaciones eléctricas correctamente es necesario el uso de normas el cual proporciona especificaciones técnicas y requisitos mínimos que se debe cumplir en el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas, y así garantizar los niveles de seguridad aceptables en las instalaciones. (NEC, 2018)

Planteamiento del problema

En la provincia de Imbabura, cantón Antonio Ante, parroquia de Andrade Marín se encuentra ubicada la unidad educativa “Antonio Ante” sede principal, el cual dota de su construcción en el año de 1982. Con el pasar del tiempo se ha venido construyendo más aulas, por tal motivo se ha ido incrementando cargas al sistema eléctrico. Estas aulas albergan a estudiantes tanto de jornadas diurnas como nocturnas por el cual su infraestructura debe cumplir con las normas vigentes y constar de un buen sistema de conexión de circuitos con el objetivo de brindar estándares de calidad, continuidad de servicio eléctrico, para la seguridad, brindar confort a los estudiantes y personal que trabaja en la institución.

Lamentablemente no consta con documentos como planos arquitectónicos o planos eléctricos que demuestre que existe un diseño correcto de las instalaciones.

Tras una inspección visual en el plantel educativo se observó conexiones acumuladas pertenecientes a un solo circuito de fuerza e iluminación, existe una distribución mala del cableado debido a la implementación de nuevas aulas de clase, conexiones que atraviesan espacios de recreación, empalmes en áreas visibles, cables conductores en mal estado, aulas de clase sin energía eléctrica, circuitos sin protección, falta de iluminación, además las instalaciones tienen varios años sin mantenimiento.

La unidad educativa consta de dos contadores eléctricos un electrónico y un electromecánico ambos conectados a un panel principal que da servicio a un conjunto de circuitos derivados para proporcionar electricidad a varias cargas (iluminación y fuerza). La unidad educativa utiliza una acometida aérea bifásica en cada contador

eléctrico, con dos conductores activos de 220 V y uno conectado al neutro, el voltaje se obtiene directamente de un transformador trifásico de 50kVA, que es alimentado por un voltaje de distribución de 13.8kV, cabe recalcar que el medidor electromecánico no cuenta con un interruptor termomagnético general.

Justificación

La misión de la unidad educativa Antonio Ante es formar niños y jóvenes con valores humanos enmarcados en el pensamiento crítico, reflexivo, innovador, comprometidos a brindar una educación de calidad, para alcanzar la excelencia académica.

La norma ISO 9001 en lo que respecta a Infraestructura; argumenta 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. Además, evalúa y certifica todos los procesos que se relacionan con la enseñanza y el aprendizaje, con el fin de garantizar la calidad de la institución educativa.

El rediseño del sistema eléctrico garantizara un nuevo diseño de calidad mediante el cumplimiento de normas y estereotipos para el eficiente y correcto funcionamiento de las instalaciones eléctricas basándose en:

- NEC, (Norma ecuatoriana de la Construcción 2013 – 2018), que contiene normas de (NEC) National Electric Code 2011 (código nacional eléctrico)
- CPE INEN 019 Código Eléctrico Ecuatoriano
- IEC 60617 Graphical Symbols for Diagrams (Norma INEN) NTE INEN 2345 alambres y cables con aislamiento termoplástico,

- NTE INEN 3098, Voltajes Normalizados.
- IEEE (Instituto de ingeniería Eléctrica y Electrónica) que son normas referentes en la elaboración de normas ecuatorianas.

Según el cumplimiento de estas normas se optimizará los mecanismos de control y mantenimiento, además de reducir el consumo cumpliría con mejoras en la calidad de energía de las instalaciones. Además, el actual proyecto brindara seguridad a los estudiantes y personal que labora en la institución que hacen uso de la energía eléctrica.

La realización del presente proyecto de titulación es viable por cuanto se cuenta con adecuado acceso a información, revistas y libros físicos, digitales y en línea. Además, para el estudio del sistema propuesto se requiere de un corto plazo (6 meses), de una inversión módica y del uso de equipos y herramientas mecánicas y eléctricas de fácil acceso.

Alcance

En el sector eléctrico resulta muy importante que la infraestructura eléctrica cumpla con normativas vigentes, ya que este tipo de exigencias están relacionadas con aspectos de la seguridad eléctrica

Mediante una inspección técnica y la recopilación de información necesaria sobre las instalaciones eléctricas se identificará la distribución de los circuitos, partiendo del transformador, la acometida, el tablero de control y los paneles de distribución de sus circuitos internos. Con este proceso se realizará el levantamiento de información actual en cada área, con el objetivo de verificar en el sistema: malas conexiones, circuitos mal

distribuidos, cables conductores en mal estado, funcionamientos incorrectos, mala distribución de la luz en las lámparas, factor de potencia inadecuado.

El presente proyecto tiene por finalidad el mejoramiento de las instalaciones eléctricas en bajo voltaje para cumplir los estándares de calidad y continuidad de servicio, ya que en el sector eléctrico resulta muy importante que la infraestructura eléctrica cumpla con normativas vigentes. Este tipo de exigencias están relacionadas con aspectos de la seguridad eléctrica.

Además, en el plantel educativo se identificará el estado de luminarias y de los elementos eléctricos como: tomacorrientes, interruptores, comprobación de la sección y vida útil de los conductores, con el fin de salvaguardar la integridad del personal educativo y que el sistema eléctrico presente un adecuado balance de cargas.

Mediante un luxómetro se obtendrá mediciones de la iluminación presentes en cada área de la unidad educativa Antonio Ante tanto internas como externas, ya que el plantel educativo acoge a estudiantes en jornadas diurnas y nocturnas, y según la norma (NEC, 2013), la iluminación en ambientes educacionales debe cumplir con un requisito mínimo de nivel de iluminación.

Luego de haber hecho el levantamiento de información del sistema eléctrico e identificado el diagnóstico, se iniciará con el rediseño de las instalaciones mediante modificaciones indicadas en planos eléctricos nuevos. Los cambios servirán para mantener dichas instalaciones seguras y que sirva de guía hacia futuros mantenimientos.

Para finalizar se presentarán los planos eléctricos nuevos del plantel educativo y el cálculo técnico del nivel de iluminación en las instalaciones eléctricas de la Unidad Educativa.

Objetivo general

Rediseñar las instalaciones eléctricas de la unidad educativa Antonio Ante sede principal, mediante un diagnóstico del sistema eléctrico para que cumpla con las normas eléctricas.

Objetivos específicos

- Describir los componentes y la normativa que se debe aplicar para el funcionamiento de las instalaciones eléctricas en bajo voltaje.
- Realizar el diagnóstico del sistema eléctrico, en el plantel educativo para determinar el estado actual en el que se encuentra.
- Rediseñar el sistema eléctrico de cada planta cumpliendo las normas nacionales establecidas.

Capítulo 1

MARCO TEORICO

1.1 Introducción

El rediseño de las instalaciones eléctricas es un proceso clave en la modernización de edificios comerciales y residenciales, ya que la electricidad es esencial para garantizar la comodidad y la productividad. El rediseño implica revisar y mejorar los sistemas existentes para lograr una mayor seguridad, eficiencia y durabilidad. Los objetivos del rediseño incluyen reducir costos energéticos, prolongar la vida útil de los equipos eléctricos y mejorar la estética y funcionalidad de los espacios.

Es crucial que los sistemas de cableado y equipos eléctricos sean instalados con altos estándares de calidad desde el principio para asegurar la seguridad, fiabilidad y eficiencia energética. Además, es importante diseñar e instalarlos adecuadamente para lograr un suministro seguro, confiable y económico de energía. Esto destaca el libro (Karti, Energy-Efficient Electrical Systems for Buildings, 2017).

1.2 Normas Para Instalaciones Eléctricas

Son aquellas que establecen los requerimientos mínimos que debe cumplir las instalaciones eléctricas, para preservar la seguridad de las personas y de los bienes. (NEC, 2018).

En la mayoría de los países, las instalaciones eléctricas deben cumplir con algunas series de normas, emitidas por las autoridades nacionales e internacionales, ya que

es fundamental tener en cuenta un proceso de reglamentos antes de empezar un diseño. (Schneider Electric, 2022).

1.2.1 NFPA-70 o NEC

El Código eléctrico nacional (NEC), también conocido como (NFPA 70, 2020), es una norma internacional utilizada como referencia para el diseño, instalación y la inspección eléctrica segura, con el objetivo de salvaguardar la seguridad de las personas y la propiedad de los peligros derivados del uso de la electricidad. El uso de esta norma está dirigido únicamente a personas capacitadas y es utilizada como referencia en la norma ecuatoriana de la construcción (NEC, 2018) para normalizar las instalaciones eléctricas del país.

1.2.2 Norma Ecuatoriana de la Construcción

El marco normativo NEC se compone de un conjunto de documentos internacionales que establecen las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos necesarios para la implementación de instalaciones eléctricas de baja tensión en edificios residenciales y comerciales. (NEC, 2018)

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), del año 2013, 2018, recoge una serie de normativas como referencia de uso obligatorio entre las más importantes: el National Electrical Code (NEC), Código Eléctrico Ecuatoriano (CPE INEN 019), Graphical Symbols for Diagrams (IEC 60617), Alambres y cables con aislamiento termoplástico (NTE INEN 2345) y Voltajes Normalizados (NTE INEN 3098).

1.2.3 NTE INEN 2345 – 15.

El número de documento 2345 del instituto ecuatoriano de normalización INEN, es una norma de seguridad para los alambres y cables unipolares con aislamiento termoplástico para 600 V, que son utilizadas en instalaciones eléctricas de bajo voltaje de acuerdo con el CPE INEN 019, (INEN, 2015).

1.2.4 Norma ISO 9001:2015

La norma ISO 9001 es un estándar internacional de gestión de calidad que se aplica a organizaciones públicas y privadas. En el numeral 7.1.3 de esta norma, se establece que la organización debe contar con la infraestructura necesaria para operar sus procesos y garantizar la calidad de sus productos y servicios. (ISO, 2015)

1.2.5 Norma IEEE

Es una guía que detalla aspectos técnicos importantes para el sistema de puesta a tierra en sistemas eléctricos, además incluye formulas necesarias para realizar los cálculos y dimensionamiento de materiales.

1.3 Fundamentos de las instalaciones eléctricas para el rediseño

Para comenzar cualquier proceso relacionado con las instalaciones eléctricas, es importante tener conocimiento de algunos términos detallados a continuación.

1.3.1 Rediseño Eléctrico

El rediseño implica la revisión y mejora del diseño eléctrico previo, con el objetivo de actualizar y modernizar el sistema existente que no cumple con las normas y reglamentos actuales del sector eléctrico. (Anrrango Piñan, 2020).

1.3.2 Diagnostico Eléctrico

Según (ENEOR , 2021), consiste en identificar y solucionar problemas en sistemas eléctricos, mediante inspecciones y mediciones realizadas por un ingeniero o especialista en el área.

1.3.3 Instalaciones Eléctricas

El diseño, planificación y ejecución de instalaciones eléctricas es esencial en proyectos de construcción de diversos tipos de edificaciones, desde casas hasta edificios comerciales e industriales. Es importante que estas instalaciones sean realizadas por personal calificado en ingeniería eléctrica, siguiendo las normas establecidas a nivel nacional y utilizando métodos y procedimientos desarrollados por expertos y empresas competentes. (Rodríguez Rocha, 2015).

1.3.3.1 Tipos de Instalaciones Eléctricas

(Rodríguez Rocha, 2015) redacta que de acuerdo con la forma de instalación de la canalización que se encuentran estas pueden ser visibles u ocultas:

Visibles: Son instalaciones que se encuentran a la vista y se puede manipular fácilmente, distribuido por canaletas que ayudan a proteger a los conductores de deterioros mecánicos y cualquier otro daño, apoyados en paredes, techos o suelos. Por lo general las instalaciones industriales utilizan la ventilación para disipar el calor.

Ocultas: Son aquellas que se encuentran en canalizaciones o entubadas permanentemente dentro de losas, techos, paredes, pisos, o temporalmente en superficies falsas. Se considera de mejor acabado y mejora el aspecto estético posible.

1.3.4 Partes de la Instalación Eléctrica

Los elementos principales de un sistema eléctrico, diseñados en función de las necesidades y especificaciones del proyecto comprenden:

1.3.4.1 Acometida

Es la conexión eléctrica física entre la red local de distribución de servicio público de propiedad de la empresa suministradora de energía y el medidor o contador eléctrico, que alimenta a la caja o cajas generales de protección, (ARCERNNR, 2021).

1.3.4.2 Contador de energía eléctrico

Un contador de energía es básicamente una combinación de un amperímetro y un voltímetro, y mide el producto de corriente y voltaje: $P(\text{vatios}) = I * V$. Está diseñado para mostrar la cantidad de kilovatios hora de energía utilizada. (Scaddan, Electrical Installation Work, 2019). La figura 1 muestra un contador de energía común.

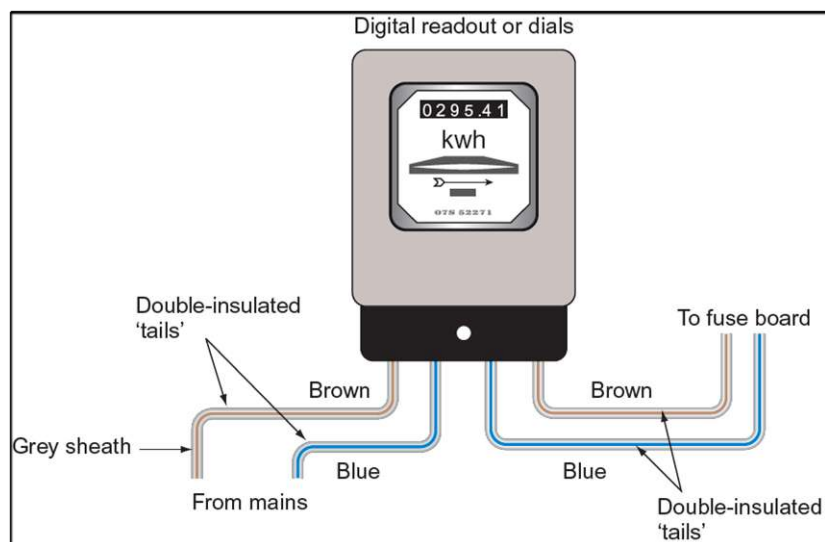


Figura. 1: Contador eléctrico

Fuente: (Scaddan, Electrical Installation Work, 2019)

1.3.4.3 Puesta a Tierra

Según (García Trasancos, 2020), el termino puesta a tierra, se refiere a la conexión de uno o varios puntos de una instalación a electrodos enterrados, con el objetivo de permitir que las corrientes de fallo o descargas atmosféricas pasen a tierra, evitando peligrosos voltajes entre la instalación y el terreno.

1.3.4.4 Desventajas de no contar con una puesta a tierra

Según (FLUKE, 2017) si no se realiza una correcta implementación del diseño de puesta a tierra, pueden ocurrir problemas de instrumentación tales como un factor de potencia bajo, distorsión de armónicos, y diversas situaciones problemáticas. Por esta razón normativas importantes entre ellas NEC e IEEE, sugieren instalar una adecuada puesta a tierra para asegurar la fiabilidad y seguridad del sistema.

1.3.4.5 Instalación de Puesta a Tierra

Según (NEC, 2013), es necesario que todos los componentes metálicos de los sistemas eléctricos, como equipos, carcasas, gabinetes, racks, entre otros, sean adecuadamente aterrizados para prevenir que las personas entren en contacto con el sistema eléctrico y evitar diferencias de potencial peligrosas. (NEC, 2018).

Según (NEC, 2018), los objetivos de las instalaciones de puesta a tierra son:

- a) Garantizar la seguridad de las personas,
- b) Proteger las instalaciones,
- c) Generar un circuito de falla que permita la apertura de los dispositivos de interrupción y evitar interferencias electromagnéticas de equipos electrónicos.

1.3.4.6 Componentes de la puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra está compuesto principalmente por diferentes elementos metálicos que desempeñan un rol específico para su correcta funcionalidad entre ellos se encuentran:

- **Electrodos**

Es un material conductor utilizado para puestas a tierra, son varillas de acero recubiertas de cobre con las siguientes dimensiones: 16 milímetros de diámetro y con una longitud de 1,80 metros. (NEC, 2018)

- **Conductores**

Según la normativa (NEC, 2018), establece que el material del conductor utilizado para una puesta a tierra debe ser de cobre, ya sea sólido o cableado y aislado. Además, el tamaño mínimo de conductor debe estar en proporción al tamaño del conductor mayor de la acometida en la siguiente relación:

- a) No. 8 AWG para conductor de acometida hasta No. 2 AWG
- b) No. 6 AWG para conductor de acometida desde No. 1 AWG hasta 1/0 AWG
- c) No. 4 AWG para conductor de acometida desde No. 2/0 AWG hasta 3/0 AWG

El calibre mínimo de conductor de puesta a tierra según (NEC, 2018) se indica en la Tabla 1.1

Tabla 1.1 Tamaño de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de:	Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil)	
	(A)	Conductor de cobre
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)

1.3.5 Componentes de las Instalaciones Eléctricas en Interiores

Las instalaciones eléctricas conectan las líneas de distribución con las instalaciones interiores. Las instalaciones de enlace en bajo voltaje como indica la figura 4, parten de la acometida (a) y están formadas por: caja general de protecciones (b), línea general de alimentación con interruptor general (c), instalación de contadores o medidores (d) y derivaciones individuales (e). (García Trasancos, 2020).

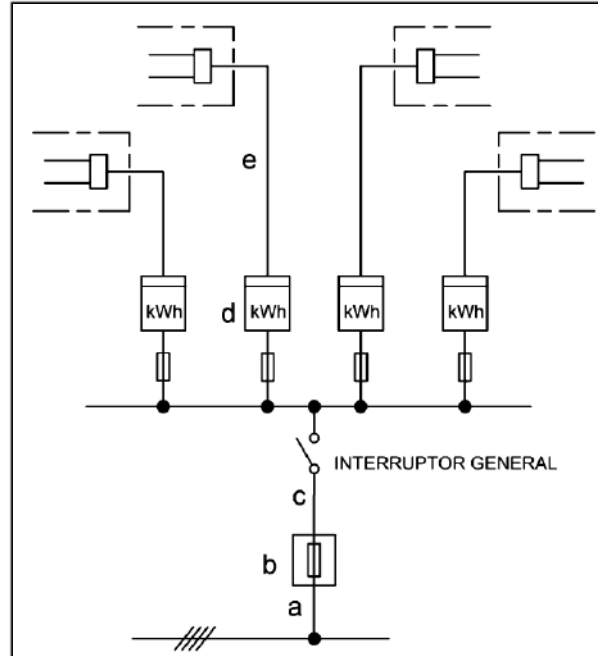


Figura. 2: Instalaciones eléctricas interiores.

Fuente: (García Trasancos, 2020)

1.3.5.1 **Tableros Eléctricos**

Son equipos eléctricos de una instalación que concentran dispositivos de protección y de maniobra o comando, desde los cuales se puede proteger y operar toda la instalación o parte de ella y deben proveer un alto nivel de seguridad y confiabilidad en la protección de personas e instalaciones, (NEC, 2013)

1.3.5.2 **Tablero General de Protección**

Enlazan la acometida con la línea general de alimentación. Tiene como función alojar los elementos de protección de la línea general de alimentación, en ellos está montado los dispositivos de protección y maniobra que protegen los alimentadores y permite operar sobre toda la instalación de consumo. (NEC, 2013)

1.3.5.3 Tableros de Distribución

Se refiere a un conjunto de compartimientos que se unen para formar un solo grupo, como se muestra en la figura 3. Este grupo contiene dispositivos de protección automáticos que supervisan y protegen los diferentes circuitos de la instalación eléctrica, como: iluminación, tomacorrientes y cargas especiales.

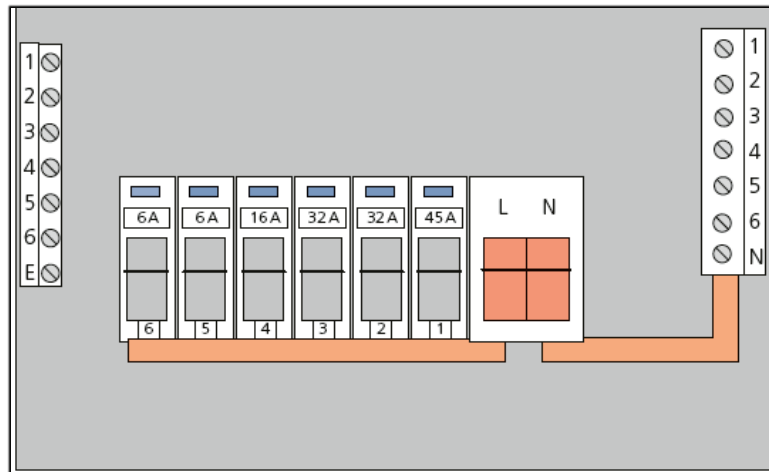


Figura. 3: Tablero de distribución de seis vías con ocho módulos

Fuente: (Tanner, 2022)

Según la norma (NEC, 2018), establece que el tablero eléctrico debe ser ubicado en un lugar seco y accesible para el personal encargado del mantenimiento, cerca de las demás cargas de instalación. Además, es obligatorio que dentro de la tapa del tablero se incluya el diagrama unifilar con la lista de los circuitos de cada interruptor.

La norma (NEC, 2013), establece que en un tablero de distribución que alimenta circuitos de diferentes servicios, como fuerza, alumbrado, calefacción u otros, las

protecciones deben organizarse de manera ordenada y ocupar diferentes secciones del tablero de distribución.

1.3.5.4 **Sistemas De Protección**

Según (NFPA 70, 2020), este sistema incluye diversos elementos y materiales que se instalan con el propósito de proteger la integridad de circuitos eléctricos específicos ante la posible exposición al fuego exterior y, por tanto, evitar su interrupción.

1.3.5.5 **Interruptor Diferencial**

Dispositivo de protección electromecánico, se utiliza en instalaciones eléctricas donde el neutro está conectado a tierra, y se compone de un núcleo magnético, bobinas conductoras y un dispositivo de corte, como muestra la figura 4. Este interruptor diferencial interrumpe el circuito eléctrico cuando existe una fuga a tierra y la intensidad que circula por los dos conductores no es igual (García Trasancos, 2020).

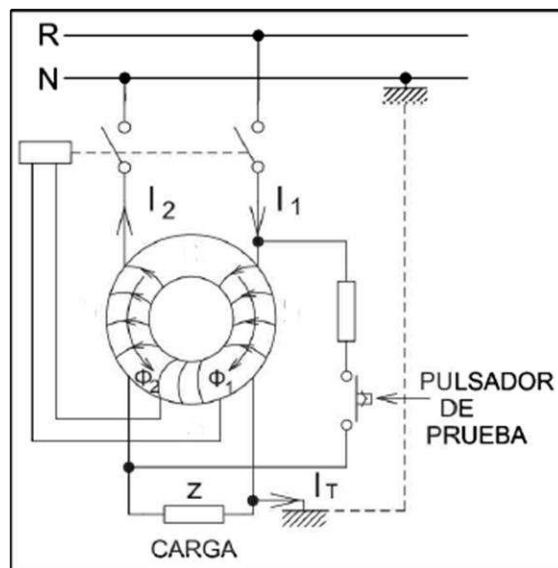


Figura. 4: Interruptor diferencial

Fuente: (García Trasancos, 2020)

El interruptor diferencial como se observa en la figura 5 tiene como finalidad proteger a las personas de accidentes provocados por partes activas de la instalación.



Figura. 5: Interruptor Diferencial.

Fuente: (Schneider Electric Global, 2021)

1.3.5.6 Interruptor Termomagnético

El interruptor termomagnético es un elemento de maniobra y protección diseñado para abrir o cerrar un circuito manualmente y/o para abrir un circuito automáticamente cuando se produce una sobrecorriente predeterminada de su valor nominal (NEC, 2018). La lámina del interruptor se dobla debido al efecto de calentamiento, lo que activa el disparador térmico y provoca que se dispare el interruptor (Tanner, 2022).

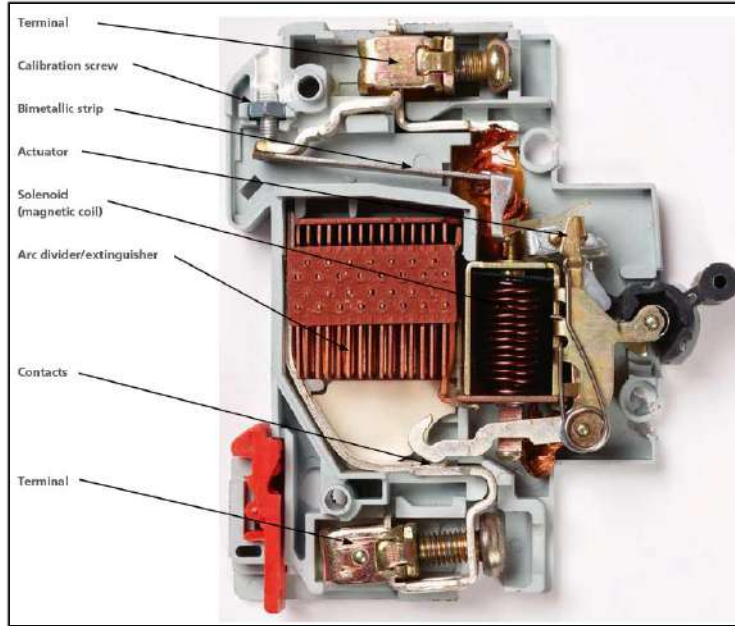


Figura. 6: Interruptor termomagnético.

Fuente: (Tanner, 2022)

Según la norma, (NEC, 2018), los interruptores termomagnéticos automáticos fabricados bajo la norma IEC 60898-1 como se muestra en la figura 6, deben ser los dispositivos de protección contra sobrecorrientes (sobrecargas y cortocircuitos), que cumplan con el reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091, y con las condiciones generales de protección detalladas en la siguiente tabla 1.2.

Tabla 1.2 Condiciones generales de protección del interruptor termomagnético

Condiciones generales de instalación del interruptor termomagnético	
Dimensionamiento	Relacionado con la capacidad de los circuitos a proteger y al funcionamiento de las curvas de disparo intensidad-tiempo
Ubicación	Se deben alojar en tableros de distribución tipo centro de carga
Protección	Deben soportar la influencia de los agentes externos a los que estén sometidos con al menos un grado de protección de IP 20.

Protección circuitos especiales	La protección del circuito especial de la cocina eléctrica de 220/240 V debe protegerse mediante un interruptor termomagnético bipolar mínimo de 40 amperios, instalado en el interior del tablero de distribución.
---------------------------------	---

Fuente: (NEC, 2018)



Figura. 7: Interruptor termomagnético

Fuente: (Schneider Electric Global, 2021)

1.3.5.7 **Canalizaciones**

Según (Tanner, 2022), son aquellas que proporcionan protección mecánica para evitar daños en el aislamiento y reducir los riesgos de descarga eléctrica o avería. Los sistemas de canalización pueden estar hechos de plástico, metal galvanizado, acero inoxidable o acero esmaltado en negro. Cuando exista riesgo de humedad o corrosión, se debe seleccionar un conducto de Policloruro de vinilo (PVC) o galvanizado. Para una protección mecánica más fuerte, se utiliza normalmente conducto galvanizado

Según la norma (NEC, 2018), la canalización que proteja la instalación de los circuitos eléctricos debe ser de los siguientes tipos:

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

Cuando existe tramos largos de canalización de acuerdo con la temperatura se debe colocar juntas de dilatación que compensen las contracciones o expansiones de los ductos debido a las variaciones de temperatura. (NEC, 2013).

Las canalizaciones de los diferentes circuitos de iluminación, tomacorrientes y salidas especiales deben ser independientes, (NEC, 2018).

1.3.5.8 Tomacorrientes

Los tomacorrientes son dispositivos que permiten la conexión de enchufes y terminales para la conexión de circuitos de salida, que utiliza energía eléctrica para accionar artefactos como electrodomésticos o pequeñas máquinas que están conectadas a través de ellos. Es importante mencionar que los tomacorrientes deben tener tres contactos, que son fase, neutro y tierra, según se muestra en la figura 8.

Además, deben ser diseñados para soportar una corriente máxima de carga de 20 amperios por circuito y no deben tener más de 10 salidas por tomacorriente, tal como lo establece (NEC, 2018).

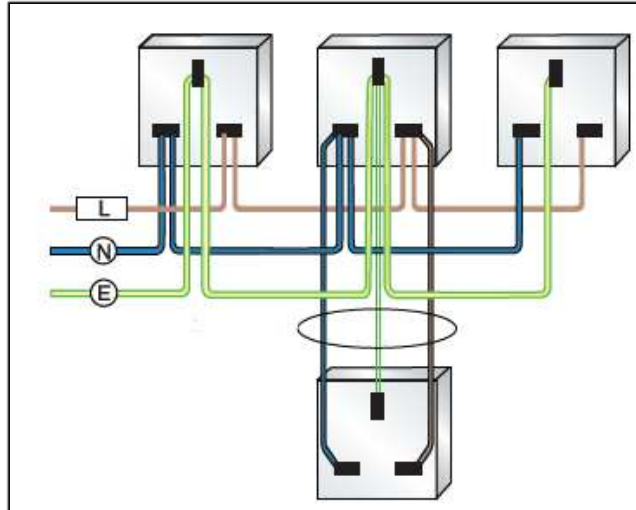


Figura. 8: Tomacorriente de tres contactos

Fuente: (Scaddan, Electric Wiring For Domestic Installers, 2019)

Según (NEC, 2018), la distancia y la ubicación a instalarse son los siguientes:

- Los tomacorrientes de uso general deben instalarse a una altura de 0,40 m del piso, a menos que haya casos especiales. Por ejemplo, en el baño y/o cocinas, se pueden colocar a una altura de 0,10 m sobre mesones.
- Los tomacorrientes deben ser instalados con un conductor de protección a tierra.
- Los tomacorrientes para cocinas eléctricas deben ser instalados en puntos fácilmente accesibles y su altura de montaje entre 0,20 y 0,80 m desde el suelo.
- Los interruptores empotrados en el piso deben ser a prueba de humedad y tener alta resistencia mecánica.

1.3.5.9 Conductores.

Se define como la porción conductora de un cable que constituye un alambre o un grupo de alambres en contacto entre sí. La capacidad para ser un buen o mal

conductor depende de la composición del material (es decir su resistividad). (Scaddan, Electrical Installation Work, 2019).

Según la tabla 1.3 Aunque la plata y el oro son los mejores conductores, no se utilizan comercialmente debido a su alto costo. El cobre es un material adecuado y bastante común para la fabricación de cables, ya que tiene una baja resistividad. A diferencia del cobre, el aluminio es más barato, pero no es tan adecuado debido a que requiere un área transversal mayor para pasar la misma corriente y es mecánicamente inferior al cobre.

Tabla 1.3 Resistividad de algunos materiales conductores

Material	Resistividad a 20°C ($\mu\Omega$ cm)
Plata	1,58
Cobre	1,72
Oro	2,36
Aluminio	2,6
Tungsteno	5,6

Fuente: (Scaddan, Electrical Installation Work, 2019)

Para identificar las fases de los conductores se debe utilizar el siguiente código de colores de acuerdo con la tabla 1.4

Tabla 1.4 Código de colores

CÓDIGO DE COLORES	
CONDUCTOR	COLOR
Neutro	Blanco
Tierra	Verde, verde con franja amarilla
Fase	Rojo, azul, negro, amarillo o cualquier otro color diferente a neutro y tierra

Fuente: (NEC, 2018).

Según la norma (NEC, 2013), el conductor establecido para las instalaciones es el cobre.

1.3.5.10 Tipos de conductores en instalaciones eléctricas

Según (Scaddan, Electrical Installation Work, 2019), los conductores se dividen en conductores sólidos y conductores trenzados flexibles.

- Los conductores sólidos se utilizan para cableado fijo. Además, este tipo de conductor puede soportar más corriente que el cable trenzado.
- Los conductores trenzados es un conjunto de alambres finos y reunidos de forma que se pueden utilizar como un cable flexible este tipo de construcción le da al conductor su cualidad flexible.

1.3.5.11 Normas generales para los conductores

La norma ecuatoriana (NEC, 2018) considera que, para circuitos de iluminación, el calibre del conductor neutro debe ser igual al conductor de las fases, además se debe utilizar un conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 2,5 mm² (#14 AWG) para la fase, neutro y conductor a tierra.

En circuitos de fuerza o tomacorrientes considera que el calibre del conductor debe ser igual al conductor de las fases. También se utiliza un conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 4 mm² (#12 AWG).

En circuitos de cargas especiales se utiliza conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 5,26 mm² (#10 AWG) para las fases.

En alimentadores a tableros de distribución el calibre mínimo recomendado para un alimentador, desde el contador de energía o medidor hasta el tablero de distribución único, debe ser el # 6 AWG de cobre aislado tipo THHN. En caso de disponer más de un tablero de distribución el calibre de los sub alimentadores deberá estar en función de la demanda en cada subtablero.

1.3.6 Sistemas de Iluminación Eléctrica

La iluminación es un área especializada en los trabajos de instalaciones eléctricas.

Según la norma ecuatoriana (NEC, 2013), el nivel mínimo de iluminación según el tipo de local y tarea que se desarrolle se determina en la siguiente tabla 1.5

Tabla 1.5 Iluminación en ambientes asistenciales y educacionales

Tipo de Recinto	Iluminancia [Lux]
Bibliotecas	400
Cocinas	300
Gimnasios	200
Oficinas	300
Pasillos	100
Policlínicos	300
Salas de cirugía	500
Salas de clase	300
Salas de dibujo	600

Fuente: (NEC, 2013)

En cada sala de clase en ambientes educacionales de enseñanza media debe estar instalado por lo menos 3 tomacorrientes. En salas de párvulos y de enseñanza básica solo se exigirá 2 tomacorrientes. (NEC, 2013).

1.3.6.1 Flujo luminoso

Según (SYLVANIA, 2021), es la medida de la potencia luminosa que se puede percibir. Su magnitud de medida en el sistema internacional de unidades (SI) es el lumen (lm) y se define como: $Lm = cd * sr$

En síntesis, el flujo luminoso es la cantidad total de potencia en el espectro visible considerando cada longitud de onda.

1.3.6.2 Iluminancia

Es la cantidad de lúmenes o flujo luminoso que incide en una superficie por unidad de área en metros cuadrados. La unidad de medida en el SI es el Lux: lux = 1 lumen/m².

1.3.6.3 Intensidad luminosa

Se define como la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de Angulo sólido. Su unidad de medidas según el (SI) es la candela (cd).

1.3.6.4 Eficiencia luminosa

Se utiliza para medir la eficiencia de una lámpara o luminaria. Compara la cantidad de luz emitida con la potencia eléctrica consumado. Su unidad en el (SI) es de: lúmenes sobre vatios (lm/W) (SYLVANIA, 2021).

1.3.6.5 Cálculo del diseño de iluminación

Es necesario conocer la superficie de área del lugar para realizar el cálculo de iluminación, para el diseño de iluminación se utiliza el método del flujo total y requiere conocer ciertos factores como:

- a) nivel de iluminación en lux ϵ ,
- b) flujo luminoso de la lampara en lúmenes (Φ),
- c) superficie en metros cuadrados (S),
- d) factor de utilización (μ) que se puede encontrar en catálogos o tablas según el fabricante de la luminaria, depende del índice del local (K), y factor de reflexión
- e) índice del local (K) se basa en las dimensiones de ancho, largo y altura del local.
- f) Factor de depreciación (δ): parte del cálculo del flujo total
- g) Coeficiente de reflexión: intensidad lumínica que depende del tipo de material o superficie que incide. En la tabla 1.6 se muestran los valores del factor de reflexión de acuerdo con las características del lugar.

Tabla 1.6 Factor de reflexión

Techo	Blanco 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
	oscuro	0,1

Fuente: (Anrrango Piñan, 2020)

- h) Factor de mantenimiento (fm): Determina la contaminación del ambiente y mantenimiento de las luminarias. En la tabla 1.7 se muestran los valores del factor mantenimiento de acuerdo con las características del lugar.

Tabla 1.7 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: (Anrrango Piñan, 2020)

- i) El flujo total es el flujo luminoso en el área o zona donde se quiere proyectar se expresa en lúmenes (Lm):
- j) Número total de luminarias necesarias a proyectarse en el aula de clase.

1.3.7 Tipos de lámparas

Las lámparas se pueden clasificar en diferentes categorías según su forma, tamaño, material de construcción, tecnología de iluminación y uso.

1.3.7.1 Lámparas incandescentes

Son llamadas lámparas de filamento de tungsteno, presenta un filamento que opera en vacío en el bulbo de vidrio como se observa en la figura 9, este bulbo se encuentra lleno de un gas como nitrógeno o argón, pero su eficiencia es baja ya que solo puede funcionar hasta una temperatura de 2000°C (Scaddan, Electrical Installation Work, 2019).

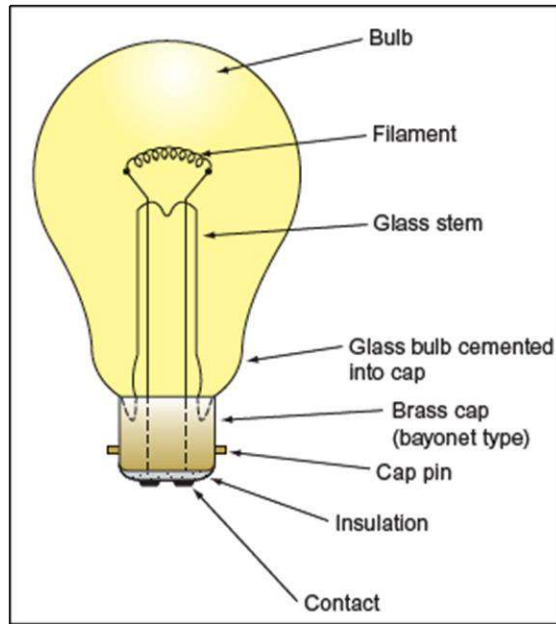


Figura. 9: Lámpara incandescente

Fuente: (Scaddan, Electrical Installation Work, 2019)

1.3.7.2 Lámparas fluorescentes

Es una lámpara de vapor de mercurio de baja presión, llamada comúnmente lámpara fluorescente. Consta de un tubo de vidrio, cuyo interior está recubierto de fósforo fluorescente y el tubo está lleno de vapor de mercurio a baja presión y una pequeña cantidad de argón para facilitar el arranque. (Scaddan, Electrical Installation Work, 2019), en la figura 12, se observa el diagrama de la lámpara.

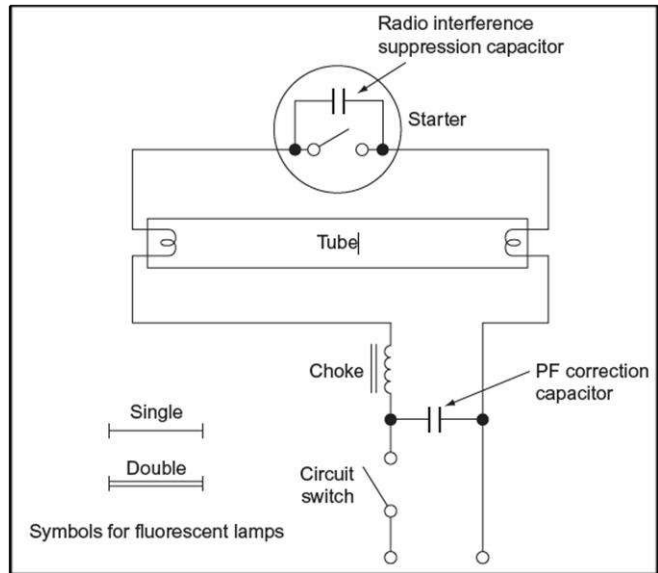


Figura. 10: Circuito básico de un diagrama de lampara fluorescente

Fuente: (Scaddan, Electrical Installation Work, 2019)

1.3.7.3 Lámpara de Vapor de Mercurio de Alta Presión

Este tipo consta de un tubo de cuarzo como se observa en la figura 13, que contiene mercurio a alta presión y un poco de gas argón para ayudar al arranque. Hay tres electrodos, dos principales y uno auxiliar; este último se utiliza para iniciar la descarga. (Scaddan, Electrical Installation Work, 2019)

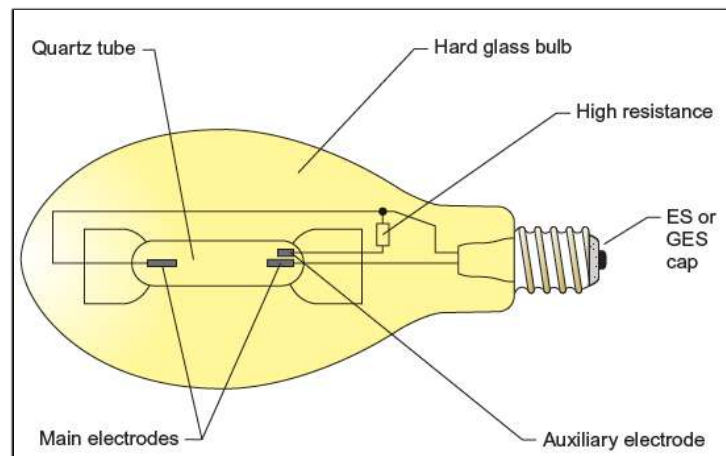


Figura. 11: Lámpara de vapor de mercurio de alta presión

Fuente: (Scaddan, Electrical Installation Work, 2019)

Este tipo de lámpara produce una luz casi blanca con un matiz azul. Se utiliza comúnmente para: Iluminación de servicios, alumbrado público en zonas residenciales e Iluminación de balizas.

1.3.7.4 **Lámpara de Vapor de Sodio de Baja Presión**

Este tipo de lámpara contiene un gas de sodio a baja presión y también un gas a base de neón que se ioniza a temperaturas más bajas. Cuando se enciende, el gas a base de neón emite una luz rosada que calienta el gas de sodio y produce una luz naranja característica. (Tanner, 2022), la lámpara de vapor de sodio de baja presión se puede apreciar en la figura 14.

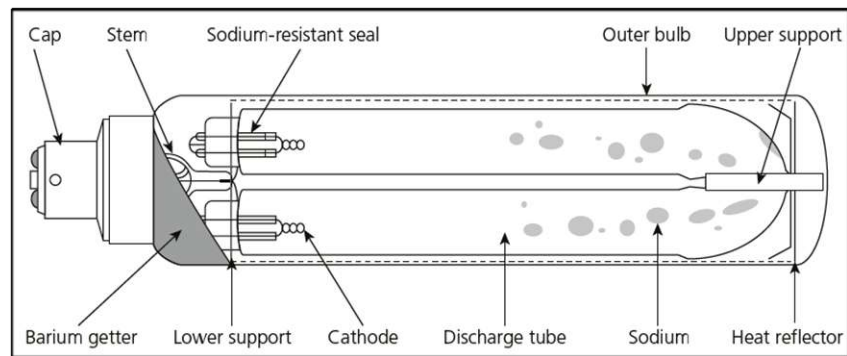


Figura. 12: Lámpara de vapor de sodio de baja presión

Fuente: (Tanner, 2022)

1.3.7.5 **Lámpara de Vapor de Sodio de Alta Presión**

Este tipo de lámparas se utiliza para el alumbrado público en calles y servicios, así como para estacionamientos, iluminación de bahías. Estas lámparas proporcionan una iluminación de color naranja claro y tienen una buena eficacia, lo que las convierte

en una elección común. (Tanner, 2022), La figura 15 muestra la lampara de vapor de sodio de alta presión.



Figura. 13: Lámpara de vapor de sodio de alta presión,

Fuente: (Tanner, 2022)

1.3.7.6 Lámparas LED

Los diodos emisores de luz o LED son dispositivos que emiten luz cuando se activan, utilizan diodos de unión P-N conectados en serie a una fuente de alimentación de corriente continua. Son muy eficientes y duraderos, incluso más que las lámparas incandescentes y fluorescentes compactas.

La iluminación LED se está utilizando cada vez más en diferentes aplicaciones, como iluminación de calles y reflectores, así como en uso doméstico, debido a sus ventajas en cuanto a eficiencia y durabilidad. (García Trasancos, 2020), la figura 14 muestra los elementos que constituyen una lampara LED.

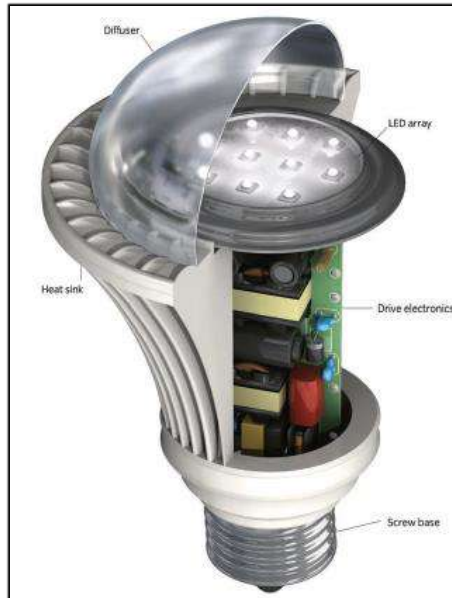


Figura. 14: Lámpara LED

Fuente: (Tanner, 2022)

1.3.8 Caída de voltaje

Según la normativa establecida por (NEC, 2013), se establece que la caída de voltaje provocada por la corriente máxima que circula en los conductores alimentadores, subalimentadores, secundarios y circuitos derivados no debe superar el 3% del voltaje nominal. Además, en el punto más desfavorable de la instalación, esta pérdida no debe exceder el 5% del voltaje nominal.

1.3.9 Carga y demanda



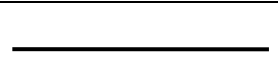
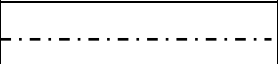



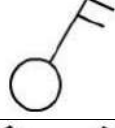



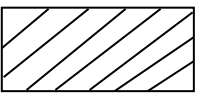
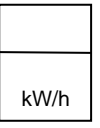
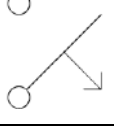
Según (Valencia Aguirre, 2018) la clasificación de los consumidores es esencial para el análisis de la demanda eléctrica. Se requiere establecer una distribución de consumidores basada en factores que afectan directamente la influencia de la


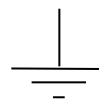

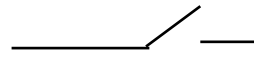
demanda en la red de distribución. Por el cual es necesario realizar un análisis detallado para determinar los valores de la demanda unitaria a considerar en el diseño.

1.4 Simbología

Según las normas (NEC, 2013) y (NEC, 2018), hace referencia a la simbología utilizada en instalaciones eléctricas de bajo voltaje. En la tabla 1.8 se muestra la simbología para la representación gráfica en planos de instalaciones eléctricas.

Tabla 1.8 Simbología eléctrica

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Circuito de iluminación (grosor de línea 0,5)		Circuito de Tomacorrientes (0,5)
	Circuito de tomas especiales (0,7)		Circuito de puesta a tierra
	Punto de luz		Interruptor simple, símbolo general
	Interruptor simple con luz piloto		Interruptor doble
	Interruptor triple		Conmutador simple
	Tablero de distribución secundario		Tablero de distribución principal
	Contador de energía		Interruptor termomagnético

	Transformador		Conexión a tierra
	Interruptor termomagnético		Interruptor tipo cuchilla

1.5 Eficiencia energética

Es la recopilación de acciones que ayuda a reducir el consumo de energía, con inversiones en tecnologías más eficientes, sin afectar al confort y calidad de vida de la población, su objetivo es reducir los costos y minimizar el impacto ambiental (ARCERNNR, 2021).

1.5.1 Factor de Potencia

Es una medida de la eficiencia energética, según (Waygood, 2019), se define como la relación entre potencia real y potencia aparente de una carga, es expresada como el coseno del ángulo de fase del circuito, por el cual la corriente de alimentación se retrasada y conduce su tensión de alimentación.

La figura 15 y 162 ilustran cómo el factor de potencia puede estar atrasado o adelantado dependiendo de si el circuito es inductivo o capacitivo en relación al voltaje suministrado.

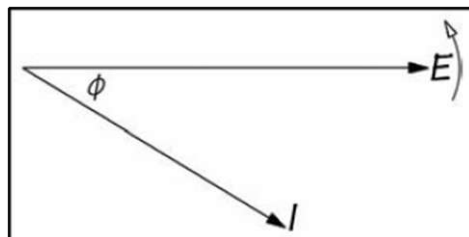


Figura. 15: Circuito con un factor de potencia atrasado.

Fuente: (Waygood, 2019)

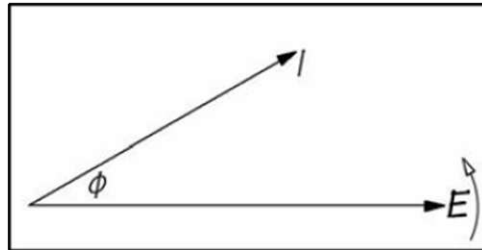


Figura. 16: Circuito con un factor de potencia adelantado (Waygood, 2019)

Fuente: (Waygood, 2019)

Según, la Agencia de Regulación y Control de Energías y Recursos Naturales no Renovables, (ARCERNNR, 2022), argumenta que si el valor del factor de potencia registrado o calculado durante el periodo de consumo es inferior a 0,60 para cualquier tipo de consumidor de categoría general con medición de energía reactiva, la empresa distribuidora, podrá suspender el Servicio público de energía eléctrica (SPEE), hasta que el consumidor realice las adecuaciones necesarias para superar el valor limite.

1.6 Calidad De Energía

La calidad de energía se refiere a la energía eléctrica suministrada a equipos y dispositivos que cumplen con ciertas características y condiciones apropiadas para asegurar su funcionamiento continuo, sin afectar su rendimiento o causar fallas.

Capítulo 2

DIAGNOSTICO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS INTERNAS DE LA UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

El siguiente capítulo tiene como finalidad la presentación de los resultados que se obtuvieron en el diagnóstico del estado de las instalaciones eléctricas de la Unidad Educativa Antonio Ante sede principal, así como los parámetros eléctricos conforme a las normas vigentes en nuestro país.

2.1 Descripción del área de estudio

La Unidad Educativa Antonio Ante sede principal, se encuentra ubicado en la provincia de Imbabura; cantón Antonio Ante en la parroquia urbana de Andrade Marín (Lourdes) entre las calles Junín 4-76 y Jorge Montalvo, como se muestra en la figura 17 y 18, a unos 200 metros de la Panamericana, en las coordenadas geográficas UTM: Zona: 17 N, Coordenada Este: 810186.77 m E y Coordenada Norte: 35861.76 m N.



Figura. 17: Área de la unidad educativa Antonio Ante sede principal



Figura. 18: Unidad Educativa Antonio Ante sede principal

Fuente: (Google, 2022)

La unidad educativa Antonio ante fue fundada en 1980 y en sus instalaciones operan desde 1982, tiene aproximadamente 43 años de vida institucional. En la actualidad alberga un total de 34 entidades públicas entre maestros y personal administrativo que realizan sus labores en la institución sumando a estas el personal estudiantil. El plantel educativo cuenta con 2 laboratorios de computación, oficinas para administrativos, 19 aulas de clase, un bar, bodegas, y baños.

En los últimos años las instalaciones eléctricas dentro del plantel educativo han sido desarrolladas por personal no calificado, lo que puede resultar en posibles fallos eléctricos. Además, se cuenta con poca información sobre el estado actual de las instalaciones, ya que no se ha registrado un plan de mantenimiento eléctrico.

Asimismo, algunas de las instalaciones carecen de un sistema de protección contra posibles fallas y sobrecargas eléctricas.

2.2 Metodología

Para desarrollar el siguiente diagnóstico de acuerdo con el segundo objetivo específico y tener los resultados esperados, se planteó una metodología, descrita como un procedimiento ordenado para reconocer el estado actual de las instalaciones de la unidad Educativa Antonio Ante sede principal.

Este procedimiento se muestra en el diagrama de flujo de la figura 19.

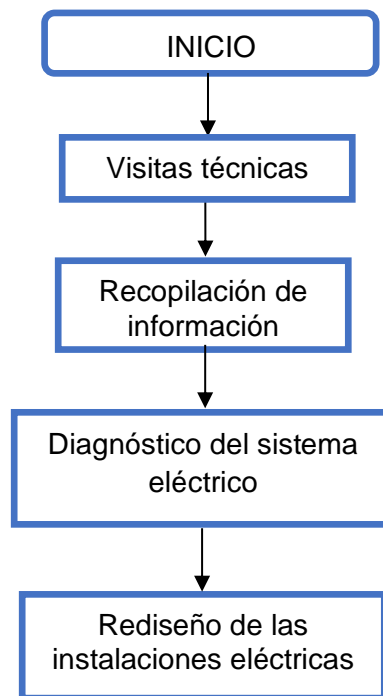


Figura. 19: Diagrama de flujos de la metodología aplicada

Fuente: Autor

Debido a la falta de planos arquitectónicos y eléctricos que mostraron las conexiones actuales del plantel educativo, se programaron visitas para recopilar

información adicional. Durante estas visitas, se utilizó una cinta métrica para medir toda la infraestructura del plantel educativo, con el objetivo recopilar información y obtener una comprensión más completa de su diseño y estructura.

Durante las visitas técnicas realizadas en el plantel educativo, se programaron interrupciones de energía para identificar fácilmente cada tablero de distribución su inicio y final de cada circuito. Estas interrupciones fueron autorizadas por la autoridad competente y permitieron obtener información valiosa para la resolución de los problemas eléctricos en el plantel.

Con el propósito de recopilar información adicional sobre el estado actual de los circuitos de iluminación y fuerza en el plantel educativo, se realizaron varias encuestas al personal educativo y administrativo. Estas encuestas permitieron recopilar información valiosa para llegar a un diagnóstico y resolver los problemas eléctricos.

Con el objetivo de obtener información precisa sobre los parámetros eléctricos del sistema en el plantel educativo y su posterior análisis, se instaló un analizador de redes. Este dispositivo permitió recopilar datos importantes, como los valores de voltaje y potencia, durante los días más demandados de la semana, cuando las cargas de los laboratorios de computación operan en horas de la mañana y las cargas de las lámparas de alta presión en la noche.

2.3 Levantamiento de información de las instalaciones eléctricas de la Unidad Educativa Antonio Ante sede principal.

Para realizar el levantamiento se utilizó, diversas herramientas, como una cinta métrica, un multímetro, y el uso de la escalera.

Se realizó el recorrido por toda la unidad educativa recopilando información técnica, y datos de infraestructura, como resultado se obtiene:

- Diagrama unifilar
- Planos eléctricos
- Distribución de los circuitos en cada tablero
- Diagnóstico de fallas de electricidad
- Cuadro de cargas.

2.3.1 Diagramas Unifilares

La unidad educativa Antonio Ante sede principal no presenta planos eléctricos que muestren en detalle las instalaciones eléctricas internas. Para solucionar este problema, se elaboró el diagrama unifilar en el que se representa el estado actual de las instalaciones eléctricas, donde se especifica cada fase de los contadores eléctricos, la protección y el calibre del conductor. Las figuras 20 y 21 muestran el diagrama unifilar de acuerdo al contador de energía que corresponde. (Ver anexos A)

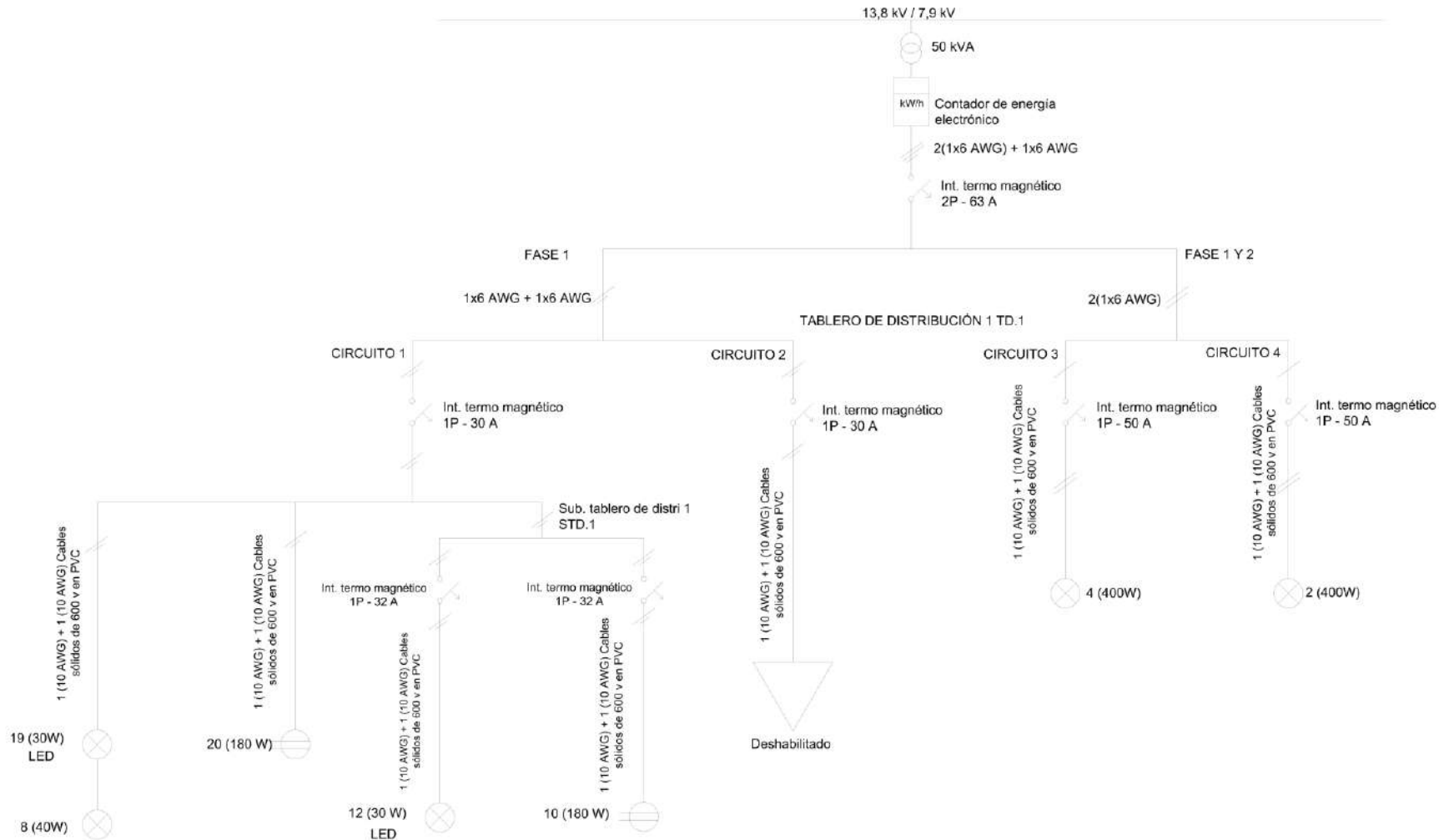


Figura. 20: Plano unifilar contador de energía electrónico

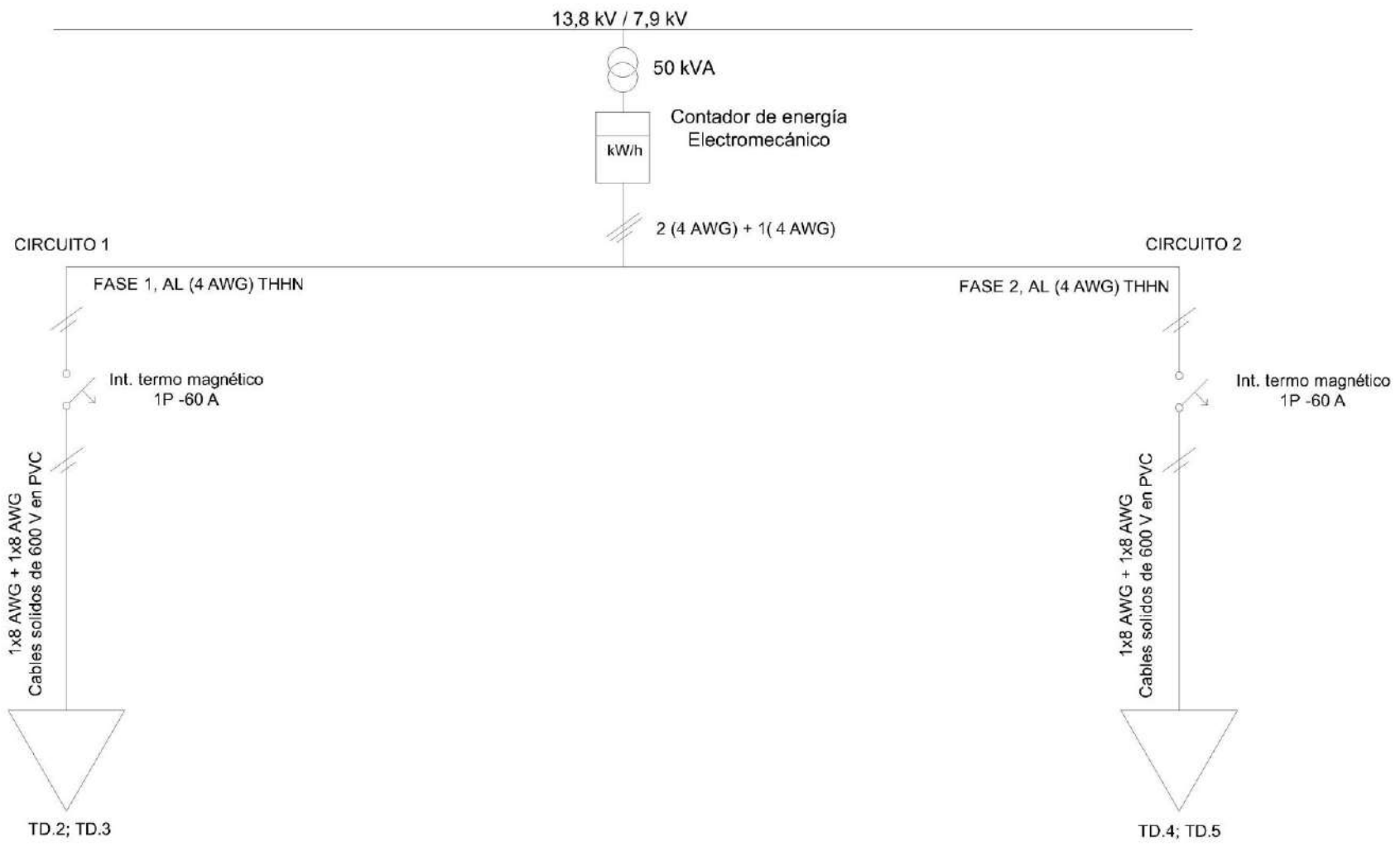


Figura. 21: Plano unifilar contador de energía electromecánico

2.3.2 Planos Eléctricos

Cabe aclarar que el plantel educativo no presenta planos arquitectónicos, complicando la identificación y elaboración del nuevo diseño. Por tal motivo se realizó las mediciones en cada área del establecimiento educativo, y se utilizó el software AutoCAD para dibujar toda la infraestructura y poder identificar las áreas de manera más efectiva. En el Anexo B se encuentran los planos, y su distribución de energía actualmente.

2.3.3 Toma de datos del transformador

El transformador trifásico de 50 kVA, pertenece al alimentador Atuntaqui 1, en medio Voltaje de 13,8 kilovoltios (kV), instalado en un poste circular de hormigón Armado de 12 metros de altura y 500 kilogramos carga rotura. Este equipo es propiedad de EMELNORTE S.A. y tiene un voltaje secundario de distribución de 120 V de fase y 240 V de línea.

2.3.4 Acometida

La institución educativa presenta dos acometidas aéreas bifásicas trifilares dos fases, un neutro, como soporte utiliza un tubo poste como muestra en la figura 20, las acometidas presentan la siguiente descripción:

- Una acometida 3x4 AWG cable Triplex de aluminio ASC, con neutro desnudo, para 600 Voltios, de 7 hilos, (2 fases, 1 neutro)
- Una acometida 3x6 AWG, cable triplex de aluminio ASC con neutro desnudo, para 600 voltios de 7 hilos (2 fases, 1 neutro).



Figura. 22: Acometida doble monofásica trifilar

2.3.5 Contador Eléctrico

El plantel educativo presenta tres medidores o contadores de energía, ubicados en la calle, dos de estos se encuentran funcionando, a) contador electromecánico y b) contador de energía electrónico, el tercer contador electromecánico de la figura 23 c) se encuentra fuera de servicio. Estos medidores de energía fueron instalados por la empresa eléctrica regional norte “EMELNORTE S.A.”.



Figura. 23: a) Contador electromecánico. b) Contador electrónico. c) Contador fuera de servicio.

2.3.6 Luminarias en poste

El plantel educativo presenta 6 Luminarias de vapor de sodio cerrada, de 400 Vatios (W), a 240 voltios (V), instaladas cada una en un poste de hormigón armado circular de 11 m, carga rotura de 350 kilogramos. Mediante el uso de aplicación en línea Geoportal del sitio web de Emelnorte se conoció los valores y el tipo de luminaria cuyo código estructura es (LDPS400PCC) y según la homologación de las unidades de propiedad su descripción abreviada es Lum. 240 V Na 400 W en poste con red aérea hilo piloto.

2.3.7 Circuitos de alimentación.

El circuito de alimentación se encuentra muy alejado del tablero general eléctrico, llega de forma aérea y tiene como soporte, un poste de hormigón para luego bajar al tablero general distribución, como muestra la figura 24.



Figura. 24: Circuito de alimentación hacia el tablero general

2.3.8 Ubicación de los tableros Eléctricos

Para la ubicación de los tableros de distribución, se tomó la opción de separarlos de acuerdo al tipo de contador de energía electrónico y electromecánico al cual pertenecen.

Existen 5 tableros eléctricos, 4 tableros de distribución, y un tablero general, que se encargan de distribuir la energía eléctrica a todo el plantel educativo, varios están en mal estado. Muchos de los tableros de distribución se ubican en zonas que acelera su vida útil. Los tableros se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

- TG. D = Tablero general eléctrico

Contador bifásico de energía electrónico

- TD.1 = Tablero de distribución 1 (en el tablero general)
- STD.1 = Sub tablero de distribución 1 (2do B. ciencias "B")

Contador bifásico de energía electromecánico (fase 1)

- TD.2 = Tablero de distribución 2 (línea de fase 1, oficinas)
- TD.3 = Tablero de distribución 3 (línea de fase 1, aulas atrás edificio)
- STD.2 = Sub tablero de distribución 2 (línea de fase 1, 10mo “C”)
- STD.3 = Sub tablero de distribución 3 (línea de fase 1, aula de música)

Protecciones individuales

- PTI.1 = Protección termomagnética individual 1
- PTI.2 = Protección termomagnética individual 2
- PTI3 = Protección termomagnética individual 3
- DEA.1 = Disyuntor eléctrico antiguo 1
- PTI.4 = Protección termomagnética individual 4

Contador bifásico de energía electromecánico (fase 2)

- TD.4= Tablero de distribución 4 (línea de fase 2, edificio, segundo piso)
- TD.5 = Tablero de distribución 5 (línea de fase 2, edificio, primer piso)

2.3.9 Levantamiento de información de los tableros eléctricos

Para el levantamiento de información, se tomó datos de cada uno de los tableros empezando por el tablero general de distribución, se abrió la tapa de cada uno de ellos para verificar sus características técnicas, el número de protecciones que presenta tipo de cable y numero de circuitos.

Para identificar las protecciones que corresponde a los medidores de energía, se empleó una pinza amperimétrica y se compararon los valores de corriente de las fases de cada contador de energía para identificar las protecciones correspondientes

a los mismos. Esta comparación se realizó en el tablero general, como muestra la figura 25, ya que los medidores eléctricos se encuentran en la pared que da a la calle y está lejos del tablero general.



Figura. 25: Comparación de corriente en las fases con un Multímetro

2.3.9.1 Tablero general eléctrico

El tablero general se encuentra ubicado en la pared de un aula de clase, la figura 26 muestra sus conexiones, no presenta un sistema de puesta a tierra, y según la norma (NEC, 2018), debe conectarse a su propia varilla de puesta a tierra.

La unidad educativa actualmente presenta un tablero general eléctrico distribuido de la siguiente manera: un tablero de distribución del medidor de energía electrónico, y las protecciones termomagnéticas generales del medidor electromecánico. Además, hay dos protecciones termomagnéticas que se encuentran

fuera de servicio. En la figura 26 se observa los circuitos conectados al tablero general eléctrico.

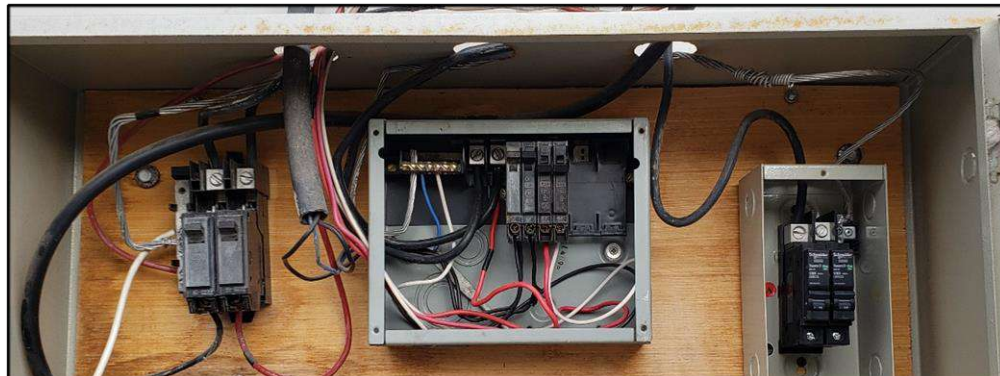


Figura. 26: Tablero general eléctrico.

Las líneas de fase del contador electromecánico monofásico trifilar: línea de fase 1, línea de fase 2, se encuentran conectadas a una protección termomagnética individual de 60 amperios, como se observa en la figura 27.

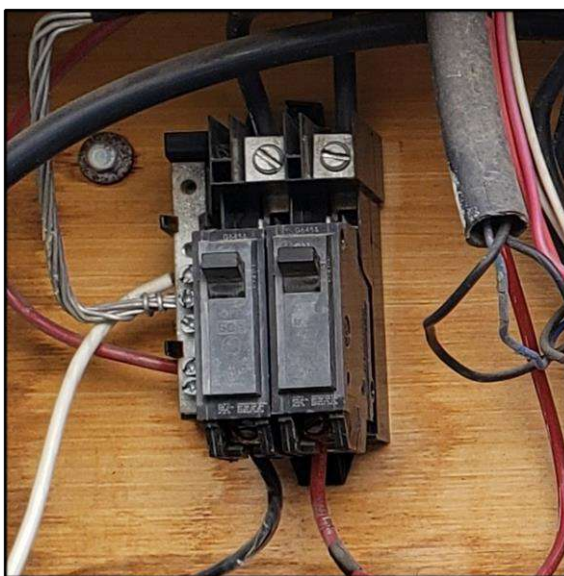


Figura. 27: Protecciones del medidor electromecánico bifásico

Se identificó que entre el medidor electromecánico y el tablero general no presenta con una protección general, que sirva para desconectar el sistema eléctrico

en casos de emergencia, y según la norma ecuatoriana de la construcción (NEC, 2013), todo tablero general, del cual dependan más de 6 alimentadores deberá llevar un disyuntor general que permita proteger y operar toda la instalación de forma simultánea.

La primera línea de fase se encuentra conectada a un tablero de distribución secundario que va dirigido hacia las oficinas y las aulas de clase. Mientras que la segunda línea de fase es utilizada para cubrir todo el edificio y se encuentra conectado a cargas de fuerza e iluminación.

La tabla 2.1 describe los 3 circuitos activos: 2 circuitos para luminarias, y 1 solo circuito para cargas de fuerza e iluminación.

Tabla 2.1 Circuitos controlados por el tablero general

Nº	Descripción	Protección (A)	Nº	Descripción	Protección (A)
1	Circuito 1 (Línea de fase 1): Alimentación al tablero de distribución 3 (Contador electromecánico)	50	3	Circuito 3: Tablero de distribución 1 (Contador electrónico)	
2	Circuito 2 (Línea de fase 2): Alimentación al tablero de distribución 4 (Contador electromecánico)	50	4	Circuito 4: Protecciones fuera de servicio (Contador deshabilitado)	

Fuente: Autor

2.3.9.2 Tablero de distribución 1

El tablero de distribución 1 del medidor electrónico se encuentra dentro del tablero general, ubicado en la pared del aula de tercero Técnico "A", en la figura 28 se muestra la conexión del tablero.

Cabe aclarar que las instalaciones eléctricas de este tablero tienen mezclado los circuitos de iluminación y tomacorrientes.

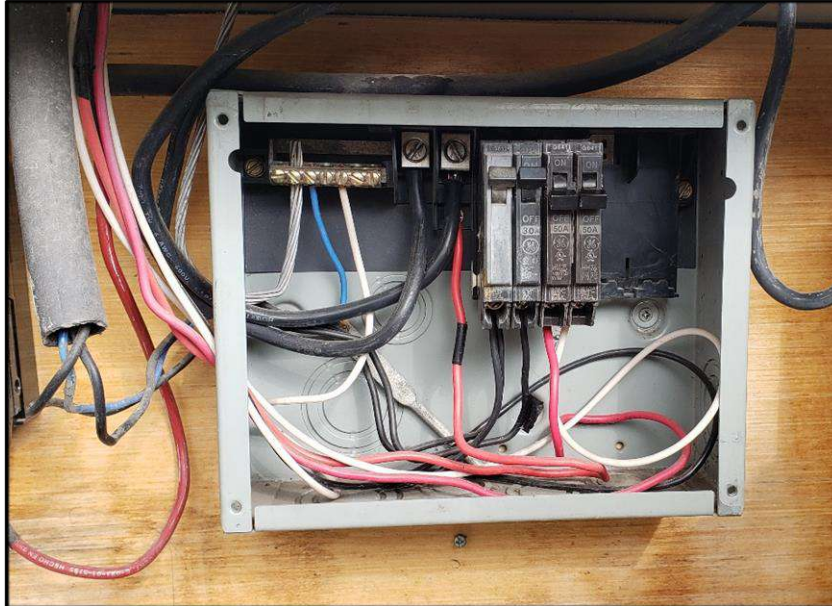


Figura. 28: Tablero de distribución 1. (Contador electrónico)

El tablero de distribución del medidor electrónico presenta 4 protecciones termomagnéticas donde la segunda protección se encuentra deshabilitada por problemas de cortocircuitos que se produjeron en el transcurso del tiempo debido a la sobrecarga, y capacidad mínima del conductor. Por ese motivo el circuito perteneciente a la protección 2 se instaló en la protección número 1.

El tablero de distribución 1 presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 6 servicios
- Alimentación bifásica trifilar (2 fases + neutro), calibre #6 AWG tipo TW 600V
- Tiene 3 servicios activos,
- Los interruptores termomagnéticos son de 50 y 30 A de un polo.

En la tabla 2.2 describe los 3 circuitos activos: 2 circuitos para luminarias, y 1 de tomacorrientes e iluminación.

Tabla 2.2 Circuitos controlados por el tablero de distribución 1

Nº	Descripción	Protección (A)	Nº	Descripción	Protección (A)
1	Circuito 1: Tomacorrientes y luminarias, conectado al tablero de distribución 2	30	3	Circuito 3: Luminarias de sodio cerrada	50
2	Circuito 2: Fuera de servicio	30	4	Circuito 4: Luminarias de sodio cerrada	50

Fuente: Autor

2.3.9.3 Sub-tablero de distribución 1

El Sub tablero de distribución 1 se encuentra en el pasillo de la derecha, empotrado en la pared del aula de 2do bachillerato Ciencias “B”, en la figura 29 se muestra la conexión del tablero.



Figura. 29: Sub tablero de distribución 1

El sub tablero de distribución 1 presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 2 servicios.
- Alimentación monofásica con puente (fase + neutro) de cobre, calibre #10 AWG tipo THHN, proviene de la primera protección del tablero de distribución 1.
- Tiene 2 servicios activos.
- Los interruptores termomagnéticos son de 32 A, de un solo polo.

En la tabla 2.3, describe los 2 circuitos activos: 1 de tomacorrientes, y el otro de iluminación.

Tabla 2.3 Sub tablero de distribución 1

Nº	Descripción	Protección (A)	Nº	Descripción	Protección (A)
1	Circuito 1: Tomacorrientes	32	2	Circuito 2: Iluminación	32

Fuente: Autor

2.3.9.4 Tablero de distribución 2

El tablero de distribución 2 se encuentra en el pasillo de la izquierda, empotrado en la pared de las oficinas, forma parte del circuito 1 de la línea de fase 1, del medidor electromecánico, en la figura 30, se muestra la conexión del tablero.

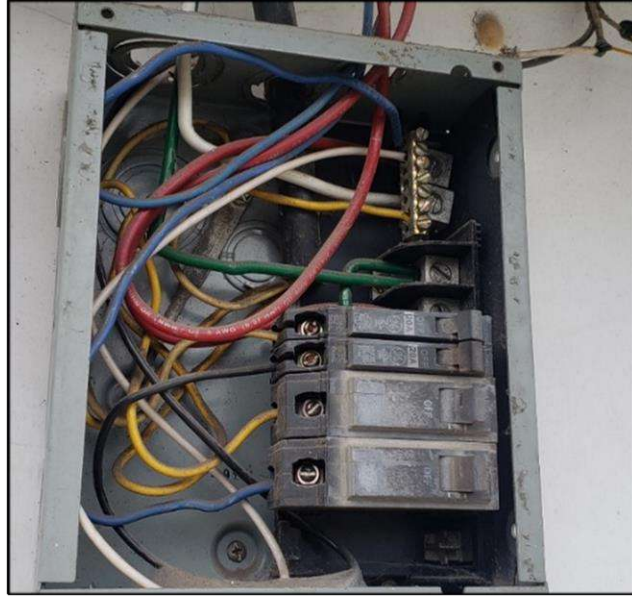


Figura. 30: Tablero de distribución 2

El tablero de distribución 2 presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 5 servicios.
- Alimentación monofásica con puente (fase + neutro) de cobre, calibre #8 AWG tipo THHN, proviene de la línea de fase 1 del contador electromecánico.
- Presenta 4 servicios activos.
- Los interruptores termomagnéticos son: dos de 20 A, y dos de 32 A, de un solo polo.

En la tabla 2.4, describe los 4 circuitos activos: circuito 1 de iluminación de las oficinas de inspección y secretaría, circuito 2 de tomacorrientes de las oficinas, circuito 3 de iluminación de rectorado, vicerrectorado, oficina 1 y oficina 2, circuito 4 de iluminación y tomacorrientes que pertenece a la bodega de la entrada a la izquierda.

Tabla 2.4 Tablero de distribución 2

Nº	Descripción	Protección (A)	Calibre (AWG)	Nº	Descripción	Protección (A)	Calibre (AWG)
1	Circuito 1: Iluminación oficinas de inspección y secretaría	20	10	3	Circuito 3: Iluminación rectorado, vicerrectorado, oficinas 1 y 2	32	10
2	Circuito 2: Tomacorrientes de las oficinas.	20	10	4	Circuito 4: Iluminación y tomacorrientes bodega de la entrada en la izquierda	32	10

Fuente: Autor

2.3.9.5 Tablero de distribución 3

El tablero de distribución 3 se encuentra a un lado del tablero de distribución 2 en el pasillo de la izquierda, empotrado en la pared de las oficinas, su conexión se dirige a en la figura 31, se muestra la conexión del tablero.

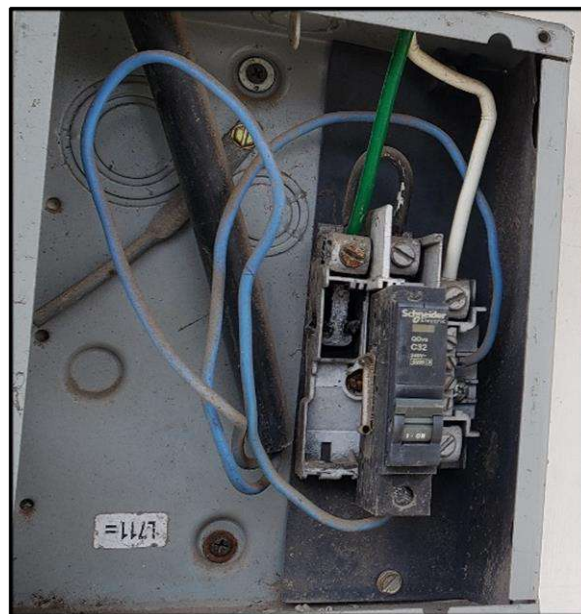


Figura. 31: Tablero de distribución 3

El tablero de distribución 3 presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 2 servicios.
- Alimentación monofásica con puente (fase + neutro) de cobre, calibre #8 AWG tipo THHN, proviene del circuito 1 de la línea de fase 1 del contador electromecánico.
- Presenta 1 servicio activo.
- El interruptor termomagnético es de 32 A, de un solo polo.

En la tabla 2.5, describe el circuito: 1 circuito dirigido a los tableros de distribución.

Tabla 2.5 Tablero de distribución 3

Nº	Descripción		Protección (A)	Calibre (AWG)
1	Circuito general:	Sub tablero de distribución 2	32	10
		Conectado a la protección individual 1		10
		Conectado a las protecciones individuales 2		10
		tomacorrientes y luminarias		10
		sub tablero de distribución 3		10

Fuente: Autor

2.3.9.6 Sub tablero de distribución 2

Sub tablero de distribución 2, se encuentra instalado en la pared del aula de decimo "C", en la parte izquierda del plantel educativo, en la figura 32 se muestra la conexión del sub tablero de distribución 2.

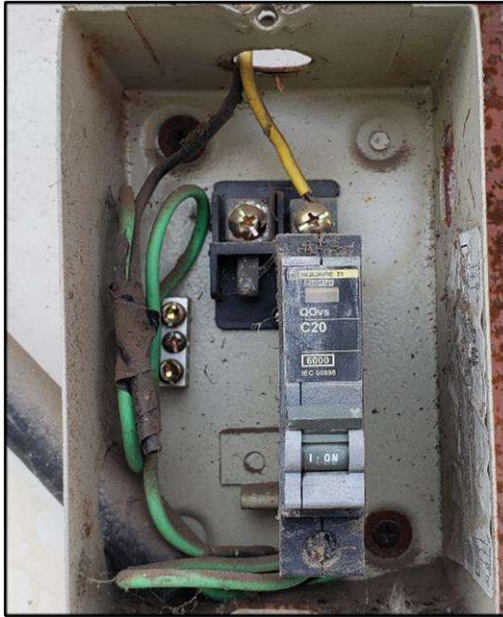


Figura. 32: Sub tablero de distribución 2

El sub tablero de distribución 2, presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 2 servicios.
- Alimentador monofásico (fase + neutro), los conductores son de cobre, calibre #12 AWG tipo THHN.
- Presenta 1 servicio activo.
- El interruptor termomagnético es de 20 A, de un solo polo.

En la tabla 2.6, describe el circuito: 1 circuito que alimenta la iluminación y tomacorrientes de las aulas de décimo "B" y "C".

Tabla 2.6 Sub tablero de distribución 2

Nº	Descripción	Protección (A)	Calibre (AWG)
1	Circuito 1:	20	10
	Tomacorrientes Decimo "B" y "C"		
	luminarias Decimo "B" y "C"		10

Fuente: Autor

2.3.9.7 **Sub tablero de distribución 3**

El sub tablero de distribución 3, se encuentra instalado en la pared del aula de música al fondo en la parte izquierda del plantel educativo, en la figura 33 se muestra la conexión del tablero.



Figura. 33: Sub tablero de distribución 3

El sub tablero de distribución 3, presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 2 servicios.
- Alimentador monofásico con puente (fase + neutro), los conductores son de cobre, calibre #10 AWG tipo THHN.
- Presenta 2 servicios activos.
- Los interruptores termomagnéticos son de 32 A, de un solo polo.

En la tabla 2.7 describe los 2 circuitos activos: 1 circuitos de tomacorrientes, 1 de iluminación y tomacorrientes.

Tabla 2.7 Sub tablero de distribución 3

Nº	Descripción		Protección (A)	Calibre (AWG)
1	Circuito 1:	Tomacorrientes aula de música	32	12
2	Circuito 2:	Iluminación aula de música y aula vacía 1	32	12
		Tomacorrientes, aula de música y aula vacía 1		12
		Conectado a un disyuntor eléctrico antiguo DEA.1		10
		Conectado a la protección Termomagnética individual 4.		10

Fuente: Autor

2.3.9.8 *Protección termomagnética individual 1*

La protección termomagnética individual 1, se encuentra en la pared dentro del aula de clase (Noveno "C"), en la figura 34 se muestra la conexión de la protección termomagnética. Este circuito está distribuido para las cargas de fuerza de: 8vo "A" y 9no "C".



Figura. 34: Protección termomagnética individual 1

La protección individual 1, presenta las siguientes características:

- Alimentador monofásico (fase + neutro), los conductores son de cobre, calibre #12 AWG tipo THHN.
- El interruptor termomagnético es de 20 A, de un solo polo.

En la tabla 2.8 se describe el circuito activo: circuito de tomacorrientes distribuido para las aulas de octavo "A" y noveno "C".

Tabla 2.8 Circuito controlado por la protección termomagnética individual 1

Nº	Descripción		Protección (A)	Calibre (AWG)
1	Circuito 1:	Tomacorrientes Aulas 8vo "A"	20	12
		Tomacorrientes 9no "C"		12

Fuente: Autor

2.3.9.9 *Protección termomagnética individual 2*

La protección termomagnética individual 2, se encuentra instalado en la pared dentro del bar de la institución, en la figura 35 se muestra la conexión de la protección individual 2.



Figura. 35: Protección termomagnética individual 2

La protección termomagnética individual 2 presenta las siguientes características:

- Alimentador monofásico (fase + neutro), los conductores son de cobre, calibre #10 AWG tipo THHN.
- El interruptore termomagnético es de 32 A, de un solo polo.

En la tabla 2.9 describe el circuito: 1 circuitos de tomacorrientes, y de iluminación perteneciente al bar del plantel educativo.

Tabla 2.9 Circuito controlado por la protección termomagnética individual 2

Nº	Descripción		Protección (A)	Calibre (AWG)
1	Circuito 1: Conectado a:	Iluminación bar de la institución	32	12
		tomacorrientes, bar de la institución		10
		conectado a la protección termomagnética individual 3.		10

Fuente: Autor

2.3.9.10 Protección termomagnética individual 3

La protección termomagnética individual 3, se encuentra ubicado en la pared, afuera del bar de la institución educativa, en la figura 36 se muestra la conexión.



Figura. 36: Protección termomagnética individual 3

La protección termomagnética individual 3 pertenece a los 6 reflectores que se encuentran en instalados en un poste a un lado del estadio del plantel educativo, presenta las siguientes características:

- Alimentador monofásico (fase + neutro), los conductores son de cobre, calibre #10 AWG tipo THHN.
- El interruptor termomagnético es de 32 A, de dos polos para fase y neutro.

En la tabla 2.10 se describe el circuito: 1 circuito de iluminación perteneciente a los 6 reflectores LEDs.

Tabla 2.10 Circuito controlado por la protección electromagnética individual 3

Nº	Descripción	Protección (A)	Calibre (AWG)
1	Circuito 1: Reflectores Tipo LED	32	10

Fuente: Autor

2.3.9.11 Disyuntor eléctrico antiguo 1

El disyuntor eléctrico antiguo 1, se encuentra ubicado en el aula de octavo "C", perteneciente al bloque de las aulas del fondo en la parte izquierda, en la figura 37 se muestra la conexión del disyuntor eléctrico antiguo 1.

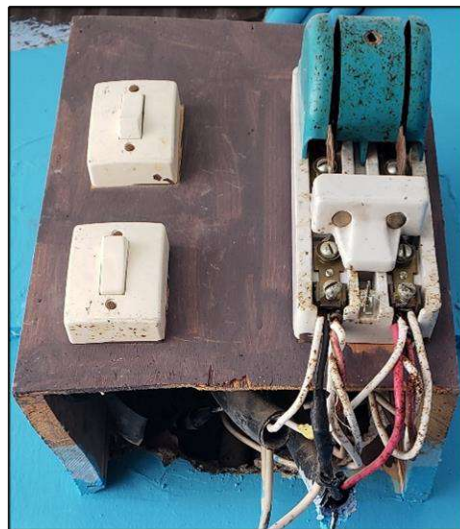


Figura. 37: Disyuntor eléctrico antiguo 4

El disyuntor eléctrico antiguo 1, presenta las siguientes características:

- Alimentador monofásico (fase + neutro), los conductores son de cobre, calibre #10 AWG tipo THHN.

En la tabla 2.11 se describe el circuito: 1 circuito perteneciente a luminarias y tomacorrientes de la antepenúltima aula en el bloque de las aulas del fondo en la parte izquierda.

Tabla 2.11 Circuito controlado por el disyuntor antiguo 1

Nº	Descripción		Protección (A)	Calibre (AWG)
1	Circuito 1:	Luminarias de las aulas de 8vo "B" y "C"	-	12
		Tomacorrientes del aula de 8vo "C"		12

Fuente: Autor

2.3.9.12 **Protección termomagnética individual 4**

La protección electromagnética individual 4, se encuentra ubicado en la columna de la estructura, perteneciente al aula de octavo "B" del bloque del fondo, en la figura 38 se muestra la conexión de la protección termomagnética



Figura. 38: Protección electromagnética individual 4

La protección termomagnética individual 4 pertenece a las luminarias del aula vacía 2 que pertenece a la última aula del bloque del fondo, tomacorrientes de las aulas de octavo "B" y aula vacía 2, presenta las siguientes características:

- Alimentador monofásico (fase + neutro), los conductores son de cobre, calibre #12 AWG tipo THHN.
- El interruptor termomagnético es de 32 A, de un solo polo.

En la tabla 2.12 se describe el circuito: 1 circuito perteneciente a luminarias y tomacorrientes.

Tabla 2.12 Circuito controlado por la protección termomagnética 4

Nº	Descripción		Protección (A)	Calibre (AWG)
1	Circuito 1:	luminarias	32	10
		Tomacorrientes pared izquierda aula de octavo "B" y aula vacía 2		10
		Tomacorrientes pared derecha, aula de octavo "B" y aula vacía 2		10
		Luminarias aula vacía		10

Fuente: Autor

2.3.9.13 Tablero de distribución 4

El tablero de distribución 4, se encuentra empotrado en la segunda planta del edificio, dentro de la primera aula del laboratorio de computación, en la figura 39 se muestra la conexión del tablero.

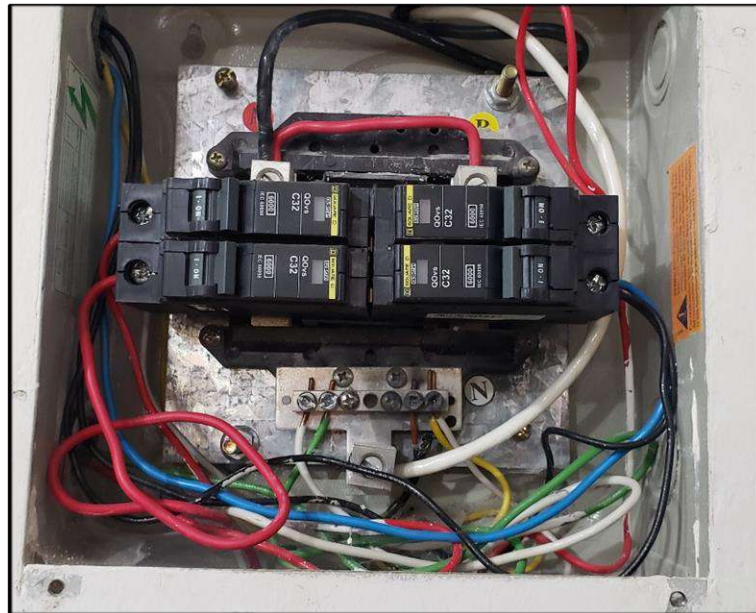


Figura. 39: Tablero de distribución 4, (Línea 2 Segundo piso)

El tablero de distribución 4, presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 4 servicios.
- Alimentador monofásico con puente (fase + neutro), los conductores son de cobre, calibre #10 AWG tipo THHN.
- Presenta 4 servicios activos.
- Los interruptores termomagnéticos son de 32 A, de un solo polo.

En la tabla 2.13 describe los 4 circuitos activos: 2 circuitos de tomacorrientes, 1 de iluminación, y 1 que va dirigido al tablero de distribución 5, del primer piso.

Tabla 2.13 Circuitos controlados por el tablero de distribución 4

Nº	Descripción	Protección (A)	Calibre (AWG)	Nº	Descripción	Protección (A)	Calibre (AWG)
1	Circuito 1: Tomacorrientes (parte izquierda) aulas de computación	32	12	3	Circuito 3: Tomacorrientes (parte derecha) aulas de computación	32	12
2	Circuito 2: tablero de distribución 5 (primer piso)	32	10	4	Circuito 4: luminarias de los dos laboratorios de computación	32	12
	y conectado a un sistema de sensores de movimiento		14				

Fuente: Autor

2.3.9.14 Tablero de distribución 5

El tablero de distribución 5, se encuentra empotrado en la planta baja del edificio, en el aula de tercero de bachillerato técnico "B", en la figura 40 se muestra la conexión del tablero.



Figura. 40: Tablero de distribución 5

El tablero de distribución 5 presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 4 servicios.
- Alimentador monofásico con puente (fase + neutro), los conductores son de cobre, calibre #10 AWG tipo THHN.
- Presenta 3 servicios activos.
- Los interruptores termomagnéticos son de 40 A, de un solo polo.

En la tabla 2.14 describe los 3 circuitos activos: 2 circuitos de iluminación de las aulas de primero de bachillerato técnico “A” y tercero de bachillerato técnico “B”, y un circuito de tomacorrientes de las dos aulas de clase.

Tabla 2.14 Circuitos controlados por el tablero de distribución 5

Nº	Descripción	Protección (A)	Calibre (AWG)	Nº	Descripción	Protección (A)	Calibre (AWG)
1	Circuito 1: Tomacorrientes aulas tercero de bachillerato técnico “B” y primero de bachillerato técnico “A”	40	12	3	Circuito 3: Luminarias del aula de primero de bachillerato técnico “A”	40	12
2	Circuito 2: Luminarias del aula de tercero de bachillerato técnico “B”	40	12	4	Vacío		

Fuente: Autor

Durante la recopilación de datos se pudo constatar que el tablero de distribución ubicado en la oficina 5, situado al lado de la oficina de Cultura física según se muestra en la figura 41, se encuentra inactivo debido a problemas de cortocircuito.



Figura. 41: Tablero de distribución fuera de servicio de la oficina 5

El uso de las tablas facilita la identificación clara de la descripción de los tableros de distribución y sus circuitos de iluminación y fuerza. Además se proporciona información detallada sobre las características técnicas que presenta cada circuito y su área correspondiente.

2.3.10 Diagnóstico de fallas de electricidad

En el proceso de diagnóstico de fallas eléctricas, se siguió una metodología que implica la identificación progresiva de problemas, partiendo desde la fuente de alimentación hasta los puntos más distantes. Mediante el uso de un multímetro se realizaron comprobaciones en cada tablero, protecciones, circuitos derivados, subtableros que alimentan a los interruptores, puntos de iluminación y tomacorrientes.

2.3.10.1 Conductores

En la figura 42, se evidencia el desorden de los conductores, existe dimensionamientos inadecuados en el cableado para cada circuito, además son de varios colores, presentan el mismo color para fase y neutro, algunos conductores se encuentran, en mal estado y no presentan una canalización como protección. Las instalaciones eléctricas presentan conductores conectados a un solo circuito eléctrico que alimenta sistemas de fuerza y sistemas de iluminación, y de acuerdo con la norma, NEC este tipo de instalaciones no se la debe realizar ya que cada circuito debe ser independiente.

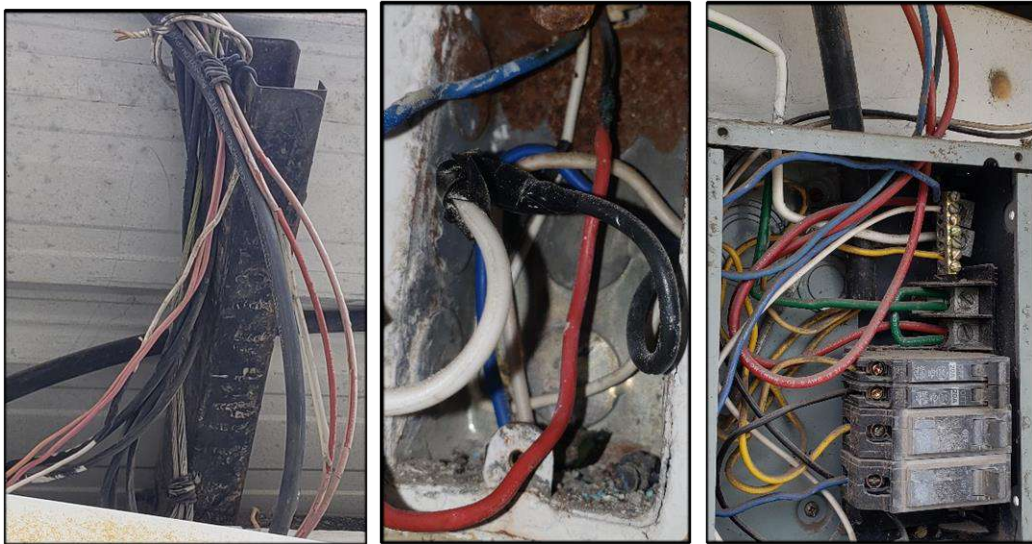


Figura. 42: Estado actual de los conductores

Asimismo, se identificaron cables quemados debido a un cortocircuito en los tomacorrientes provocado por la sobrecarga o la mala distribución de cargas.

2.3.10.2 *Caída de voltaje*

La existencia de muchos empalmes de cable hace que exista mayor caída de voltaje. Además, existen cables que alcanzan largas distancias el cual ocasiona caídas de voltaje y pérdidas en el consumo de energía eléctrica.

Para el cálculo de caída de voltaje se utiliza la siguiente ecuación

$$e(\%) = \frac{K * I * L}{S * V} \quad (\text{Ec.1})$$

Donde:

$e(\%)$ = Caída de voltaje en porcentaje

$K = 4$ 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.

Para determinar la caída de voltaje en el contador de energía electromecánico se realizó algunas mediciones utilizando un multímetro en el punto más distante de la instalación. Los horarios a partir de las 9 de la mañana hasta las 13 horas es cuando el sistema presenta más demanda ya que es cuando los laboratorios de computación se encuentran en completo funcionamiento. La tabla 2.15 muestra los registros de voltajes.

Tabla 2.15 Registro de voltajes

Contador de energía	Voltaje Fase 1 (V)	Voltaje Fase 2 (V)	Fecha	Hora
Contador de energía electromecánico	112,6		11/01/2023	9:17 am
	115,5		16/01/2023	11:34 am
		121,6	04/01/2023	11:33 am
Contador de energía electrónico	121,5		03/03/2023	19:09 pm

Los registros de voltaje del contador electromecánico se muestran en la figura

43.

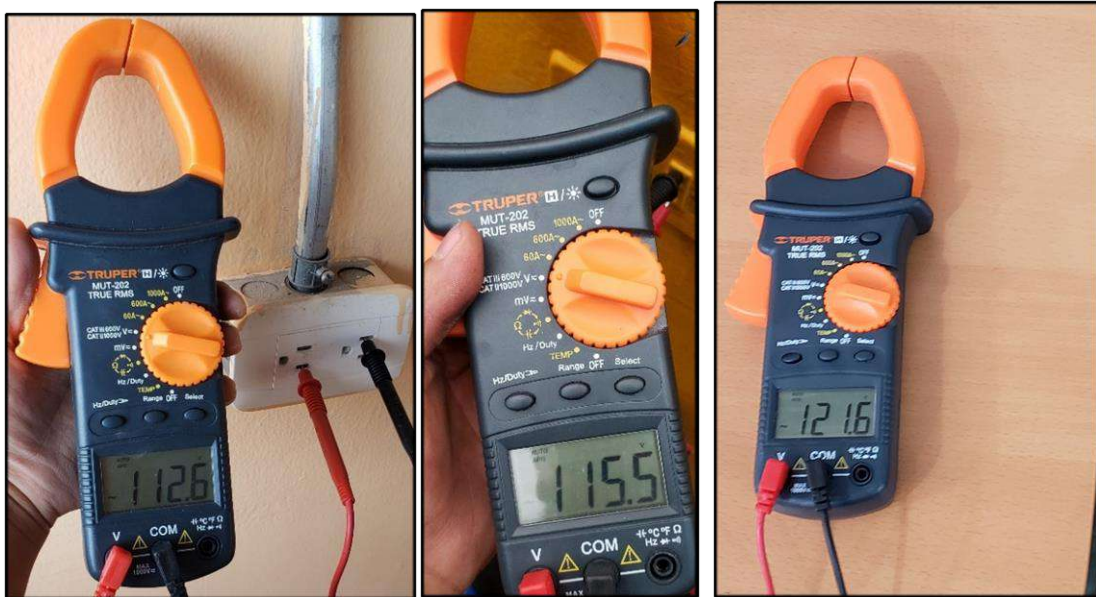


Figura. 43: Valores de voltaje en el lugar más alejado

$$e(\%) \frac{120 V - 112,6 V}{120 V} = 6,2\%$$

$$e(\%) \frac{120 V - 115,6 V}{120 V} = 3,7\%$$

Al obtener valores superiores a lo que indica la normativa (NEC, 2013), donde señala que no debe exceder el 3% y en casos extremos no exceder el 5%, se observa en el cálculo, la caída de voltaje incumpliendo la normativa.

Para determinar la caída de voltaje en el contador de energía electrónico se tomó los valores de voltaje en el punto más alejado. El resultado de la medición se muestra en la figura 42.



Según lo establecido por la normativa, el porcentaje de caída de voltaje es mínimo y no se evidencia una caída significativa de voltaje, lo cual indica que el sistema en el contador de energía electrónico es óptimo.

$$e(\%) = \frac{121,2 V - 121,5 V}{121,2 V} = -0,0025\%$$

2.3.11 Cuadros de carga

Para realizar el cuadro de cargas, se considera a los circuitos fuerza que generalmente están ocupados por dispositivos pequeños como cargadores de celulares y computadoras portátiles, asumiendo que cada uno de ellos tiene una potencia promedio de 180 W. En las tablas 2.16; 2.17; 2.18 y 2.19 detallan el cuadro de cargas correspondiente a cada tablero de distribución y sus circuitos secundarios, así como la corriente total, la potencia y el calibre del conductor utilizado en cada caso.

Tabla 2.16 Cuadro de cargas del tablero de distribución 1 (contador electrónico).

1 fase # 4 AWG + neutro # 4 AWG - PVC										
Circuito	Descripción	Cargas					Potencia (W)	Corriente (A)	Protección (A)	Calibre (AWG)
		Tomas 180 W	Otros	Focos LED 30 (W)	Lámparas tubo fluorescente					
					36 (W)	40 (W)				
1	Luminarias de las aulas			19	8		288	2,4	1x32	10
	Circuitos fuerza aulas	20					3600	30		10
	Luminarias sub tablero de distribución 1 (STD.1)			12			360	3	1x32	10
	Tomacorrientes, sub tablero de distribución 1 (STD.1)	10					1800	15	1x32	10
2	Deshabilitado									
3	Luminarias mercurio		4 (400W)				1600	13,33	1x50	10
4	Luminarias mercurio		1 (400W)				400	3,33	1x50	10
Carga Total Instalada							8048	67,07		

Fuente: Autor

Tabla 2.17 Cuadro de cargas del tablero de distribución 2, (oficinas)medidor electromecánico

1 fase # 8 AWG + neutro # 8 AWG - PVC										
Circuito	Descripción	Cargas					Potencia (W)	Corriente (A)	Protección (A)	Calibre (AWG)
		Tomas 180 (W)	Otros	Focos LED 15 (W)	Lámparas					
					36 (W)	40 (W)				
1	Luminarias oficinas de inspección y secretaría				4		144	1,2	1x20	10
2	Tomacorrientes, de las oficinas	17					3060	25,5	1X20	10
3	Luminarias rectorado vicerrectorado, oficina 1 y 2			2	6		246	2,05	1x32	10
4	Luminarias bodega entrada			6			90	0,75	1x32	10
	Tomacorrientes bodega entrada	2					360	3		
Carga Total Instalada							3900	32,5		

Fuente: Autor

Tabla 2.18 Cuadro de del Tablero de distribución 3

1 fase # 8 AWG + neutro # 4 AWG - PVC										
Circuito	Descripción	Cargas					Potencia (W)	Corriente (A)	Protección (A)	Calibre (AWG)
		Tomas 180 (W)	Otros	Focos LED 15 (W)	Lámparas de tuvo					
					36 (W)	26 (W)				
General	Luminarias de las Aulas		4 (30 W)	8	3	2	400	3,33	1X32	10
	Tomacorrientes, de las oficinas	9					1620	13,5		
Sub-tablero de distribución 2	Luminarias Sub-tablero de distribución 2		2 (30 W)			2	82	0,68	1X20	10
	Tomacorrientes Sub-tablero de distribución 2	2					360	3		
Protección termomagnética individual 1	Tomacorriente	4					720	6	1X20	12
Protección termomagnética individual 2 (BAR)	Luminarias			4	2		132	1,1	1x32	10
	Tomacorrientes	4					720	6		
	Protección individual 3		Reflectores 6 (100 W)				600	5		
Sub tablero de distribución 3	Circuito 1: Tomacorrientes	4					720	6	1x32	10

	Circuito 2: Luminarias y Tomacorrientes	3		4			240	2	1X32	
	Circuito 2: Interruptor Disyuntor antiguo DEA.1	5			18		1548	12,9	-	10
	Circuito 2: Protección termomagnética individual 4 (PTI.4)	3			8		828	6,9	1x32	10
Carga total instalada							7970	66.42		

Fuente: Autor

Tabla 2.19 Cuadro de cargas del tablero de distribución 4 (edificio 2do piso)

1 fase # 8 AWG + neutro # 8 AWG - PVC										
Circuito	Descripción	Cargas					Potencia (W)	Corriente (A)	Protección (A)	Calibre (AWG)
		Tomas	otros	Focos LED 15 (W)	Lámparas tubo fluorescente					
					36 (W)	40 (W)				
1	Tomacorrientes, laboratorios de computación parte izquierda	8	Computadoras 25 (200 W)				5000	41,67	1x32	12
2	Tablero de distribución 5						2451	20,43	1X32	10

3	Tomacorrientes, laboratorios de computación parte derecha	8	Computadoras 25 (200 W)				5000	41,67	1x32	12
4	Luminarias		14 (26 W Foco fluorescente) + 8 (23W focos Fluorescente)				548	4,57	1x32	12
Carga Total Instalada							12999	108,325		

Fuente: Autor

Tabla 2.20 Cuadro de cargas del tablero de distribución 5 (edificio 1er piso)

1 fase # 8 AWG + neutro # 8 AWG - PVC										
Circuito	Descripción	Cargas					Potencia (W)	Corriente (A)	Protección (A)	Calibre (AWG)
		Tomas 180 (W)	Otros	Focos LED 15 (W)	Lámparas tubo fluorescente					
					36 (W)	40 (W)				
1	Tomacorrientes, aulas de 3ero bachillerato técnico "B" y 1ero de bachillerato técnico "A"	8					1440	12	1x40	12
2	Luminarias 3ero bachillerato técnico "B"			3	10		405	3,38	1X40	10
3	Luminarias 1ero bachillerato técnico "A"			2	16		606	5,1	1x40	10
Carga Total Instalada							2451	20,43		

Fuente: autor

En la edificación, el tablero de distribución ubicado en el segundo piso es el que consume más energía, con un total de 12999 W. Este tablero es responsable de suministrar energía a los circuitos de fuerza que alimentan a 50 computadoras utilizadas por los estudiantes durante el día.

2.4 Análisis eléctrico

Para el análisis de los parámetros eléctricos, se utilizó un analizador de redes marca Metrel power Q4 plus 2792. El instrumento es un analizador de calidad de energía, que permite detectar inconsistencias en la red eléctrica. Este instrumento se instaló en la salida de las líneas de fase de los contadores de energía, que conducen hacia la carga como indica la figura 44, con el objetivo de medir y almacenar varios valores eléctricos tales como: voltajes y potencias. De esta manera se pudo revisar el estado del sistema eléctrico actual. Detallado más adelante.

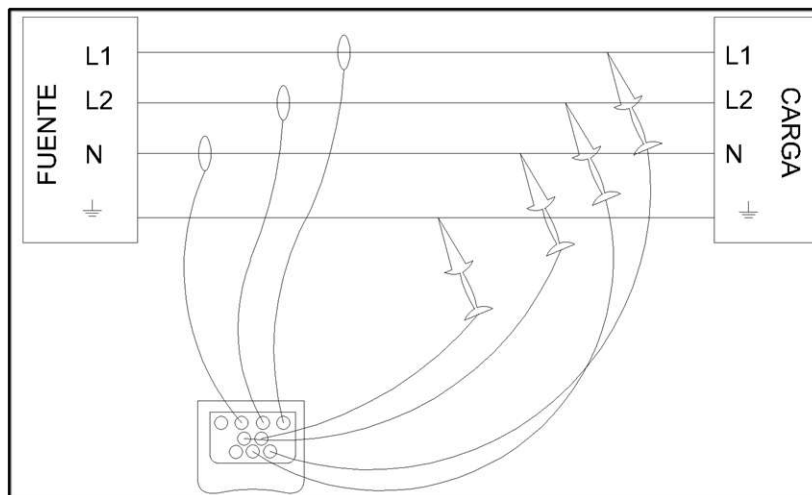


Figura. 44: Conexión del analizador de redes

Fuente: Autor

El instrumento analizador de redes, se configuro para que registre datos en un intervalo de 10 minutos, con el fin de obtener valores precisos y realizar un análisis correctamente. La figura 45 muestra la conexión del analizador de redes

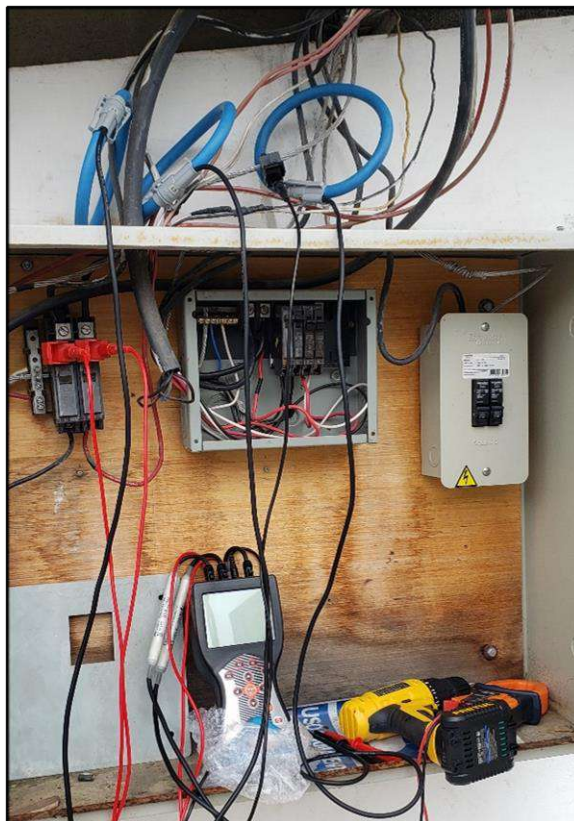


Figura. 45: Conexión del analizador de redes Metrel Power Q4 Plus

En el Anexo C se presentan los resultados obtenidos a partir de la recopilación de datos durante varios días, en los que se realizaron pruebas de voltaje, y potencia. Este análisis permitió detectar que la línea de fase #2 del medidor de energía electromecánico registró corrientes muy elevadas debido al funcionamiento de los dos laboratorios de computación, y es lo que genera un calentamiento excesivo en los cables.

El software Metrel PowerView v3.0.0.1510, es una plataforma que permite analizar detalladamente los datos registrados y ayuda a descargar los valores que fueron tomados de las pruebas de campo, además resulta útil para la exportación de los datos a Excel y su posterior análisis.

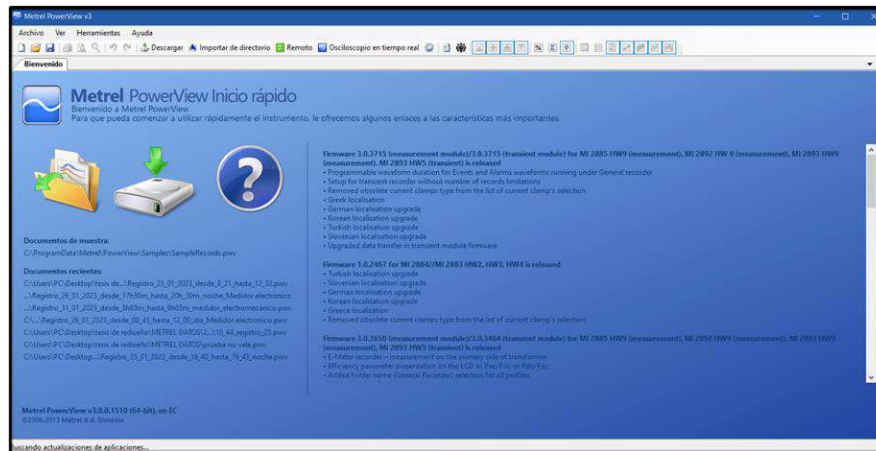


Figura. 46: Software Metrel Power View

2.4.1 Niveles de Iluminación

Al evaluar los niveles de iluminación, se comparan los valores actuales con los niveles de iluminación recomendados por la norma nacional NEC para entornos educativos. Esta normativa exige un nivel mínimo, adecuado al tipo de tarea que se desarrolle. Para llevar a cabo este análisis se utilizó un luxómetro Tenmars de la serie TM-204 como muestra la figura 47.



Figura. 47: Valores de iluminación en la mañana y noche

En la siguiente tabla 2.21 y 2.22 se compara los niveles de iluminación actuales con la norma NEC.

Tabla 2.21 Tabla de nivel de iluminación actual de las áreas utilizadas en horario diurno.

Planta	Áreas	Iluminación (LUX)	Iluminación Según la norma NEC
Derecha	Aula de 3ero Bachillerato Técnico "A"	451	300
	Aula de 1ero Bachillerato Ciencias "A"	301	300
	Aula de 1ero Bachillerato Ciencias "B"	478	300
	Aula de 2do Bachillerato Ciencias "A"	229	300
	Sala de emergencias COVID - 19	170	300
	Baño Mujeres	2050	300
	Aula de 2do Bachillerato Ciencias "B"	660	300
	Aula de 2do Bachillerato Técnico "A"	596	300
	Sala de profesores	314	300
	Aula de 3ero Bachillerato Ciencias "A"	329	300
Oficinas	Inspección	292	300
	Secretaría	179	300
	Rectorado	109	300
	Vicerrectorado	130	300
	Oficina 1	698	300
	Oficina 2	87	300
	Oficina 3	321	300

Aulas parte izquierda	Bodegas	354	300
	Aula 10mo "C"	410	300
	Aula 10mo "B"	272	300
	Aula 8vo "A"	378	300
	Aula 9no "C"	102	300
	Baños	698	300
	Bodegas	301	300
	Oficina 5	228	300
	Oficina de Educación Física	685	300
	Aula 9no "B"	586	300
	Aula 9no "A"	759	300
Aulas del fondo	Bar	403	300
	Aula de música	455	300
	Aula vacía 1	468	300
	Aula 8vo "C"	645	300
	Aula 8vo "B"	701	300
	Aula vacía 2	510	300
Edificio	Laboratorio de Computación 1	112	300
	Laboratorio de Computación 2	95	300
	Aula de 3ero Bachillerato Técnico "B"	400	300
	Aula de 1ero Bachillerato Técnico "A"	385	300
	Pasillos	4540	100

Fuente: Autor

Tabla 2.22 Tabla de iluminación de las áreas utilizadas en el horario Nocturno

Planta	Áreas	Iluminación (LUX)	Iluminación Según la norma NEC
Derecha	Aula de 3ero Bachillerato Técnico "A"	26	300
	Aula de 1ero Bachillerato Ciencias "A"	178	300
	Aula de 1ero Bachillerato Ciencias "B"	108	300
	Baño Mujeres	25	300
Aulas parte izquierda	Oficina 3	223	300
	Bodegas	209	300
Aulas del fondo	Bar	190	300
Edificio	Aula de 1ero Bachillerato Técnico "A"	112	300
	Pasillos	26	300
Patio	Patio principal	30	200

Fuente: Autor

Para obtener el resultado final de iluminación, se calculó el promedio de los diferentes valores obtenidos mediante el luxómetro.

2.4.2 Curvas de voltaje

Según la regulación (ARCERNNR, 2020), los rangos de bajo voltaje admitidas no deben superar o ser valores inferiores al rango admisible $\pm 8.0\%$ del nivel de voltaje, en las figuras 46 y 47, muestra la curva de voltajes del contador de energía electrónico y electromecánico.

2.4.2.1 Curva de voltaje del contador de energía electrónico

En la figura 48 se observa la curva de voltajes promedio de las fases del contador de energía electrónico, cuyos valores indican que existe una variación más prolongada en la fase 1 (U1) ya que varía de 118 V a 126 V.

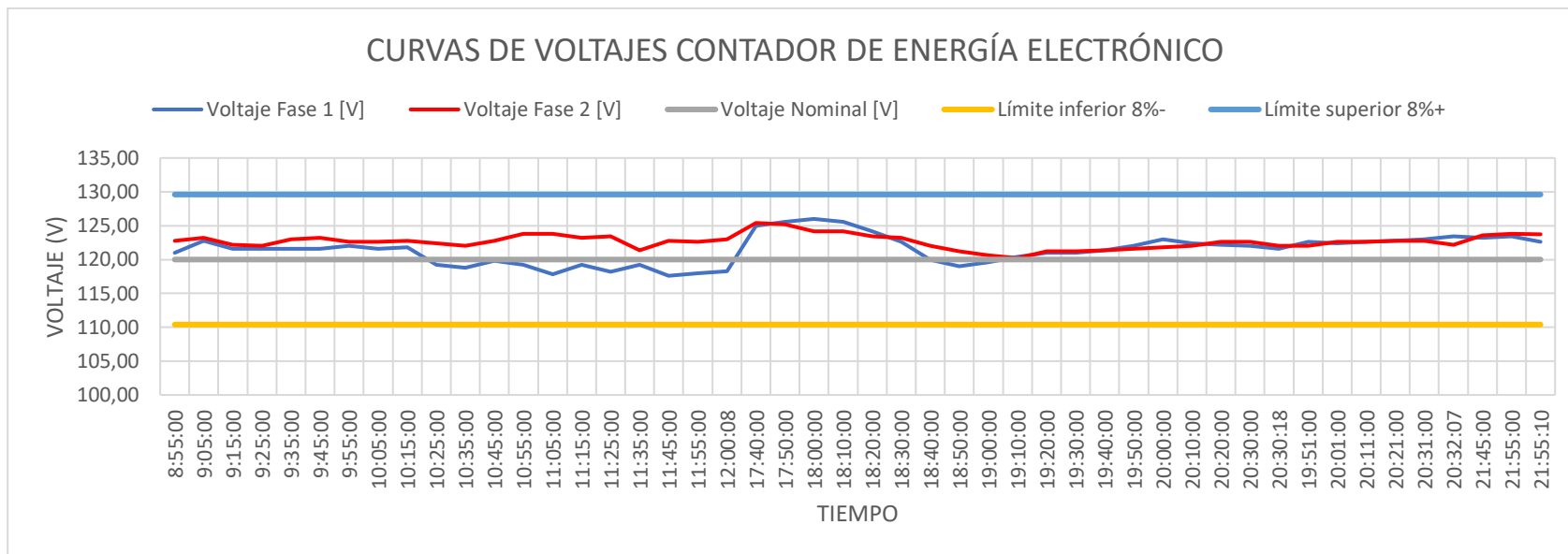


Figura. 48: Curva de voltajes contador de energía electrónico

Según la regulación (ARCERNNR, 2020), los rangos admitidos para bajo voltaje es de $\pm 8\%$ del voltaje nominal. En la tabla 2.23 se presentan los límites inferiores y superiores de voltaje tomados por el analizador de redes, en el contador de energía electrónico y muestra que la curva de voltajes se encuentra dentro de los límites establecidos.

Tabla 2.23 Límites de voltajes de las fases del contador de energía electrónico

Fases	Voltaje (V)	
	Mínimo	Máximo
Fase 1	117,60	126
Fase 2	120,20	125,40

Fuente: Autor

2.4.2.2 Curva de voltaje del contador de energía electromecánico

En la figura 49 se observa la curva de los voltajes de las fases del contador de energía electromecánico

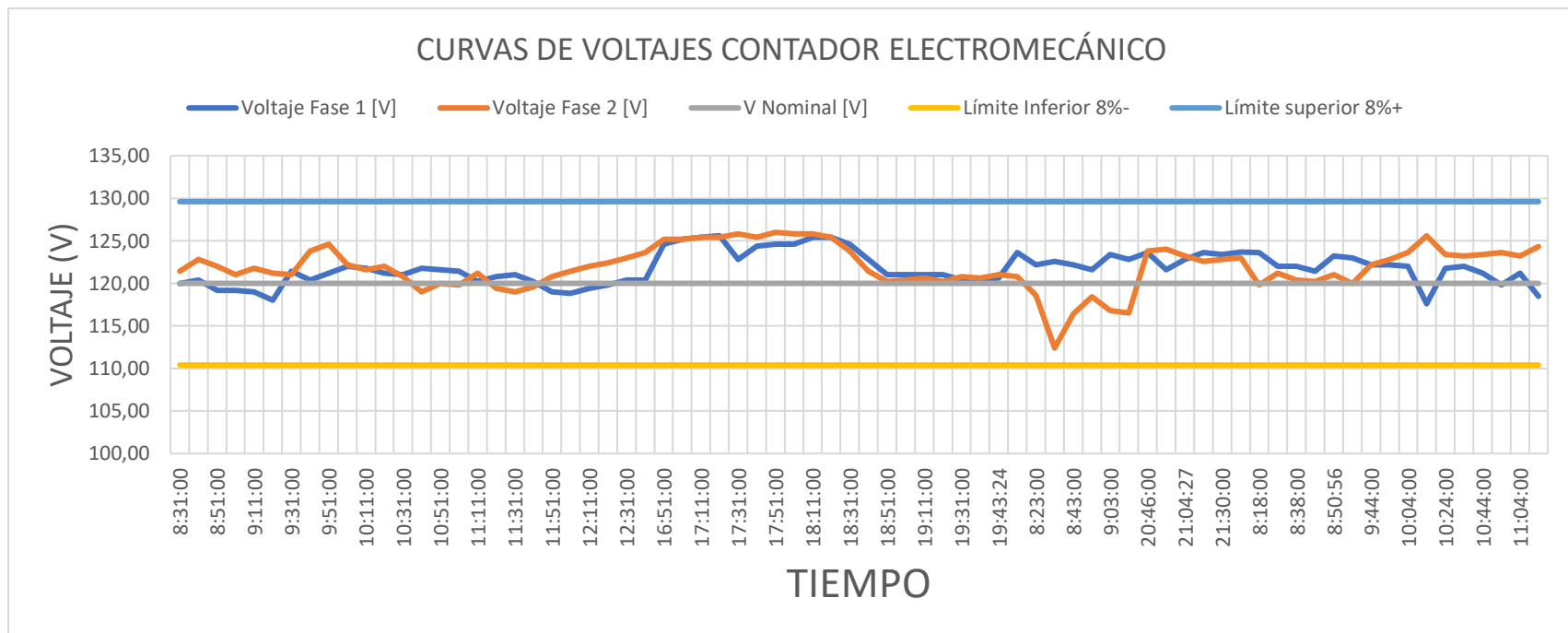


Figura. 49: Curva de voltajes contador de energía electromecánico

En la siguiente tabla 2.24 se presentan los valores mínimos y máximos de los voltajes en ambas fases del contador de energía electromecánico, los cuales fueron medidos por un analizador de redes. Estos valores de voltaje se encuentran dentro del rango permitido $\pm 8\%$ de lo que indica la regulación (ARCERNNR, 2020).

Tabla 2.24 Límite de voltajes de las fases del contador de energía electromecánico

Fases	Voltaje (V)	
	Mínimo	Máximo
Fase 1	118	122,80
Fase 2	119	126

2.4.3 Curva de potencias

2.4.3.1 Curva de potencia activa del contador de energía electrónico

En la figura 50 se indica las curvas de la potencia activa en ambas fases.

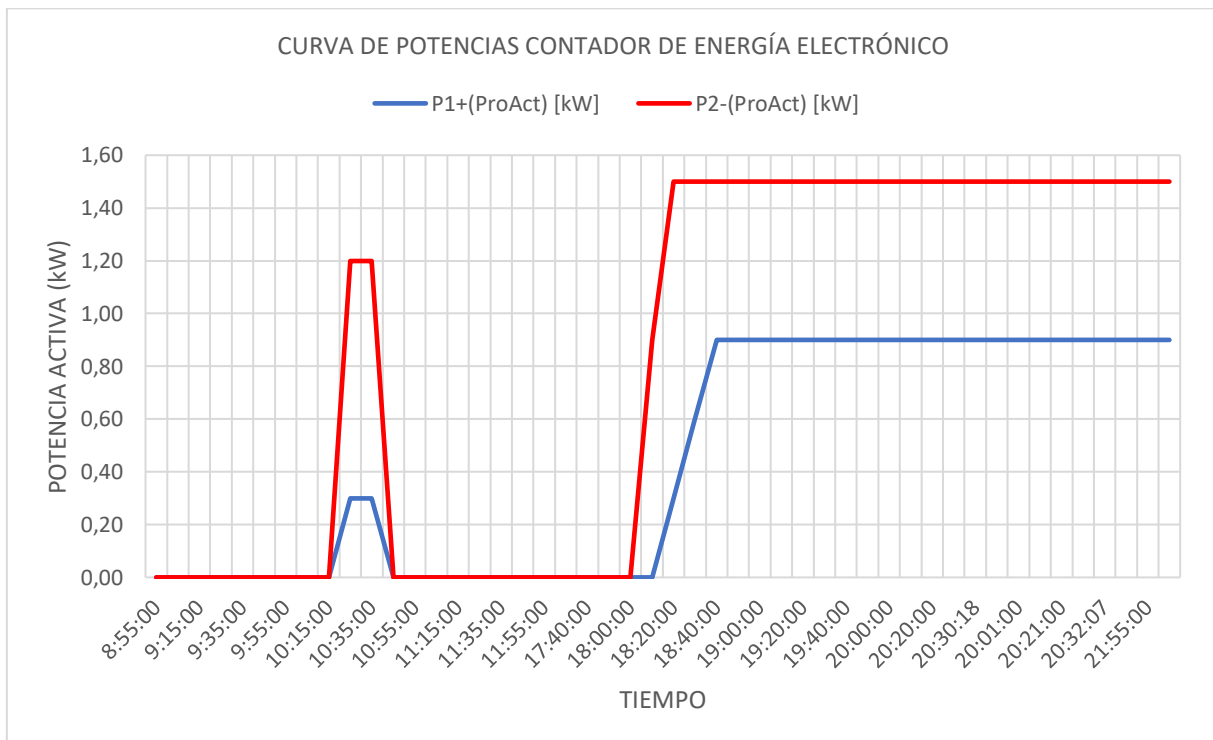


Figura. 50: Curva de potencias del contador de energía electrónico

El pico alto en horarios de la mañana representa la carga de las lámparas de sodio ya que durante la recopilación de datos se prendió las lámparas por un corto periodo de tiempo. La tabla 2.25, muestra sus valores máximos y mínimos en cada fase.

Tabla 2.25 Límite de corrientes de las fases del contador de energía electrónico

Fases	Potencia Activa (kW)	
	Mínimo	Máximo
Fase 1	0	0,9
Fase 2	0	1,5

Fuente: Autor

2.4.3.2 Curva de potencia aparente del contador de energía electrónico

Para identificar el consumo de carga reactiva del contador de energía electrónico se analiza la curva de potencia aparente. En la figura 51 claramente se evidencia la utilización de potencia reactiva ya que, para el horario nocturno de clases se necesita encender las lámparas de sodio de alta presión.

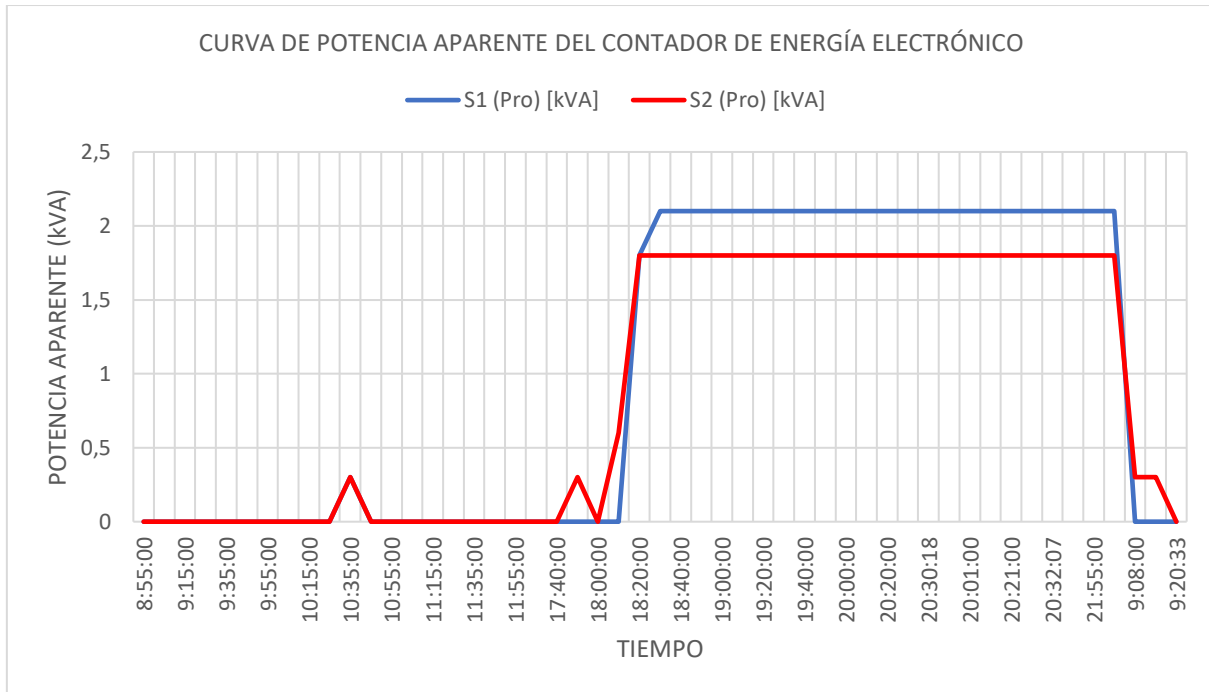


Figura. 51: Curva de potencia aparente del contador de energía electrónico

La curva de potencia aparente indica que las fases presentan mucha más carga en horarios nocturnos debido a las cargas de alumbrado ubicadas en los postes del patio principal de la institución, la tabla 2.26 muestra los valores de potencia.

Tabla 2.26 Límite de corrientes de las fases del contador de energía electrónico

Fases	Potencia Aparente (kVA)	
	Mínimo	Máximo
Fase 1	0	2,1
Fase 2	0	1,8

Fuente: Autor

2.4.3.3 Curva de potencia activa del contador de energía electromecánico

En la figura 52 se indica la curva de la potencia activa promedio en ambas fases del contador de energía electromecánico.

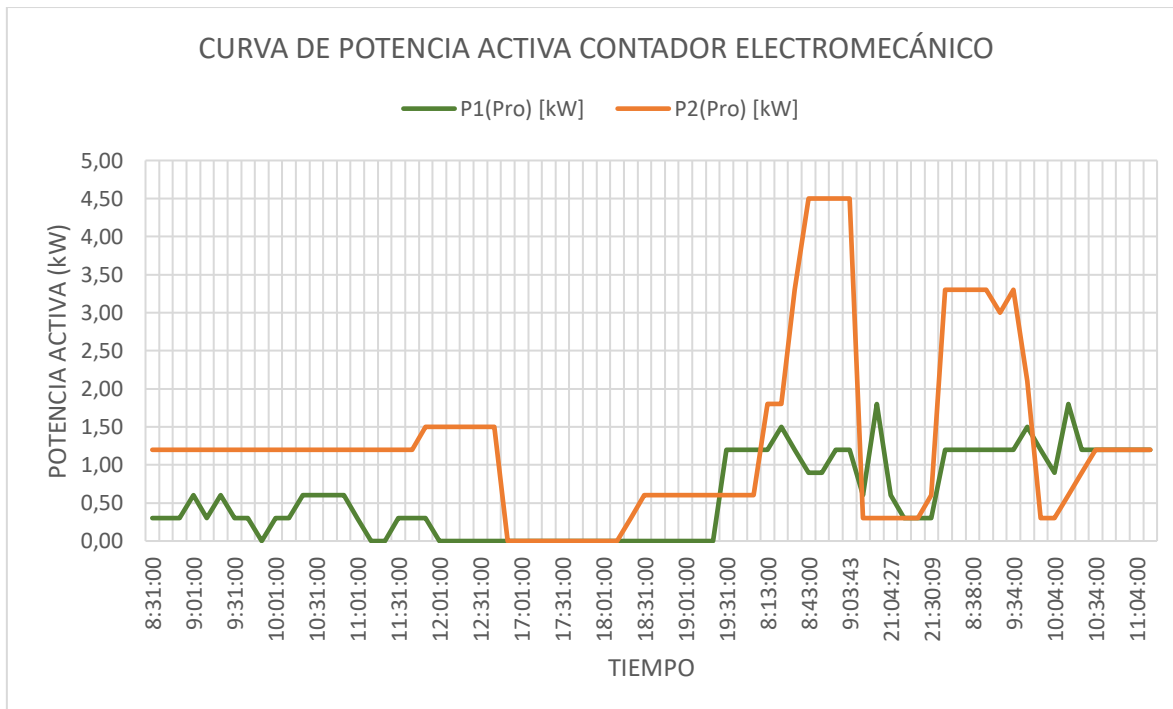


Figura. 52: Curva de potencia activa del contador de energía electromecánico

La curva de potencias indica que la fase 2 presenta mucho mas carga que la fase 1 ya que en el lapso de horarios laborales de la mañana la potencia consumida pertenece a los laboratorios de computación. La tabla 2.27 muestra los valores minimos y máximos.

Tabla 2.27 Límite de potencia aparente en las fases del contador de energía electromecánico

Fases	Potencias (kW)	
	Mínimo	Máximo
Fase 1	0	1,8
Fase 2	0	4,5

Fuente: Autor

2.4.3.4 Curva de la potencia aparente del contador de energía electromecánico

La figura 53, muestra la curva de la potencia aparente promedio en ambas fases del contador de energía electromecánico.

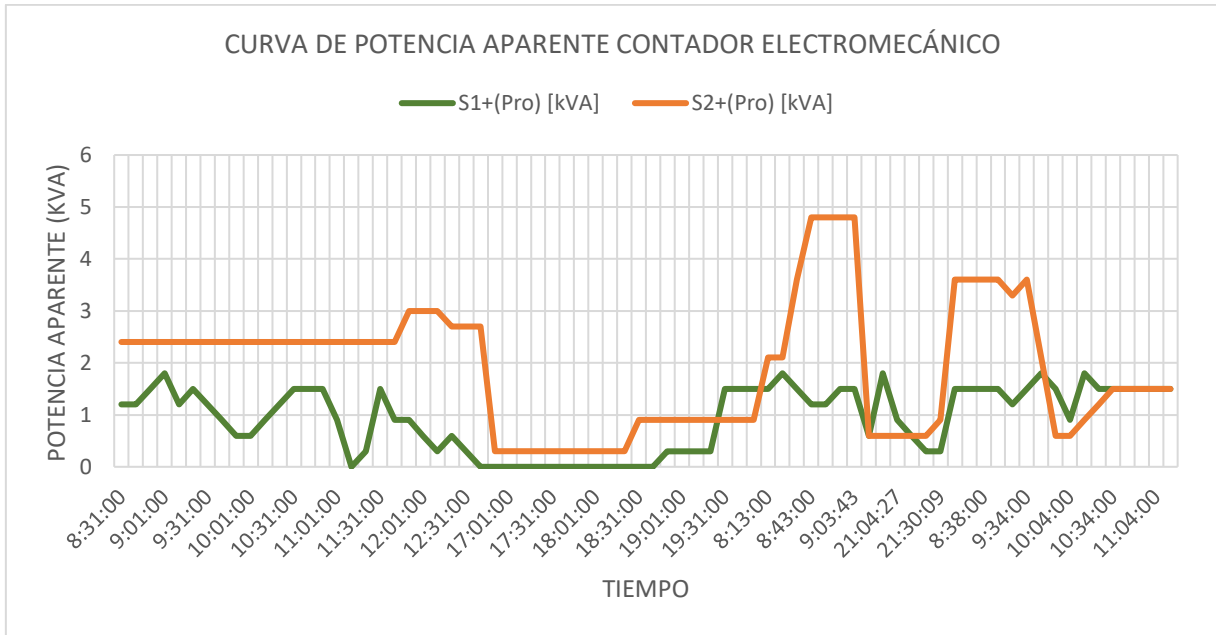


Figura. 53: Curva de potencia aparente del contador de energía electromecánico

En la tabla 2.28, se muestra que la fase 2 presenta el pico más elevado con respecto a la fase 1.

Tabla 2.28 Límite de la potencia aparente de las fases del contador electromecánico

Fases	Potencias (kW)	
	Mínimo	Máximo
Fase 1	0	1,8
Fase 2	0,3	4,8

2.5 Resumen estado actual de las instalaciones eléctricas de la Unidad educativa A.A. sede principal.

- El plantel educativo no tiene suficiente iluminación en horas de la noche, ya que los pasillos alejados al patio principal se encuentran completamente oscuros.
- El plantel educativo Presenta la falta de circuitos fuerza en los pasillos para poder conectar las cámaras de seguridad y la amplificación necesaria para eventos cívicos.
- Los conductores se encuentran mal dimensionados por lo cual ocasionan caídas de voltaje en tramos alejados, también existen conductores en muy mal estado.
- Falta de tableros para distribuir de mejor manera los circuitos en cada área. Además, existen tableros de distribución muy desgastados.
- Falta de protecciones termomagnéticos individual para cada circuito de fuerza e iluminación.
- El establecimiento educativo actualmente no presenta ningún sistema de puesta a tierra instalado.
- Existe una distribución desequilibrada de las cargas con respecto al medidor de energía electromecánico, donde la fase 2 presenta un consumo de energía más prolongado debido a la conexión de las cargas de los laboratorios de computación.

Del análisis del estado actual de las instalaciones eléctricas de la unidad educativa Antonio Ante sede principal, se puede observar que un gran porcentaje de

ellas no cumple con las normas eléctricas establecidas. Por lo tanto, es necesario proponer mejoras para corregir estas deficiencias."

Capítulo 3

REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIDAD EDUCATIVA

ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

3.1 Introducción

Para el rediseño de las instalaciones eléctricas se utiliza como referencia la normativa vigente (NEC, 2013) y (NEC, 2018) como base fundamental.

El plantel educativo actualmente presenta fallas en sus instalaciones eléctricas. Los diferentes circuitos, protecciones, interruptores, disyuntores, conductores, luminarias, tomacorrientes se encuentran en mal estado y presentan fallas.

Para la realización del rediseño mediante el diagnóstico del sistema eléctrico actual, se procede a describir las instalaciones eléctricas en planos eléctricos y diagramas unifilares.

La finalidad del presente capítulo es mejorar el sistema eléctrico actual a través de varios aspectos como la iluminación necesaria en diferentes áreas, la distribución adecuada de cargas, el dimensionamiento correcto del cableado para cargas, iluminación y cargas especiales, así como el diseño de una puesta a tierra basado en las normas IEEE.

3.2 Rediseño de iluminación

El nuevo diseño lumínico está enfocado a mejorar los niveles actuales de iluminación de las áreas que no cumplen con los parámetros establecidos por la norma (NEC, 2013); sin embargo, se realizó un análisis de todo el sistema de iluminación

debido a que algunos sectores a pesar de cumplir con niveles aceptables presentan equipos de alto consumo.

Para realizar el rediseño de la iluminación se debe tomar en cuenta ciertos parámetros como la selección de luminarias, distribución de luminarias y la iluminación necesaria que satisfaga la necesidad para el desarrollo de actividades. En Los parámetros de iluminación se debe tener en cuenta que existe luz artificial y natural, dependiendo la hora en el transcurso del día.

3.2.1 *DIALux evo*

Es un software gratuito, de apoyo técnico y modelado en tres dimensiones, diseñado para crear proyectos de iluminación, mediante el cálculo obtener niveles adecuados de iluminancia, para los sitios de trabajo. Es útil para áreas como, por ejemplo: habitaciones, edificios completos, calles y zonas exteriores e interiores.

3.2.2 *Selección de tecnologías de iluminación*

Para la selección de las luminarias es importante considerar varios aspectos como los objetivos de iluminación, la eficiencia energética y las especificaciones técnicas del dispositivo. Además, es importante tomar en cuenta el entorno donde se instalará la luminaria y factores que puedan afectar su vida útil como agentes contaminantes.

Para la selección de luminarias se optó por la marca Sylvania ya que es uno de los principales referentes en tecnología e innovación en el ámbito de la iluminación a nivel mundial. Además, esta marca ofrece luminarias de alta calidad a precios

competitivos y son fácil de adquirir en el país. Sus características se detallan en el anexo D.

Para el rediseño de iluminación en aulas de clase, oficinas, baños, bodegas, laboratorios, bares, se considera las siguientes luminarias expuestas en la tabla 3.1

Tabla 3.1 Tabla de luminarias elegidas

Luminaria	Marca	Voltaje	Flujo luminoso	Potencia	Vida útil	Características
LED Panel SQ 40W DL UNV 50 HR P28399	Sylvania	120 V	4000 lm	40 W	50.000 h	*Diseño moderno con fuente de iluminación lateral basada en LED SMD y difusor opalizado. * Diseño ultradelgado y liviano con disipador de calor integrado *Luminaria para empotrar en cielo falso tipo panel led de alta potencia, alta luminosidad, no genera parpadeos ni radiaciones ultravioletas. *Dimensiones: largo 0,59 m y ancho 0,59 m
Led Toledo HW 40W DL MV (P24893)	Sylvania	120 V	3400 lm	40 W	20.000h	*Lampara Led de alta potencia y alto flujo, brinda una distribución uniforme de luz *Bajo consumo, ahorra hasta el 80 % de energía *Dimensiones: ancho 0,12m y altura 0,215m. * Utilizado para oficinas, instalaciones educativas.
LED Pendant O colgante (UL 517 LED 48 2 4000 lm 36W Dif 6 Pend TL)	Sylvania	120 V	4000 lm	36 W	50.000h	*Luminaria colgante que forma líneas de luz en aplicaciones arquitectónicas *Tecnología LED con alta eficiencia y excelente flujo luminoso. *Temperatura de color 4000K Y 6500K *Dimensiones: largo 0,62m y ancho 0,09 m, y alto de 0,08m * Utilizado para oficinas, instalaciones educativas.
LED Panel sobreponer (P37160)	Sylvania	120 V	3200 lm	40 W	30.000h	*Luminaria con alta eficacia, diseño moderno para iluminación interior de oficinas, comercios e instalaciones educativas. *distribución directo simétrico *Temperatura de color 4000K. *Dimensiones: largo 0,65m y ancho 0,65 m.
LED Street 250 W NW URBAN P23808	Sylvania	220 V	32500 lm	250 W	100.000 h	*Con diseño moderno y robusto de un cuerpo en aluminio inyectado. *Montaje en tubo de soporte para poste horizontal o en punta. *Reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento. *Diseño moderno con fuente LED SMD y lentes en policarbonato Chasis robusto en aluminio inyectado, liviano con disipador de calor integrado
LED reflector jeta 150 W DL (P28730)	Sylvania	120/220 V	13500 lm	150 W	30.000 h	*Diseño delgado, moderno y robusto, resistente a la humedad *Chasis en aluminio extruido, de fácil instalación. *Reduce los costos de consumo de energía y mantenimiento

Fuente: Autor

3.2.3 Nivel de iluminación

Para determinar el nivel de iluminación adecuado en el área de trabajo se consideró una altura de entre 0,8 a 0,9 metros, del nivel del suelo. Además, se utiliza los valores de la tabla 1.6 impuestos por la norma (NEC, 2013), para dar cumplimiento de la iluminación necesaria en las diferentes áreas del plantel educativo.

3.2.4 Cálculo del diseño de iluminación

Para realizar la ejecución de un proyecto de iluminación es necesario realizar procesos de cálculo, como calcular la cantidad de luz necesaria para cada área y la cantidad de lámparas a utilizar. Para realizar el proceso de iluminación, se tomó como referencia el aula de tercero de bachillerato técnico “A”, cuyo espacio de trabajo se encuentra a 0,8 m del nivel del suelo.

Las dimensiones se aprecian en la siguiente tabla 3.2:

Tabla 3.2 Datos de la superficie

Datos de la superficie	
Largo (A)	8,81 m
Ancho (B)	5,79 m
Altura (H)	1,5 m

Para calcular la superficie se lo realiza mediante la ecuación 2. Y se reemplaza los valores de las dimensiones de la tabla 3.2.

$$S = A * B \quad (\text{Ec.2})$$

Donde

S = área en metros cuadrados

A = Lado largo

B = Lado ancho

$$S = 8,81 \text{ m} * 5,79 \text{ m}$$

$$S = 51,01 \text{ m}^2$$

- El Nivel de iluminación recomendado de acuerdo con la norma NEC es de 300 lux
- Para el cálculo del Índice local, se utilizó la ecuación 3

$$K = \frac{A \times B}{H(A + B)} \quad (\text{Ec.3})$$

Donde:

K = Índice total

A = Ancho

B =Largo

H =altura desde el área de trabajo hasta la luminaria

Remplazando los valores nos queda de la siguiente manera:

$$K = \frac{51,01 \text{ m}^2}{1,5 \text{ m} (8,81\text{m} + 5,79\text{m})}$$

$$K = 2,33$$

- Para el cálculo del factor de reflexión se toma los valores de la tabla 1.6 detallados en la siguiente tabla 3.3

Tabla 3.3 Datos del factor de reflexión

Datos del Factor de reflexión	
Techo	0,7
Muros:	0,5
Suelo:	0,3

- Para realizar el rediseño de la iluminación necesaria en las aulas de clase, se optó por la luminaria panel LED SQ 40W DL UNV 50 HR de código P28399 cuyos datos se toma de la tabla 3.1
- Con los valores del índice del local (K) y el factor de reflexión se obtiene el factor de utilización mediante los valores de la tabla de las luminarias del anexo D

Factor de utilización(μ) = 0,65

- Para el cálculo del Factor de mantenimiento se utiliza la tabla 1.7, se considera un ambiente limpio $f_m=0,95$
- Para el cálculo del Flujo total se utilizó la ecuación 4

$$\Phi T = \frac{E \times S}{\mu * f_m} \quad (\text{Ec.4})$$

Donde:

ΦT = Flujo total.

E = Nivel de iluminación requerido en Lux.

S = Superficie a iluminar (m^2).

El flujo luminoso se ve afectado por los siguientes factores:

fm = Factor de mantenimiento.

μ = Factor de utilización (facilitado por el fabricante)

Y reemplazando los valores queda:

$$\Phi T = \frac{300lx * 51,01 m^2}{0,65 * 0,95}$$

$$\Phi T = 24782,19 \text{ lúmenes}$$

- Para el calculo de numero de lamparas se utilizo la ecuacion 5

$$NL = \frac{\Phi T}{n\Phi L} \quad (\text{Ec.5})$$

Donde:

NL = Numero de luminarias

ΦT =Flujo luminoso total

ΦL =Flujo de la lampara a usar (los valores se encuentran en el catálogo del fabricante)

n = número de lámparas que tiene la luminaria

Remplazando los valores se representa de la siguiente manera

$$NL = \frac{24782,19 \text{ lúmenes}}{1(4000 \text{ lúmenes})}$$

$$NL = 6,2 \text{ lámparas}$$

Por lo que se considera a utilizar 6 lamparas led para el área de estudio de las aulas de clase.

3.2.5 Simulación en el software Dialux

El software dialux afirma que es correcto el calculo de numero de luminarias a instalar en el aula de clase, obteniendo como resultado la instalación de 6 luminarias Led de 40 W como muestra la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Cálculo del software Dialux

Lista de luminarias a instalar					
Unidades	Fabricante	Nombre del articulo	Potencia	Flujo luminoso	Eficacia luminosa
6	Sylvania	P28399-LED PANEL SQ 40W DL UNV 50HR	40 W	4000 lm	99,4 lm/W

La figura 54, muestra la simulación en 3D, realizada mediante el software DIALux.



Figura. 54: Simulación en 3D realizada en DiaLUX

La tabla 3.5 muestra los datos generales del software para el cálculo respectivo

Tabla 3.5 Datos generales tomados del software dialux

Datos generales			
Área	51.01 m ²	Altura libre	2,3 m
Factores de reflexión	Techo: 70,0 % Muros: 59,0 % Suelo: 61,2 %	Altura de montaje	2,3 m
Factor de mantenimiento	0,80 (fijo)	Altura Plano de trabajo	0,80 m

Fuente: Autor

La tabla 3.6 muestra el resultado obtenido de la simulación, cumpliendo así con la distribución de lux según la norma (NEC, 2013), para el área de trabajo.

Tabla 3.6 Resultados del análisis del cálculo por el software Dialux

Detalles	Calculado
Plano de trabajo	316 lx
Valoración del deslumbramiento	17
Estimación de energía	Consumo de [282,77 - 448,76] kWh/anualmente máx. 1800 kWh/anualmente

Fuente: Autor

Para el cálculo de las luminarias se tomó en cuenta el aula de tercero bachillerato técnico "A", según la norma (NEC, 2013), el nivel de iluminación recomendado es de 300 luxes, para aulas de clase, la figura 55 muestra la distribución de iluminación en el plano de trabajo.

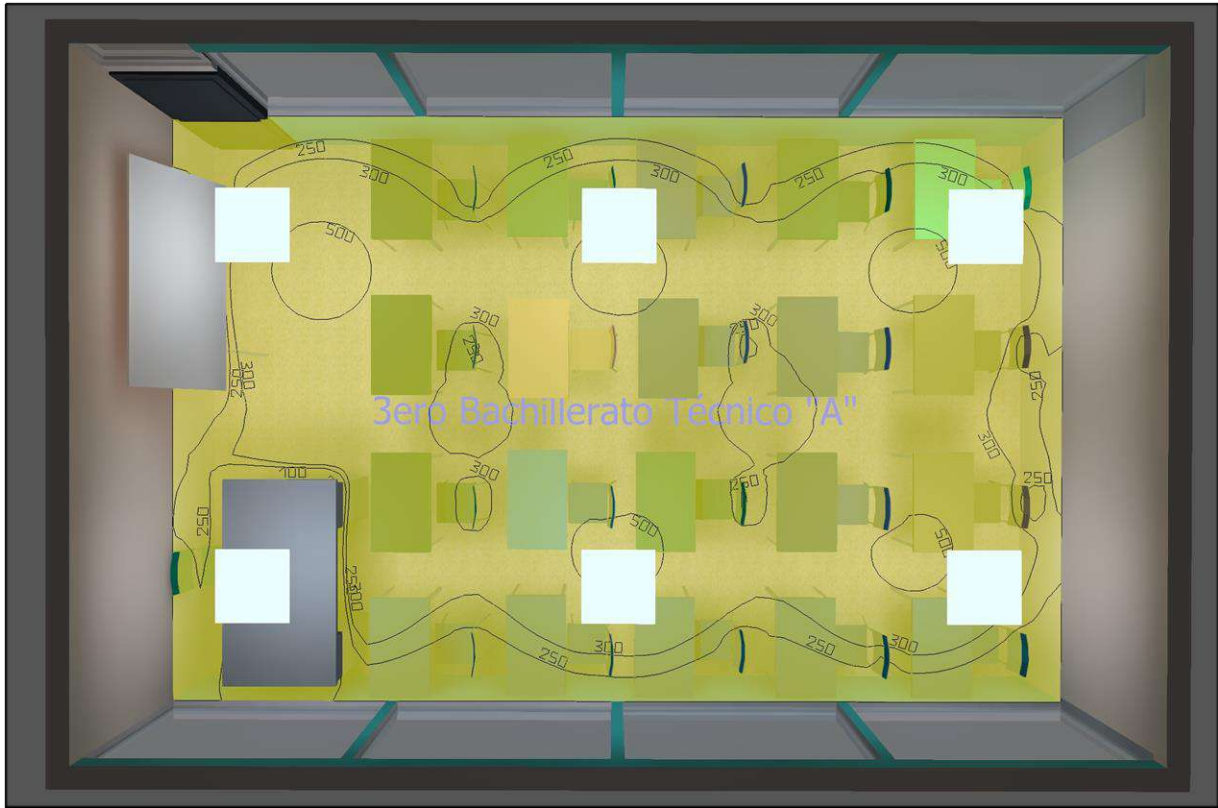


Figura. 55: Distribución de Iluminación en el plano de trabajo

En el anexo F se encuentra la simulación en 3D del proyecto de iluminación realizado en el software Dialux.

3.2.6 Cálculo de luminarias a instalar en el interior de la unidad educativa.

Para el nuevo diseño se elaboró una serie de tablas con la información acerca de la cantidad de luminarias necesarias a instalar en cada área del plantel educativo. Esta información se presenta en las tablas, 3.7, 3.8, 3.9 las cuales detallan las características del número de luminarias distribuidas para aula de clase.

Tabla 3.7 Cálculo de luminarias

Cálculo de luminarias														
Descripción	Dimensiones				Iluminancia (Lux)	Tipo LED	Flujo luminoso (lum)	Potencia (W)	Coeficientes			Flujo total (lum)	Cálculo luminarias	# luminarias
	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m) ²	Altura (m)					k	μ	fm			
Aula 3ero Bach Técnico "A"	8,81	5,79	51,01	1,5	300	Panel Sylvania	4000	40	2,33	0,65	0,95	24782,19	6,2	6
Aula 1ero Bach Ciencias "A"	8,86	5,79	51,3	1,5	300	Panel Sylvania	4000	40	2,33	0,96	0,95	24923,08	6,23	6
Pasillo 1	18,24	4,7	85,73	2	100	Toledo	3400	40	1,87	0,61	0,95	15040,35	4,42	4
Aula 1ero Bach Ciencias "B"	8,81	5,79	51,01	1,5	300	Panel Sylvania	4000	40	2,33	0,96	0,95	24782,19	6,2	6
Aula 2do Bacho Ciencias "A"	8,86	5,79	51,3	1,5	300	Panel Sylvania	4000	40	2,33	0,96	0,95	24923,08	6,23	6
Sala de emergencias COVID 19	4,85	5,79	28,08	1,5	300	Panel Sylvania	4000	40	1,76	0,88	0,95	14778,95	3,69	3
Baño mujeres	4,30	4,72	20,30	2,3	300	Panel Sylvania	4000	40	1	0,75	0,95	12821,05	3,21	3
Baño profesores 1	2,15	0,87	1,87	2	300	Toledo	3400	40	0,48	0,35	0,95	1596,02	0,47	1
Bodega A	1,98	0,87	1,72	2	300	Toledo	3400	40	0,46	0,35	0,95	1467,99	0,43	1
Aula 2do Bach Ciencias "B"	8,81	5,79	51,01	1,5	300	Panel Sylvania	4000	40	2,33	0,96	0,95	24782,19	6,2	6
Aula 2do Bach. Técnico "A"	4,34	5,79	25,13	1,5	300	Panel Sylvania	4000	40	1,65	0,88	0,95	14171,05	3,54	3
Sala de profesores	4,34	5,79	25,13	1,5	300	Panel Sylvania	4000	40	1,65	0,88	0,95	14171,05	3,54	3
3ero de Bach. ciencias "A"	8,81	5,79	51,01	1,5	300	Panel Sylvania	4000	40	2,33	0,96	0,95	24782,19	6,2	6
												LED Toledo	5,32	6
												Panel LED Sylvania	51,23	48
												TOTAL	56,55	54

Tabla 3.8 Cálculo de luminarias

Cálculo de luminarias															
Descripción	Dimensiones				Iluminancia (Lux)	Tipo LED	Flujo luminoso (lum)	Potencia (W)	Coeficientes			Flujo total (lum)	Cálculo luminarias	# luminarias	
	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m) ²	Altura (m)					k	μ	fm				
Oficina 1	3,18	1,82	5,79	2,3	300	Toledo	3400	40	0,50	0,35	0,95	4941,68	1,45	2	
Oficina 2	4,25	3,81	16,19	2	300	Toledo	3400	40	1	0,47	0,95	10225,26	3,01	3	
Vicerrectorado	4,41	5,80	22,77	1,5	300	Panel	4000	40	1,49	0,56	0,95	12840,23	3,21	5	
Rectorado	5,80	4,34	25,17	1,5	300	Panel	4000	40	1,65	0,56	0,95	1419,61	3,55	4	
Baño rectorado	1,85	1,22	2,26	1,5	300	Toledo	3400	40	0,5	0,35	0,95	1928,88	0,57	1	
Secretaria	5,80	4,34	25,17	1,5	300	Panel	4000	40	1,65	0,56	0,95	14193,61	3,55	4	
Inspección	5,80	4,34	25,17	1,5	300	Panel	4000	40	1,65	0,56	0,95	14193,61	3,55	4	
Oficina 3	4,08	3,04	12,40	2	300	Toledo	3400	40	0,87	0,42	0,95	8512,59	2,50	3	
Oficina 4	3,04	2,8	8,51	2	300	Toledo	3400	40	0,72	0,42	0,95	5842,11	1,72	2	
Bodega 1	2,80	2,31	6,47	2,3	300	Toledo	3400	40	0,55	0,35	0,95	5522,05	1,62	2	
Bodega 2	3,91	2,80	10,95	2,3	300	Toledo	3400	40	0,71	0,42	0,95	7517,16	2,21	2	
Baño 1	1,75	1,43	2,50	2,3	300	Toledo	3400	40	0,34	0,35	0,95	2133,71	0,63	1	
Pasillo A	6,19	5,27	32,62	1,8	100	Toledo	3400	40	1,58	0,54	0,95	6131,58	1,80	2	
10mo "C"	8,72	5,79	50,49	2	300	Pendant	4000	36	1,74	1,02	0,95	28471,80	7,12	8	
10mo "B"	8,72	5,79	50,49	2	300	Pendant	4000	36	1,74	1,02	0,95	28471,80	7,12	8	
Pasillo B	24,28	3,38	82,07	1,8	100	Toledo	3400	40	1,65	0,54	0,95	15426,69	4,54	5	
8vo "A"	8,81	5,79	51,01	2	300	Pendant	4000	36	1,75	1,02	0,95	28765,04	7,19	8	
9no "C"	8,81	5,79	51,01	2	300	Pendant	4000	36	1,75	1,02	0,95	28765,04	7,19	8	
Baño hombres	4,72	4,30	20,8	2	300	Toledo	3400	40	1,15	0,52	0,95	12393,25	3,65	4	
Baño profes	2,08	0,87	1,81	2	300	Toledo	3400	40	0,31	0,35	0,95	1544,81	0,45	1	
Bodega 4	2,08	0,87	1,81	2	300	Toledo	3400	40	0,31	0,35	0,95	1544,81	0,45	1	
Oficina 5	3,71	3,40	12,61	2	300	Pendant	4000	36	0,89	1,17	0,95	8656,75	2,16	2	
Bodega 3	3,4	2,91	9,9	2	300	Toledo	3400	40	0,78	0,42	0,95	6796,34	2,00	2	
Oficina de educación física	5,98	3,40	16,66	2	300	Pendant	4000	36	0,89	1,17	0,95	11437,07	2,86	3	
Pasillo C	33,6	3,61	121,3	1,8	100	Toledo	3400	40	1,81	0,59	0,95	21280,70	6,26	6	
9no "B"	8,75	5,73	50,14	2	300	Pendant	4000	36	1,73	1,17	0,95	28274,44	7,07	8	
9no "A"	8,75	5,73	50,14	2	300	Pendant	4000	36	1,73	1,17	0,95	28274,44	7,07	8	
Pasillo D															
Aula de música	8,87	8,76	77,70	2	300	Pendant	4000	36	2,20	0,60	0,95	40894,74	10,22	10	
Aula vacía 1	8,94	8,76	78,31	2	300	Pendant	4000	36	2,21	0,60	0,95	41215,79	10,30	10	
8vo "C"	7,96	8,76	69,73	1,5	300	Panel	4000	40	2,78	0,67	0,95	32865,67	9,13	10	
8vo "B"	8,85	8,76	77,53	1,5	300	Panel	4000	40	2,94	0,67	0,95	36542,03	9,14	10	
Aula Vacía 2	9,22	8,76	80,77	1,5	300	Panel	4000	40	3	0,67	0,95	38069,13	9,52	10	
Bar	8,81	6,74	59,38	2,3	300	Pendant	4000	36	1,66	0,56	0,95	33484,96	8,37	8	
													LED Toledo	32,87	37
													Panel LED Sylvania	41,64	46
													LED Pendant	76,68	81
													TOTAL	151,18	165

Tabla 3.9 Cálculo de luminarias en el edificio del plantel educativo

Cálculo de luminarias														
Descripción	Dimensiones				Iluminancia (Lux)	Tipo LED	Flujo luminoso (lum)	Potencia (W)	Coeficientes			Flujo total (lum)	Cálculo luminarias	# luminarias
	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m) ²	Altura (m)					k	μ	fm			
Bodega 5	5,68	2,09	11,87	1,5	300	Toledo	3400	40	1,18	0,52	0,8	7496,84	2,2	2
Aula 3ero Bach Técnico "B"	9,66	5,68	54,87	2	300	Panel Sobreponer	3200	40	1,63	0,60	0,8	28878,95	9,02	9
Aula 1ero Bach Técnico "A"	9,93	5,68	56,40	2	300	Panel Sobreponer	3200	40	1,81	0,60	0,8	29684,21	9,28	9
Pasillo primer piso	25,59	1,80	46,06	2,2	100	Toledo	3400	40	0,76	0,42	0,8	10540,05	3,10	3
Escaleras	4,43	4,92	27,58	2,2	100	Toledo	3400	40	1,32	0,53	0,8	5477,66	1,61	2
Laboratorio de computación 1	9,64	5,68	54,76	2,2	300	Toledo	3400	40	1,62	0,55	0,8	30879,70	9,08	9
Laboratorio de computación 2	9,94	5,68	56,46	2,2	300	Toledo	3400	40	1,64	0,55	0,8	31838,35	9,36	9
Pasillo segundo piso	25,59	1,81	46,32	2,2	100	Toledo	3400	40	0,77	0,42	0,8	10599,54	3,12	3
												LED Toledo	28,48	28
												LED Panel Sobreponer	18,30	18
												TOTAL	46,78	47

Fuente: Autor

3.2.7 Rediseño de iluminación exteriores

En el rediseño además se requiere la iluminación en el espacio externo para garantizar la seguridad y facilitar el desempeño de actividades en horarios con poca o ningún tipo de iluminación artificial. Para determinar el número de luminarias necesarias en exterior, se considera de la misma manera el siguiente proceso de cálculo:

- El espacio de trabajo se encuentra a 10 metros del nivel del suelo.

Las dimensiones se muestran en la siguiente tabla 3.10:

Tabla 3.10 Datos de la superficie

Datos de la superficie	
Largo (A)	34,1 m
Ancho (B)	26,6 m
Altura (H)	10 m

Fuente: Autor

Para calcular la superficie se toma en cuenta la ecuación 2. Se reemplaza los valores de las dimensiones del aula de clase de la tabla 3.10.

$$S = A * B$$

$$S = 34,1 m * 26,6 m$$

$$S = 907,06 m^2$$

- El Nivel de iluminación recomendado de acuerdo con la norma NEC es de 100 lux para pasillos.
- Para el cálculo del Índice local, se utilizó la ecuación 3

$$K = \frac{907,06 \text{ m}^2}{10 \text{ m} (34,1\text{m} + 26,6\text{m})}$$

$$K = 1,49$$

- Para el cálculo del factor de reflexión se toma los valores de la tabla 1.6 detallados en la siguiente tabla 3.11

Tabla 3.11 Datos del factor de reflexión

Datos del Factor de reflexión	
Techo	0,3
Muros:	0,1

Fuente: Autor

- Para realizar el rediseño de la iluminación necesaria en las aulas de clase, se optó por la luminaria, LED Street 250 W NW URBAN P23808 de la marca Sylvania cuyas características se encuentran en la tabla 3.1.
- Con los valores del indice local y el factor de reflexion se obtiene el factor de utilización mediante la tabla de las luminarias del anexo E

Factor de utilización(μ) = 0,56

- Para el calculo del Factor de mantenimiento se utiliza la tabla 1.7, se considera un ambiente regular $f_m=0,80$

- Para el calculo del Flujo total se utilizo la ecuacion 4 en donde replazando los valores se representa de la siguiente manera:

$$\Phi T = \frac{100lx * 907,06 m^2}{0,56 * 0,8}$$

$$\Phi T = 202468,75 \text{ lúmenes}$$

- Para el calculo de numero de lamparas se utilizo la ecuacion 5

$$NL = \frac{202468,75 \text{ lúmenes}}{1(325000 \text{ lux})}$$

$$NL = 6,23 \text{ lámparas}$$

Por lo que se considera a utilizar 6 luminarias led para el patio principal.

- Potencia la luminaria y corriente calculada

$$P = 250 W$$

$$P = 250 W * 6 \text{ luminarias} = 1500 W$$

$$I = \frac{1500 W}{120 V} = 12,5 A$$

Para iluminar el patio principal es necesario 6 luminarias LED de 250 W, a 220 V, este tipo de luminarias tienen 0,9 de factor de potencia cuyo valor se encuentra dentro del rango permitido. La figura 56 muestra la simulación de la iluminación en los exteriores de la unidad educativa Antonio Ante sede principal mediante el uso del software DIALux.

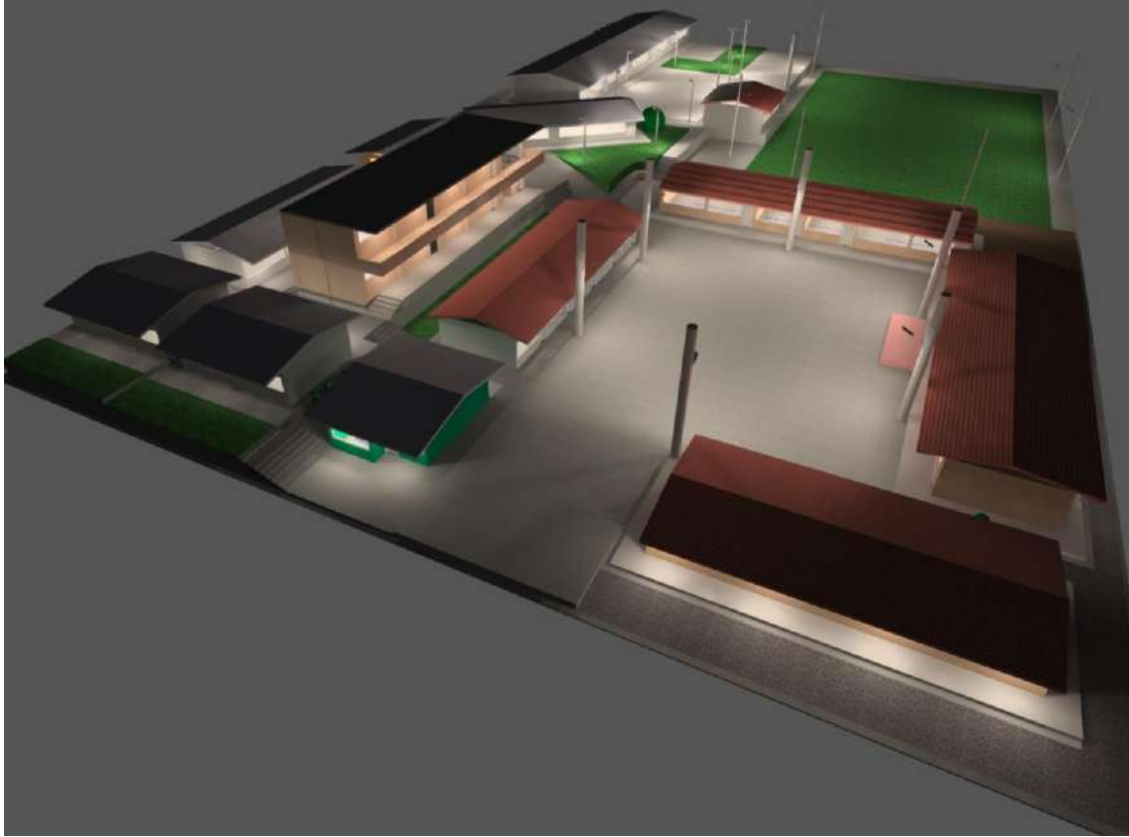


Figura. 56: Simulación en 3D realizada en DiaLUX iluminación exteriores

3.2.8 Tablas de cálculo de luminarias en el exterior del plantel educativo

Para el rediseño de luminarias en el exterior se llevaron acabo los calculos apropiados como se detalla en la tabla 3.12.

Tabla 3.12 Calculo de luminarias exteriores del plantel educativo

Cálculo de luminarias														
Descripción	Dimensiones				Iluminancia (Lux)	Tipo LED	Flujo luminoso (lum)	Potencia (W)	Coeficientes			Flujo total (lum)	Cálculo luminarias	# luminarias
	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m) ²	Altura (m)					k	μ	fm			
Patio principal	34,1	26,6	907,06	10	100	Street urban	32500	250 W	1,49	0,56	0,8	202468,75	6,23	6
Zona 1	23	10	230	9	100	Reflector jeta	13500	150 W	0,77	0,38	0,8	75657,89	5,6	5
Patio 2 cancha de volley	23,8	15,81	376,28	9	100	Reflector jeta	13500	150 W	1,06	0,43	0,8	109302,33	8,1	8
Patio 3	17	7,99	135,83	9	100	Reflector jeta	13500	150 W	0,60	0,28	0,8	60638,39	4,49	4
Patio 4	12,4	6,8	84,32	9	100	Reflector jeta	13500	150 W	0,49	0,28	0,8	37642,86	2,8	3
Cancha de futbol	49,8	29,77	1482,55	9	100	Street urban	32500	250 W	2,07	0,56	0,8	330926,34	10,18	10
												LED Street urban	16,41	16
												LED Reflector jeta	20,99	20
												TOTAL	37,4	36

Fuente: Autor

3.2.9 Total de luminarias en el rediseño

En la tabla 3.13 se muestra las luminarias necesarias que se va a utilizar según su tipo.

Tabla 3.13 Total de luminarias en el rediseño de la unidad educativa

Total de Luminarias				
Luminarias LED	Marca	Flujo luminoso (lm)	Potencia (W)	Luminarias a instalar
Toledo	Sylvania	3400	40	71
Panel	Sylvania	4000	40	94
Pendant	Sylvania	4000	36	81
Panel sobreponer	Sylvania	3200	40	18
Street Urban	Sylvania	32500	250	16
Reflectores Jeta	Sylvania	13500	150	20

Fuente: Autor

3.3 Rediseño de los tomacorrientes

Para el rediseño de instalación de tomacorrientes según la norma (NEC, 2018) se debe considerar:

- Cada circuito de tomacorrientes debe disponer de su propia protección.
- Ningún circuito de tomacorriente debe compartir servicios entre diferentes áreas de plantas o niveles diferentes de pisos

- Las salidas polarizadas (fase, neutro y tierra), con el fin de soportar una carga máxima de 20 amperios por circuito y no superar las 10 tomas de corriente.
- Los cajetines para tomacorrientes de uso común deben ser rectangulares y de tipo profundo.
- Los tomacorrientes, de uso común deben ser instalados a una altura de 0,40 metros desde el piso determinado, a excepción de espacios especiales como baños y cocinas, donde pueden ser colocados sobre mesones a una altura de 0,10 metros.
- Para el rediseño se debe considerar utilizar un conductor de cobre aislado tipo THHN 12 AWG para fase y neutro.
- Para calcular la potencia de los tomacorrientes se supone una carga de 200 W por tomacorriente.
- Las tuberías de los circuitos de tomacorrientes y salidas especiales deben ser independientes entre sí.
- Todos los circuitos de tomacorrientes deben llevar un conductor de tierra aparte del conductor de neutro.
- El conductor de tierra de los tomacorrientes debe conectarse a la barra de tierra del tablero de distribución.

Para el rediseño en instalación de tomacorrientes según la norma (NEC, 2013), se debe considerar:

- En cada aula de enseñanza se requerirá un mínimo de tres tomacorrientes, en enseñanza básica solo se exigirá 2 tomacorrientes.
- Todos los tomacorrientes deben tener una protección diferencial y los tomacorrientes debe ser del tipo agujeros protegidos es decir que no permitan desde afuera tocar directamente los terminales activos.
- La carga máxima de un tomacorriente debe ser a lo máximo el 70 % de la capacidad nominal del circuito.
- Cada circuito de tomacorriente debe ser protegido por un dispositivo de protección diferencial, en su defecto, se deben usar tomacorrientes con protección para circuitos con perdida a tierra o GFCI, en áreas con alta humedad, como baños, cocinas ya que esta protección es obligatoria.
- En oficinas se instalará al menos un tomacorriente por cada 10 m² o con un mínimo de 3 tomacorrientes.

3.3.1 Cálculo de tomacorrientes

Para la instalación de tomacorrientes en el nuevo diseño se utilizará tomacorrientes tipo alvéolo, de fase, neutro y tierra de 20 amperios a 120 V; se instalará tres tomacorrientes por aula de clase. En las oficinas se instalará 3 tomacorrientes como mínimo, para las cámaras de seguridad se instalarán tomacorrientes en los pasillos. En las tablas 3.14; 3.15; 3.16 se realiza el rediseño según la norma (NEC, 2013).

Para el cálculo se utilizará la potencia de 200 W por tomacorriente como indica la norma (NEC, 2018).

Tabla 3.14 Diseño de tomacorrientes

Descripción	TOMACORRIENTES DIAGNOSTICO			TOMACORRIENTES REDISEÑO		
	Cant	Potencia (W)	Corriente (A)	Cant	Potencia (W)	Corriente (A)
Aula 3ero Bachillerato Técnico "A"	4	720	6	4	800	6,67
Aula 1ero Bachillerato Ciencias "A"	3	540	4,5	4	800	6,67
Pasillo 1	0	0	0	1	600	5
Aula 1ero Bachillerato Ciencias "B"	3	540	4,5	4	800	6,67
Aula 2do Bachillerato Ciencias "A"	3	540	4,5	4	800	6,67
Pasillo 2	0	0	0	2	400	3,33
Sala de emergencias COVID 19	7	1260	10,5	4	800	6,67
Baño mujeres	0	0	0	1	200	1,67
Aula 2do Bachillerato Ciencias "B"	3	540	4,5	4	800	6,67
Aula 2do Bachillerato Técnico "A"	3	540	4,5	4	800	6,67
Sala de profesores	1	180	1,5	3	600	5
3ero de bachillerato ciencias "A"	3	540	4,5	4	800	6,67
TOTAL	30	5400	45	34	6800	61,69

Fuente: Autor

Tabla 3.15 Diseño de tomacorrientes

Descripción	TOMACORRIENTES DIAGNOSTICO			TOMACORRIENTES REDISEÑO		
	Cant	Potencia (W)	Corriente (A)	Cant	Potencia (W)	Corriente (A)
Oficina 1	1	180	1,5	2	400	3,33
Oficina 2	2	360	3	3	600	5
Vicerrectorado	4	720	6	4	800	6,67
Rectorado	3	540	4,5	4	800	6,67
Baño rectorado	1	180	1,5	1	200	1,67
Secretaria	3	540	4,5	4	800	6,67
Inspección	3	540	4,5	4	800	6,67
Oficina 3	1	180	1,5	3	600	5
Oficina 4	1	180	1,5	3	600	5
Bodega 1	0	0	0	3	600	5
Bodega 2	0	0	0	3	600	5
Pasillo A	0	0	0	2	400	3,33
10mo "C"	1	180	1,5	4	800	6,67
10MO "B"	1	180	1,5	4	800	6,67
Pasillo B	0	0	0	2	400	3,33
8vo "A"	2	360	3	4	800	6,67
9no "C"	4	720	6	4	800	6,67
Baño hombres	0	0	0	0	0	0
Bodega 4	1	180	1,5	1	200	1,67
Oficina 5	3	540	4,5	3	600	5
Bodega 3	0	0	0	3	600	5
Oficina de educación física	2	360	3	3	600	5
Pasillo C	0	0	0	2	400	3,33
9no "B"	1	180	1,5	4	800	6,67
9no "A"	1	180	1,5	4	800	6,67

Pasillo D	0	0	0	2	400	3,33
Aula de música	6	1080	9	4	800	6,67
Aula vacía 1	1	180	1,5	4	800	6,67
8vo "C"	5	900	7,5	4	800	6,67
Pasillo E	-	-	-	2	400	3,33
8vo "B"	1	180	1,5	4	800	6,67
Aula Vacía 2	2	360	3	4	800	6,67
Bar	2	360	3	4	800	6,67
TOTAL	52	9360		92	18400	153,33

Fuente: Autor

Tabla 3.16 Diseño de tomacorrientes, edificio

Descripción	TOMACORRIENTES DIAGNOSTICO			TOMACORRIENTES REDISEÑO		
	Cant	Potencia (W)	Corriente (A)	Cant	Potencia (W)	Corriente (A)
Bodega 5	0	0	0	1	200	1,67
Aula 3ero Bachillerato Técnico "B"	4	720	6	5	1000	8,33
Aula 1ero Bachillerato Técnico "A"	4	720	6	5	1000	8,33
Pasillo primer piso	0	0	0	1	200	1,67
TOTAL	8	1440	12	12	2400	20
Laboratorio de computación 1	7	1400	11,67	19	3800	31,67
Laboratorio de computación 2	9	1800	15	19	3800	31,67
Pasillo segundo piso	0	0	0	2	400	3,33
Reflectores, circuito expreso	0	0	0	2	400	3,33
TOTAL	17	3240	26,67	40	8400	70

Fuente: Autor

Durante el proceso de rediseño se tuvo en cuenta el uso de las instalaciones existentes, y se decidió aumentar la cantidad de circuitos fuerza en ciertas áreas. También se contempló la necesidad de circuitos especializados para cargas específicas, como el uso del proyector de imagen y circuitos del laboratorio de computación, los cuales serán conectados exclusivamente a los circuitos expreso.

3.4 Rediseño de los interruptores

Es importante que los interruptores sean de fácil acceso y que se instalen de acuerdo con la norma (NEC, 2018), el cual especifica que debe ubicarse a una altura entre 0,80 m y 1,40 m desde el nivel del suelo. Para el rediseño eléctrico se utilizará los interruptores simples, interruptores doble y triple.

3.5 Rediseño para conductores

Para el rediseño de los conductores se debe tomar en cuenta, las caídas de voltaje en lugares alejados por lo cual se debe considerar un calibre de conductor que brinde calidad de energía a cada circuito conectado.

3.5.1 Conductores para circuitos fuerza

Según la norma (NEC, 2018), y lo expuesto en el marco teórico del primer capítulo sobre conductores, se recomienda que la sección del conductor neutro sea igual a la sección de los conductores de fase. La sección mínima que se debe utilizar es #12 AWG, con el objetivo de asegurar una buena calidad de energía en diferentes áreas del establecimiento educativo.

3.5.2 Conductores para iluminación

Al igual que en los conductores de tomacorrientes la sección mínima a utilizar en el neutro debe ser igual a la de la fase, y en circuitos de iluminación la sección del conductor debe ser de #14 AWG, para la línea de fase, neutro y tierra.

3.6 Distribución de circuitos

Para realizar el rediseño del sistema eléctrico actual se requiere una reorganización en la distribución de circuitos. La unidad educativa presenta 2 contadores de energía, y se propone ceder cargas al contador de energía electrónico con el fin de alcanzar un nivel equilibrado, además para que haya un mejor equilibrio se distribuyó cargas a las líneas de fase de cada contador de energía para que exista una buena distribución de circuitos.

Según la norma (NEC, 2018), al realizar los cálculos de diseño para los circuitos de fuerza, se debe tener en cuenta ciertos parámetros. Por ejemplo, se debe considerar una carga de 200 W por cada salida en el circuito de fuerza. También se tuvo en cuenta la potencia nominal de las luminarias que se van a instalar en los puntos de iluminación exteriores, las cuales tienen una capacidad de 150 y 250 W.

3.6.1 Rediseño sub tablero de distribución 1

El sub tablero de distribución 1 (STD.1), abarca las aulas de clase de 3ero bachillerato técnico "A", 1ero de bachillerato ciencias "A", como muestra la tabla 3.17, y se distribuyen en 4 circuitos:

- C1-L de iluminación para las aulas (3ero B. técnico "A", Pasillo 1)
- C2-L de iluminación para las aulas de clase (1ero B. ciencias "A")
- C3-T de tomacorrientes para: (3ero B. Técnico "A" y 1ero B. Ciencias "A" y pasillo 1)
- C4-Exp circuito expreso para proyector de (3ero B. técnico "A" y 1ero de B. ciencias "A")

Tabla 3.17 Tabla rediseño del Sub tablero de distribución 1 STD.1

Cuadro de cargas sub tablero de distribución 1												
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn.(W)	CI(W)	Fp	FFUn (%)	CIR(W)	Fsn %	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	PROT (A)
C1-L	Iluminación	10	40	400	0,92	90%	360	70%	252,00	273,91	2,28	1P/15
C2-L	Iluminación	6	40	240	0,92	90%	216	70%	151,20	164,35	1,37	1P/15
C3-T	Tomacorrientes	7	200	1400	0,92	90%	1260	70%	882,00	958,70	7,99	1P/20
C4-Exp	Tomacorrientes expreso	2	500	1000	0,92	100%	1000	40%	400,00	434,78	3,62	1P/20
TOTAL			780	3040			2836		1685,20	1831,74	15,26	1P/30

Fuente: Autor

3.6.2 Rediseño sub tablero de distribución 2

El sub tablero de distribución 2 (STD.2), abarca las aulas de clase de: 1ero de bachillerato ciencias “B”, 2do bachillerato ciencias “A”, Sala de emergencias COVID 19, baño, hombres, bodega, baño profesores, como muestra la tabla 3.18, y se distribuyen en 5 circuitos:

- C1-L de iluminación para las aulas de clase (1ero B. ciencias “B”, 2do B. ciencias “A”)
- C2-T de tomacorrientes para las aulas (1ero B. ciencias “B”, 2do B. ciencias “A”, pasillo 2)
- C3-L de iluminación para (sala de emergencias COVID 19, baño mujeres, baño profesores, bodega)
- C4-T de tomacorrientes para las aulas (Sala de emergencia COVID 19, Baño hombres, baño profesores, Bodega A)
- C5-Exp circuito expreso para proyector de las aulas de (1ero B. ciencias “B” y 2do B. ciencias “A”)

Tabla 3.18 Tabla del rediseño del sub tablero de distribución 2 (STD.2)

Cuadro de cargas Sub tablero de distribución 2												
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn.(W)	CI(W)	Fp	FFUn (%)	CIR(W)	Fsn %	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	PROT (A)
C1-L	Iluminación	12	40	480	0,92	90%	432	70%	302,40	328,70	2,74	1P/15
C2-T	Tomacorrientes	8	200	1600	0,92	90%	1440	70%	1008,00	1095,65	9,13	1P/20
C3-L	Iluminación	8	40	320	0,92	90%	288	70%	201,60	219,13	1,83	1P/15
C4-T	Tomacorrientes	5	200	1000	0,92	90%	900	70%	630,00	684,78	5,71	1P/20
C5-Exp	Circuito expreso	2	500	1000	0,92	100%	1000	40%	400,00	434,78	3,62	1P/20
TOTAL			980	4400			4060		2542,00	2763,04	23,03	2P/30

Fuente: Autor

3.6.3 Rediseño sub tablero de distribución 3

El sub tablero de distribución 3 (STD.3), abarca las aulas de clase de: 2do bachillerato ciencias "B", 2do bachillerato técnico "A", Sala de profesores, 3ero de bachillerato ciencias "A", como muestra la tabla 3.19, y se distribuyen en 5 circuitos:

- C1-L de iluminación para las aulas (2do B. ciencias "B" y 2do B. técnico "A")
- C2-T de tomacorrientes para (2do Bach. ciencias "B", 2do Bach. técnico "A")
- C3-Exp Circuito expreso para proyector de (2do Bach. ciencias "B" y 3ero de Bach. ciencias "A")
- C4-L de iluminación para las aulas de clase (Sala de profesores, 3ero de Bach. ciencias "A")
- C5-T de tomacorrientes para (Sala de profesores, 3ero de Bach. ciencias "A")

Tabla 3.19 Tabla del rediseño del Sub tablero de distribución 3 (STD.3)

Cuadro de cargas Sub tablero de distribución 3												
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn.(W)	CI(W)	Fp	FFUn (%)	CIR(W)	Fsn %	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	PROT (A)
C1-L	Iluminación	9	40	360	0,92	90%	324	70%	226,80	246,52	2,05	1P/15
C2-T	Tomacorrientes	6	200	1200	0,92	90%	1080	70%	756,00	821,74	6,85	1P/20
C3-Exp	Circuito expreso	2	500	1000	0,92	100%	1000	40%	400,00	434,78	3,62	1P/20
C4-L	Iluminación	9	40	360	0,92	90%	324	70%	226,80	246,52	2,05	1P/15
C5-T	Tomacorrientes	6	200	1200	0,92	90%	1080	70%	756,00	821,74	6,85	1P/20
TOTAL			980	4120			3808		2365,60	2571,30	21,43	2P/30

Fuente: Autor

3.6.4 Rediseño sub tablero de distribución 4

El sub tablero de distribución 4 (STD.4), abarca el patio principal, zona 1, como muestra la tabla 3.20, y se distribuyen en 2 circuitos:

- C1-L de iluminación para el patio principal
- C2-L de iluminación de reflectores Zona 1

Tabla 3.20 Tabla del rediseño del sub tablero de distribución 4 (STD.4)

Cuadro de cargas sub tablero de distribución 4												
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn.(W)	CI(W)	Fp	FFUn (%)	CIR(W)	Fsn %	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	PROT (A)
C1-L	Iluminación	6	250	1500	0,92	1	1500	0,6	900,00	978,26	4,08	2P/15
C2-L	Iluminación	5	150	750	0,92	1	750	0,6	450,00	489,13	2,04	2P/15
TOTAL				2250			2250		1350	1476,39	6,12	2P/20

Fuente: Autor

3.6.5 Rediseño sub tablero de distribución 5

El sub tablero de distribución 5 (S.TD5), abarca las oficinas de inspección, secretaría, rectorado, baño rectorado, vicerrectorado, oficina 1 y oficina 2, como muestra la tabla 3.21, y se distribuyen en 5 circuitos:

- C1-L de iluminación para las oficinas de (Inspección, secretaría, rectorado)
- C2-L de iluminación para las oficinas de (baño rectorado, vicerrectorado, oficina 1 y oficina 2)
- C3-T de tomacorrientes para (Inspección, secretaría)
- C4-T de tomacorrientes para las aulas (baño rectorado, rectorado, pasillo)
- C5-T de tomacorrientes para: (vicerrectorado, oficina 1 y oficina 2)

Tabla 3.21 cuadro rediseño sub tablero de distribución 5 (STD.5)

Cuadro de cargas sub tablero de distribución 5												
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn.(W)	Cl(W)	Fp	FFUn (%)	CIR(W)	Fsn %	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	PROT (A)
C1-L	Iluminación	12	40	480	0,92	90%	432	70%	302,40	328,70	2,74	1P/15
C2-L	Iluminación	11	40	440	0,92	90%	396	70%	277,2	301,3	2,51	1P/15
C3-T	Tomacorrientes	8	200	1600	0,92	90%	1440	70%	1008,00	1095,65	9,13	1P/20
C4-T	Tomacorrientes	5	200	1000	0,92	90%	900	70%	630,00	684,78	5,71	1P/20
C5-T	Tomacorrientes	9	200	1800	0,92	90%	1620	70%	1134,00	1232,61	10,27	1P/20
TOTAL			680	5320			4788		3351,60	3643,04	30,36	2P/30

Fuente: Autor

3.6.6 Rediseño sub tablero de distribución 6

El sub tablero de distribución 6 (STD.6), abarca las bodegas 1, bodega 2, oficinas 3 oficina 4, pasillo A, y baño como muestra la tabla 3.22, y se distribuyen en 3 circuitos:

- C1-L de iluminación para la: (oficina 3, oficina 4, Bodega 1, bodega 2, baño, pasillo A)
- C2-T de tomacorrientes para (oficina 3 y bodega 2)
- C3-T de tomacorrientes para las aulas (bodega 1, pasillo A, y oficina 4)

Tabla 3.22 rediseño sub tablero de distribución 6 (STD.6)

Cuadro de cargas sub tablero de distribución 6												
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn.(W)	CI(W)	Fp	FFUn (%)	CIR(W)	Fsn %	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	PROT (A)
C1-L	Iluminación	12	40	480	0,92	90%	432	70%	302,4	328,70	2,74	1P/15
C2-T	Tomacorrientes	6	200	1200	0,92	90%	1080	70%	756	821,74	6,85	1P/20
C3-T	Tomacorrientes	8	200	1600	0,92	90%	1440	70%	1008	1095,65	9,13	1P/20
TOTAL			440	3280			2952		2066,4	2246,09	18,72	1P/30

Fuente: Autor

3.6.7 Rediseño sub tablero de distribución 7

El tablero de distribución 7 (STD.7), abarca las aulas de 10mo “C”, 10mo “B”, Pasillo B, como muestra la tabla 3.23, y se distribuyen en 5 circuitos:

- C1-L de iluminación para la: (10mo “C”)
- C2-L de iluminación para (10mo “B”)
- C3-T de tomacorrientes para (10mo “B”, 10mo “C” y pasillo B)

- C4-L de iluminación para (pasillo B)
- C5-Exp circuito expreso para proyector de las aulas (10mo “B” y 10mo “C”).

Tabla 3.23 Rediseño sub tablero de distribución 7 (STD.7)

Cuadro de cargas sub tablero de distribución 7												
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn.(W)	CI(W)	Fp	FFUn (%)	CIR(W)	Fsn %	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	PROT (A)
C1-L	Iluminación	8	36	288	0,92	90%	259,2	70%	181,44	197,22	1,64	1P/15
C2-T	Iluminación	8	36	288	0,92	90%	259,2	70%	181,44	197,22	1,64	1P/15
C3-T	Tomacorrientes	8	200	1600	0,92	90%	1440	70%	1008,00	1095,65	9,13	1P/20
C4-T	Iluminación	5	40	200	0,92	90%	180	70%	126,00	136,96	1,14	1P/15
C5-Exp	Tomacorrientes expreso	2	500	1000	0,92	100%	1000	40%	400,00	434,78	3,62	1P/20
TOTAL			812	3376			3138,4		1896,88	2061,83	17,18	2P/30

Fuente: Autor

3.6.8 Rediseño sub tablero de distribución 8

El sub tablero de distribución 8 (STD.8), abarca las aulas de 8vo “A”, 8vo “C”, pasillo C, baños hombres, baño profesores, bodega 3 y 4, oficina 5, oficinas de educación física, como muestra la tabla 3.24, y se distribuyen en 7 circuitos:

- C1-L de iluminación para el aula de (8vo “A”)
- C2-L de iluminación para el aula de (Pasillo C)
- C3-T de tomacorrientes para (8vo “A”, 9no “C” y Pasillo C)
- C4-L de iluminación para el aula de (9no “C”)
- C5-T de iluminación para (Baños hombres, baño profesores, bodega 3, bodega 4, oficina 5 y oficina de educación física)

- C6-T de tomacorrientes para (bodega 3, bodega 4, oficina 5 y oficina de educación física)
- C7-Exp circuito expreso para proyector de las aulas (8vo “A” y 9no “C”)

Tabla 3.24 Rediseño del sub tablero de distribución 8 (STD.8)

Cuadro de cargas sub tablero de distribución 8												
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn.(W)	CI(W)	Fp	FFUn (%)	CIr(W)	Fsn %	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	PROT (A)
C1-L	Iluminación	8	36	288	0,92	90%	259,2	70%	181,44	197,22	1,64	1P/15
C2-L	Iluminación	5	40	200	0,92	90%	180	70%	126,00	136,96	1,14	1P/15
C3-T	Tomacorrientes	8	200	1600	0,92	90%	1440	70%	1008,00	1095,65	9,13	1P/20
C4-L	Iluminación	8	36	288	0,92	90%	259,2	70%	181,44	197,22	1,64	1P/15
C5-T	Iluminación	13	40	520	0,92	90%	468	70%	327,6	356,57	2,97	1P/15
C6-T	Tomacorrientes	10	200	2000	0,92	90%	1800	70%	1260,00	1369,57	11,41	1P/20
C7-Exp	Circuito expreso	2	500	1000	0,92	100%	1000	40%	400,00	434,78	3,62	1P/20
TOTAL			1052	5896			5406,4		3484,48	3787,48	31,56	2P/30

Fuente: Autor

3.6.9 Rediseño sub tablero de distribución 9

El tablero de distribución 9 (TD9), abarca las aulas de 9no “B”, 9o “A”, pasillo D, como muestra la tabla 3.25, y se distribuyen en 4 circuitos:

- C1-L de iluminación para la: (9no “B”)
- C2-T de iluminación para (9no “A”)
- C3-T de tomacorrientes para las aulas de (9no “B”, 9no “A”)
- C4-Exp circuito expreso para (9no “B” y 9no “A”)

Tabla 3.25 Rediseño sub tablero de distribución 9 (TD9)

Cuadro de cargas sub tablero de distribución 9												
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn(W)	CI(W)	Fp	FFUn (%)	CIR(W)	Fsn %	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	PROT (A)
C1-L	Iluminación	8	36	288	0,92	90%	259,2	70%	181,44	197,22	1,64	1P/15
C2-L	Iluminación	8	36	288	0,92	90%	259,2	70%	181,44	197,22	1,64	1P/15
C3-T	Tomacorrientes	8	200	1600	0,92	90%	1440	70%	1008	1095,65	9,13	1P/20
C4-Exp	circuito expreso	2	500	1000	0,92	100%	1000	40%	400	434,78	3,62	1P/20
TOTAL			772	3176			2958,4		1770,88	1924,87	16,04	1P/30

Fuente: Autor

3.6.10 Rediseño sub tablero de distribución 10

El sub tablero de distribución 10 (STD.10), abarca las aulas de música, aula vacía 1, aula vacía 2, 8vo “C” y 8vo “B”, como muestra la tabla 3.26, y se distribuyen en 9 circuitos:

- C1-L de iluminación para las oficinas de (Aula música,)
- C2-L de iluminación para las oficinas de (aula vacía 1)
- C3-T de tomacorrientes para (Aula música, Aula vacía 1 y pasillo E)
- C4-Exp circuito expreso para (Aula de música y Aula vacía 1)
- C5-L de iluminación para el aula (8vo “C”)
- C6-T de tomacorrientes para las aulas (8vo “C”, 8vo “B” y Aula vacía 2)
- C7- L de iluminación para el aula (8vo “B”)
- C8- L de iluminación para (Aula vacía 2)
- C9-Exp circuito expreso para proyector de las aulas (8vo “B” y Aula vacía 2)

Tabla 3.26 Rediseño sub tablero de distribución 10 (STD.10)

Cuadro de cargas sub tablero de distribución 10												
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn.(W)	CI(W)	Fp	FFUn (%)	CIR(W)	Fsn %	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	PROT (A)
C1-L	Iluminación	10	36	360	0,92	90%	324	70%	226,80	246,52	2,05	1P/15
C2-L	Iluminación	10	36	360	0,92	90%	324	70%	226,80	246,52	2,05	1P/15
C3-T	Tomacorrientes	7	200	1400	0,92	90%	1260	70%	882,00	958,70	7,99	1P/20
C4-Exp	Circuito expreso	2	500	1000	0,92	100%	1000	40%	400,00	434,78	3,62	1P/20
C5-L	Iluminación	10	40	400	0,92	90%	360	70%	252,00	273,91	2,28	1P/15
C6-T	Tomacorrientes	10	200	2000	0,92	90%	1800	70%	1260,00	1369,57	11,41	1P/20
C7-L	Iluminación	10	40	400	0,92	90%	360	70%	252,00	273,91	2,28	1P/15
C8-L	Iluminación	10	40	400	0,92	90%	360	70%	252	273,91	2,28	1P/15
C9-Exp	Circuito expreso	2	500	1000	0,92	100%	1000	40%	400	434,78	3,62	1P/20
TOTAL				7320			6788		4151,6	4512,61	37,61	2P/30

Fuente: Autor

3.6.11 Rediseño sub tablero de distribución 11

El sub tablero de distribución 11 (STD.11), abarca el bar, como muestra la tabla 3.27, y se distribuyen en 3 circuitos:

- C1-L de iluminación para el (Bar)
- C2-L de tomacorrientes para el (Bar)
- C3-Exp circuito expreso (Bar)

Tabla 3.27 Tabla del rediseño sub tablero de distribución 11 (STD.11)

Cuadro de cargas sub tablero de distribución 11												
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn.(W)	CI(W)	Fp	FFUn (%)	CIR(W)	Fsn %	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	PROT (A)
C1-L	Iluminación	8	36	288	0,92	90%	259,2	70%	181,44	197,22	1,64	1P/15
C2-T	Tomacorrientes	3	200	600	0,92	90%	540	70%	378,00	410,87	3,42	1P/20
C3-Exp	Circuito expreso	1	800	800	0,92	100%	800	80%	640,00	695,65	5,80	1P/20
TOTAL			1036	1688			1599,2		1199,44	1303,74	10,86	1P/30

Fuente: Autor

3.6.12 Rediseño sub tablero de distribución 12

- C1-L de iluminación para el (Lab. de computación 1)
- C2-L de iluminación para (pasillo y gradas)
- C3-L de iluminación para el (Lab. de computación 2)

Tabla 3.28 Rediseño sub tablero de distribución 12 (TD.12)

Cuadro de cargas sub tablero de distribución 12												
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn.(W)	CI(W)	Fp	FFUn (%)	CIR(W)	Fsn %	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	PROT (A)
C1-L	Iluminación	11	40	440	0,92	90%	396	70%	277,2	301,3	2,51	1P/15
C2-L	Iluminación	5	40	200	0,92	90%	180	70%	126	136,96	1,14	1P/15
C3-L	Iluminación	11	40	440	0,92	90%	396	70%	277,2	301,3	2,51	1P/15
TOTAL			120	1080			972		680,40	739,57	6,16	1P/20

Fuente: Autor

3.6.13 Rediseño sub tablero de distribución 13

El sub tablero de distribución 13 (STD.13), abarca el 1er piso del edificio de la institución educativa como muestra la tabla 3.29, y se distribuyen en 5 circuitos:

- C1-L de iluminación para (3ero de bachillerato técnico “B”)
- C2-L de iluminación para (1ero de bachillerato técnico “A”)
- C3-L de iluminación para (el pasillo, gradas y bodega 5)
- C4-T de tomacorrientes para (3ero de bachillerato técnico “B”, 1ero de bachillerato técnico “A”, bodega 5 y pasillo)

- C5-Exp circuito expreso para (3ero de bachillerato técnico “B” y 1ero de bachillerato técnico “A”)

Tabla 3.29 Rediseño sub tablero de distribución 13 (STD.13)

Cuadro de cargas sub tablero de distribución 13												
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn.(W)	CI(W)	Fp	FFUn (%)	CIR(W)	Fsn %	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	PROT (A)
C1-L	Iluminación	11	40	440	0,92	90%	396	70%	277,20	301,30	2,51	1P/15
C2-L	Iluminación	11	40	440	0,92	90%	396	70%	277,20	301,30	2,51	1P/15
C3-L	Iluminación	8	40	320	0,92	90%	288	70%	201,60	219,13	1,83	1P/15
C4-T	Tomacorrientes	10	200	2000	0,92	90%	1800	70%	1260,00	1369,57	11,41	1P/20
C5-Exp	Circuito expreso	2	500	1000	0,92	100%	1000	40%	400,00	434,78	3,62	1P/20
TOTAL			1320	5200			4780		3046,00	3310,87	27,59	2P/30

Fuente: Autor

3.6.14 Rediseño sub tablero de distribución 14

El sub tablero de distribución 14 (STD.14), abarca el (patio 2 cancha de volley, patio 3, patio 4 y la cancha de futbol), como muestra la tabla 3.30, y se distribuyen en 3 circuitos:

- C1-L de iluminación de reflectores para (patio 2 cancha volley)
- C2-L de iluminación de reflectores para (patio 3 y patio 4)
- C3-L de iluminación para (cancha de futbol)

Tabla 3.30 Tabla del rediseño del sub tablero de distribución 14 (STD.14)

Cuadro de cargas sub tablero de distribución 14												
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn (W)	CI(W)	Fp	FFUn (%)	CIR (W)	Fsn %	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	PROT (A)
C1-L	Iluminación	8	150	1200	0,92	1	1200	60%	720	782,61	3,26	2P/15
C2-L	Iluminación	7	150	1050	0,92	1	1050	60%	630	684,78	2,85	2P/15
C3-L	Iluminación	8	250	2000	0,92	1	2000	60%	1200	1304,35	5,43	2P/15
TOTAL				4250			4250		2550	2717,74	11,54	2P/30

Fuente: Autor

3.6.15 Diseño de un circuito expreso

Para los laboratorios de computación del plantel educativo se requiere diseñar un circuito de uso específico, debido a que es necesario realizar un análisis propio con su respectivo diseño de puesta a tierra. Los detalles de esta distribución se encuentran en la tabla 3.31, donde se especifica que se han creado cinco circuitos para este propósito:

- C1-Exp de tomacorrientes para el (Lab. de computación 1)
- C2-Exp de tomacorrientes para el (Lab. de computación 1)
- C3-Exp de tomacorrientes para (Lab. de computación 2)
- C4-Exp de tomacorrientes para (Lab. de computación 2)
- C5-Exp de tomacorrientes para (el proyector de los laboratorios de computación 1 y 2)

Tabla 3.31 Rediseño circuito expreso Laboratorios de computación

Cuadro de cargas sub tablero de distribución 12													
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)	CI (W)	Fp	FFUn (%)	CIR (W)	Fsn %	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	PROT (A)	Calibre (AWG)
C1	Circuito expreso	9	200	1800	0,92	100 %	1800	60 %	1080	1173,91	9,78	1P/20	2X10
C2	Circuito expreso	10	200	2000	0,92	100 %	2000	60 %	1200	1304,35	10,87	1P/20	2X10
C3	Circuito expreso	9	200	1800	0,92	100 %	1800	60 %	1080	1173,91	9,78	1P/20	2X10
C4	Circuito expreso	10	200	2000	0,92	100 %	2000	60 %	1200	1304,35	10,87	1P/20	2X10
C5	Circuito expreso	2	500	1000	0,92	100 %	1000	40 %	400	434,78	3,62	1P/20	2X10
TOTAL			1300	8600			8600		4960	5391,3	44,93	2P/60	

Fuente: Autor

3.6.16 Caída de tensión en los circuitos más alejados

Según la norma (NEC, 2013), el calibre del conductor deberá ser el adecuado para evitar caídas de voltaje, y no debe exceder el 3% del voltaje nominal, mientras que en el punto más desfavorable de la instalación eléctrica no debe exceder del 5 % del voltaje nominal.

De acuerdo con las normas establecidas el calibre del conductor a utilizar para tomacorrientes es 12 AWG y 14 AWG para la iluminación.

Como ejemplo se toma un valor de voltaje del circuito TD-9 a una distancia alejada, los datos para el cálculo de caída de voltajes mediante la ecuación 1 son los siguientes:

- $K = 4$ circuito monofásico
- $I = 10,27$ A
- $L = 130,93$ m
- $S =$ sección del conductor 12 AWG (3,3 mm)
- $V = 120$ V

$$e(\%) = \frac{K * I * L}{S * V}$$

$$e(\%) = \frac{4 * 10,27 \text{ A} * 23,6\text{m}}{3,31 * 120 \text{ V}}$$

$$e(\%) = 2,45\%$$

La tabla 3.31, muestra la caída de voltaje en los lugares más alejados.

Tabla 3.32 Caídas de voltaje en los lugares más alejados

Sub tablero	Circuito	Lugar más distante (m)	Corriente (A)	Sección del conductor (mm ²)	Caída de voltaje (%)
STD.2	C4-T	21,48	5,71	3,3	1,24
STD.3	C4-T	26,65	6,85	3,3	1,84
STD.4	C2-L	11,47	2,04	5,264	0,15
STD.5	C5-T	21,72	10,27	3,3	2,25
STD.7	C2-T	19,9	9,13	3,3	1,83
STD.8	C4-T	25	10,27	3,3	2,59
STD.10	C5-T	25,67	10,27	3,3	2,59
STD.14	C2-L	26,33	5,71	5,264	0,95
STD.14	C3-L	30	13,59	5,264	2,93

Fuente: Autor

3.6.17 Distribución de circuitos y protecciones del tablero de distribución

general

Para lograr una distribución de circuitos equilibrada, es importante dividir adecuadamente los circuitos. En este nuevo diseño se ha considerado ocho subtableros de distribución para el contador de energía electrónico, y siete subtableros para el contador de energía electromecánico, junto con el circuito expreso que suministra energía a las cargas del laboratorio de computación. Todo el circuito cuenta con su protección termomagnética general e individual y una protección diferencial.

Para garantizar la capacidad de futuras cargas, en el presente trabajo los tableros generales de distribución deben tener 12 espacios, ya que es suficiente para conectar las protecciones actuales y los sobrantes serian utilizadas para cargas futuras.

En la nueva configuración las tablas 3.33, 3.34 y 3.35 muestran las protecciones necesarias y calibre del conductor para cada sub tablero de distribución.

Tabla 3.33 Distribución de circuitos y protecciones subtableros (contador electrónico)

Protecciones para los subtableros de distribución Contador electrónico							
Subtablero de distribución	Fases	CIR. (W)	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	Protección (A)	Calibre (AWG)
STD.1	1	2836	1685,20	1831,74	15,26	1P/30 A	2X8
STD.2	2	4060	2542,00	2763,04	23,03	2P/30 A	3X8
STD.3	2	3808	2365,60	2571,30	21,43	2P/30 A	3X8
STD.4	2	2250	1350	1476,39	6,12	2P/20 A	3X8
STD.5	2	4788	3351,60	3643,04	30,36	2P/30 A	3X8
STD.6	1	2952	2066,4	2246,09	18,72	1P/30 A	2X8
STD.7	2	3138,4	1896,88	2061,83	17,18	2P/30 A	3X8
STD.8	2	5406,4	3484,48	3787,48	31,56	2P/30 A	3X8
Total			18742,16	20380,91	163,36		

Fuente: Autor

Tabla 3.34 Distribución de circuitos y protecciones, subtableros (contador electromecánico)

Protecciones para los subtableros de distribución Contador electromecánico							
Subtablero de distribución	Fases	CIR. (W)	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	Protección(A)	Calibre (AWG)
STD.9	1	2958,4	1770,88	1924,87	16,04	1P/30 A	2X8
STD.10	2	6788	4151,6	4512,61	37,61	2P/30 A	3X8
STD.11	1	1599,2	1199,44	1303,74	10,86	1P/30 A	2X8
STD.12	1	972	680,40	739,57	6,16	1P/30 A	2X8
STD.13	2	4780	3046	3310,87	27,59	2P/30 A	3X8
STD.14	2	4250	2550	2717,74	11,54	2P/30 A	2X8
Total		21347,6	13398,32	14509,4	109,8		

Fuente: Autor

Tabla 3.35 Distribución circuito expreso y protecciones de los laboratorios de computación

Protecciones para el circuito expreso en los laboratorios de computación							
Subtablero de distribución	Fases	CIR. (W)	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	Protección(A)	Calibre (AWG)
Circuito expreso	2	8600	4960,00	5391,30	44,93	2P/30 A	2X8
Total		8600	4960,00	5391,30	44,93		

Fuente: Autor

Encontrar la protección general implica dividir la corriente total entre dos, lo que nos proporciona el valor necesario para la protección general. Estos valores se presentan en la tabla 3.36.

Tabla 3.36 Protecciones generales

Tablero General	Fase	Voltaje (V)	DMU (W)	DMU (VA)	I (A)	Calibre (AWG)	PROTECCION
Contador electrónico	Fase 1	120	9371,08	10190,46	81,68	3X6	2P/100 A
	Fase 2	120	9371,08	10190,46	81,68		
Contador electromecánico	Fase 1	120	6699,16	7254,7	54,9	3X6	2P/60 A
	Fase 2	120	6699,16	7254,7	54,9		
Contador electromecánico circuito expreso	Fase 1	120	2480	2695,65	22,47	3X4	2P/30
	Fase 2	120	2480	2695,65	22,47		

Fuente: Autor

3.7 Ductos

Para lograr una distribución adecuada de los circuitos eléctricos, y evitar desgates, mal funcionamiento, caídas de voltaje y diferentes pérdidas es importante asegurar la protección de los conductores. En cuanto al diseño nuevo, se recomienda la instalación de alimentadores subterráneos utilizando conductos soterrados tanto por motivos estéticos como de seguridad. Para este fin, se emplearán tubos de PVC junto con conductores THHN.

Mientras que para la distribución de los circuitos a tomacorrientes y luminarias se deberá utilizar tubería metálica flexible $\frac{3}{4}$ " , para proteger el cableado.

3.8 Planos unifilares

Se elaboró el diagrama unifilar de los contadores de energía para todos los tableros de distribución, como parte del proceso de rediseño de las instalaciones eléctricas. Este diagrama incluye las protecciones correspondientes, el tamaño de los conductores y los circuitos correspondientes, los cuales se calcularon en tablas previamente realizadas. La figura 57 y 58 muestran el diagrama unifilar del tablero general, los planos unifilares de los subtableros están disponibles en el ANEXO G.

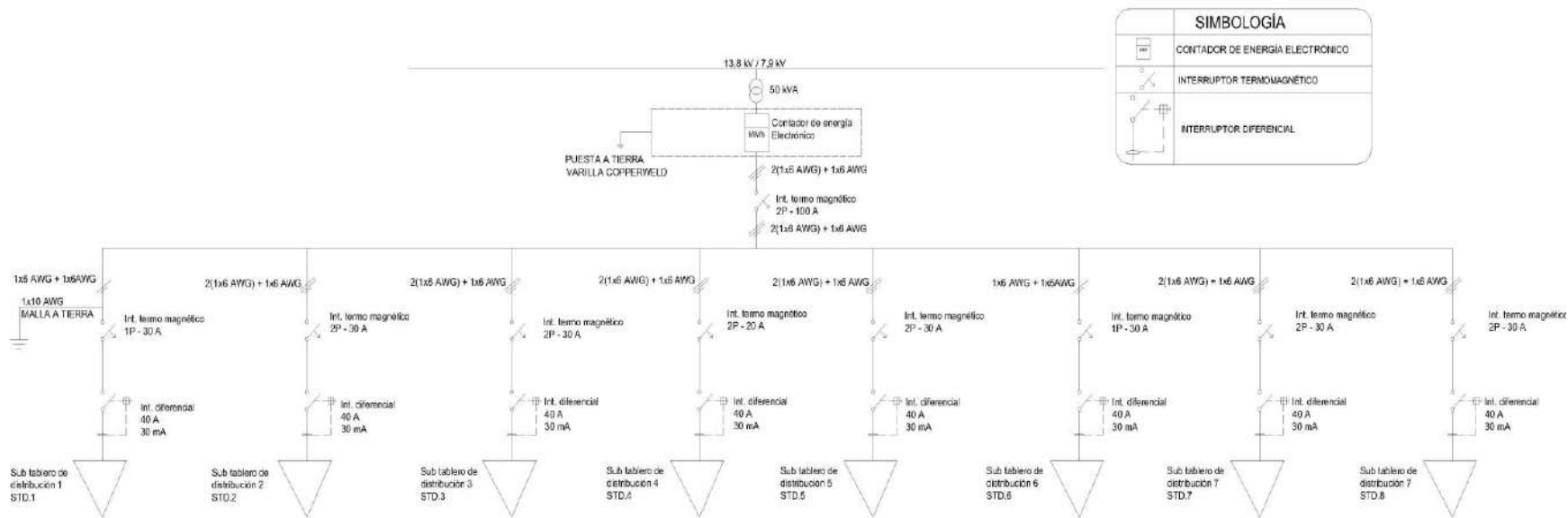


Figura. 57: Plano unifilar rediseño contador de energía electrónico

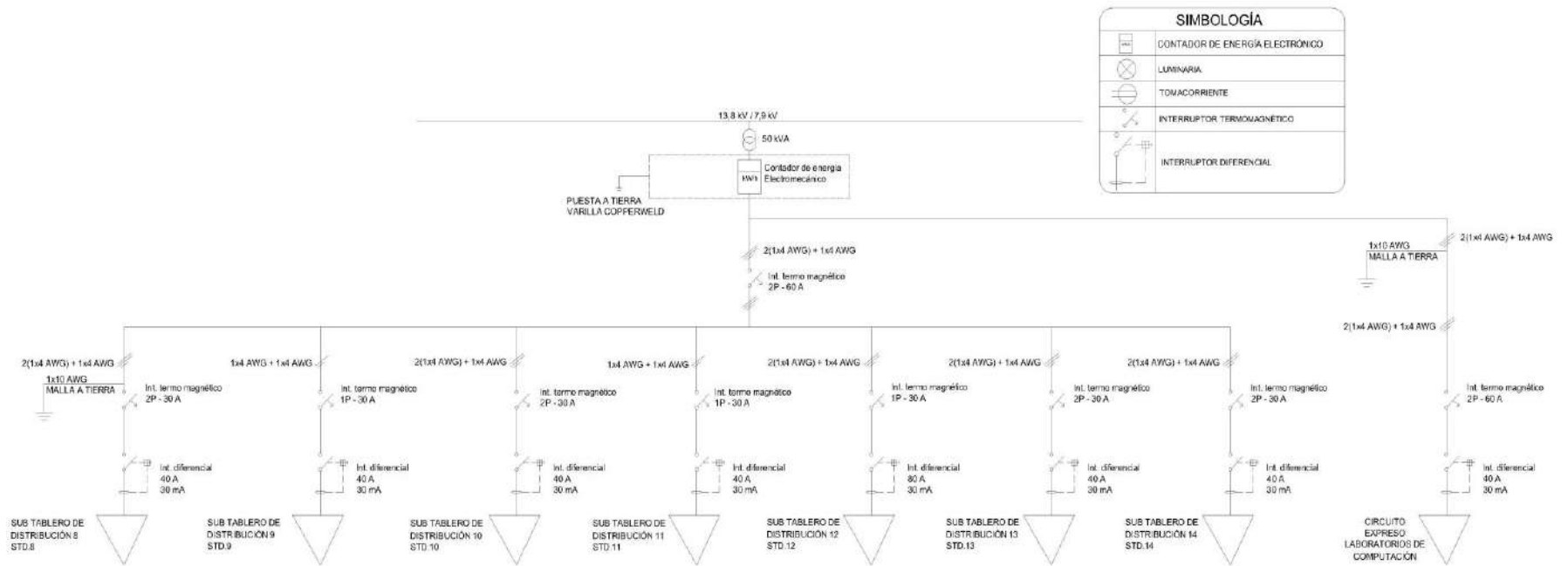


Figura. 58: Plano unifilar rediseño contador de energía electromecánico

3.9 Planos eléctricos

Los planos eléctricos muestran la ubicación de los tableros de distribución, así como su simbología y figura, y se identifican mediante códigos descritos en la leyenda de cada plano los cuales se encuentran en el anexo H.

3.10 Puesta a tierra

Actualmente, la unidad educativa Antonio Ante sede principal no cuenta con un sistema de conexión a tierra instalado, y no cumple con las normas establecidas. Para resolver el problema en el presente proyecto se realiza el diseño de un sistema puesta a tierra SPAT.

Según la norma (IEEE 80, 2013) para el diseño de una puesta a tierra se lo debe realizar a una profundidad superficial por lo general de 0,3 m a 0,5 m, por debajo del nivel del suelo, ya que de acuerdo con las estaciones la resistividad del suelo superior puede variar su resistividad mientras que a una profundidad considerada la humedad permanece casi constante.

3.10.1 Diseño de malla de puesta a tierra

Según (NEC, 2013), para asegurarse que se logre un buen diseño se debe cumplir los valores máximos de resistencia de puesta a tierra establecidos por las normas técnicas IEC 60364-4-442 y ANSI/IEEE 80, además menciona que para un buen diseño de puesta a tierra el valor de resistencia para neutro de acometida en baja tensión debe ser menor o igual a 10 ohmios.

Para empezar con el diseño de un SPAT es necesario saber los valores de resistencia que ofrece el terreno, donde se va a implementar la malla. Para la medición

de resistividad del suelo se optó por el método de Wenner que es el adecuado según la norma (IEEE 80, 2013), y se utilizó un telurómetro, equipo especializado de medición marca Duoyi 4300B.



Figura. 59: Mediciones realizadas en el terreno a del establecimiento educativo

Para la medición se utiliza 4 picas separados a intervalos de distancia (a), en línea recta, y colocados a una misma profundidad (b) como indica la figura 60.

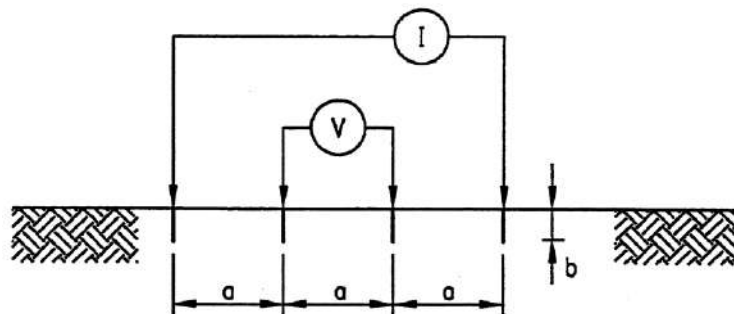


Figura. 60: Metodo de las cuatro picas de Wenner

Fuente: (IEEE 80, 2013)

Para el cálculo de diseño se utiliza las ecuaciones que establece la normativa internacional (IEEE 81, 2012) e (IEEE 80, 2013)

La resistividad aparente en términos de las unidades de longitud es:

$$\rho a = \frac{4\pi a R}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}} \quad (\text{Ec.6})$$

Donde:

ρa = Resistividad del suelo aparente en (Ω m)

a = distancia entre electrodos en (m)

R = Resistencia de la tierra en (Ω)

b = profundidad de enterramiento de las picas en (m)

De otra forma si $a > b$ la ecuación 7 puede ser reducida a:

$$\rho = 2\pi * a * R \quad (\text{Ec.7})$$

La eficacia de una malla a tierra en un suelo determinado esta influenciada significativamente por el tamaño total de la malla y la resistividad del suelo, según los cálculos y la experiencia. Además, agregar conductores y varillas de puesta a tierra a un sistema de malla de tierra puede proporcionar cierta ayuda en la reducción de la resistencia de la malla de puesta a tierra.

3.10.1.1 Parámetros para el diseño de la malla puesta a tierra

Para el diseño de una malla puesta a tierra se optó realizarla en el terreno ubicado en la entrada de la institución ya que se encuentra cerca de los contadores de energía y cerca del tablero general de distribución. En la figura 61 se observa las dimensiones del que componen la malla a tierra.

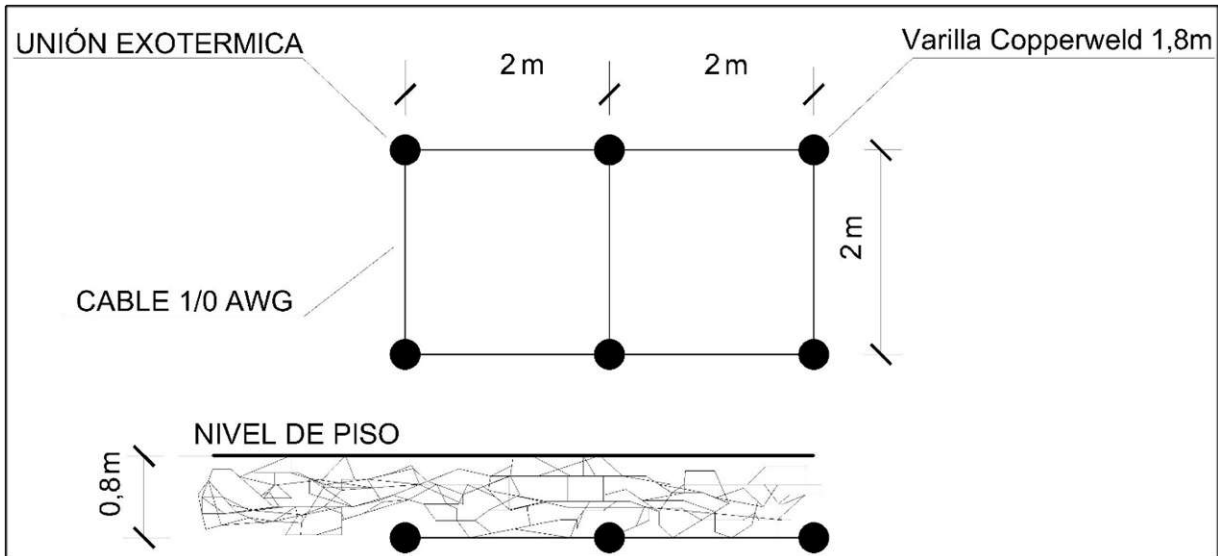


Figura. 61: Modelo de una malla puesta a tierra

Fuente: Autor

- h = profundidad de enterramiento de los conductores: 0,8 m
- L_r = longitud de la varilla: 1,80 m
- b = radio de la varilla: 0,008 m
- a = radio del conductor: 0,0065 m
- $l_x = 4$ m
- $l_y = 2$ m
- L_c = longitud total del conductor conectados a la malla: 14 m
- A = Área cubierta por los conductores: 8 m
- nR = Número de varillas situadas en la zona: 6

Basándose en los promedios obtenidos en la prueba de campo y detallados en la tabla 3.37, junto con la curva mostrada en la figura 62, se concluye que la resistividad del suelo varía lo suficiente como para ser considerada no uniforme.

Tabla 3.37 Valores promedios de la medición de resistividad del suelo

Separación de los electrodos (m)	Resistividad promedio calculada Ω m	Resistencia medida (Ω)	Escala de medición (Ω)
1,00	139,4	22,2	200 ohms
2,00	153,3	12,2	200 ohms
3,00	179	9,5	200 ohms
4,00	183,4	7,3	200 ohms

Fuente: Autor



Figura. 62: Curva de la resistividad aparente del suelo

3.10.1.2 Cálculo promedio de la resistividad del suelo

Cuando los valores de resistividad del suelo presentan una variación significativa, se recurre al uso de la ecuación 8, para el cálculo promedio de la resistividad del suelo, según se indica en la norma (IEEE 80, 2013).

$$\rho(av2) = \frac{\rho a(max) + \rho a(min)}{2} \quad (Ec.8)$$

Donde:

$\rho a(max)$ = Valor de resistividad aparente máximo (Ωm)

$\rho a(min)$ = Valor de resistividad aparente mínimo (Ωm)

Reemplazando los valores en la ecuación 8 tenemos el valor de resistividad aparente promedio:

$$\rho(av2) = \frac{183,4 \Omega m + 139,4 \Omega m}{2} = 161,4 \Omega m$$

3.10.1.3 Calibre de conductor para la puesta a tierra

Para el calibre del conductor de tierra según la norma (NEC, 2018) debe ser de acuerdo con la sección de calibre del conductor de la acometida.

Según la literatura del capítulo 1, el calibre de la acometida 6 AWG que se debe usar según la norma, varía entre 1 AWG y 1/0 AWG, para el cálculo de puesta a tierra se utilizara el calibre 1/0 y su dimensión de radio es de 0.0065 m.

3.10.1.4 Resistencia a tierra de mallas cuadradas y rectangulares

Se calcula mediante las ecuaciones de Schwarz, donde la R_g es la resistencia total para el suelo calculada, expresa en ohmios y se representa mediante la ecuación 9:

$$R_g = \frac{R_1 R_2 - R_m^2}{R_1 + R_2 - 2R_m} \quad (\text{Ec.9})$$

Donde:

R_g =Resistencia de puesta a tierra calculada (Ω)

R_1 =Resistencia a tierra del conductor (Ω)

R_2 =Resistencia a tierra de las varillas (Ω)

R_m =Resistencia mutua entre la malla y las varillas (Ω)

Para el desarrollo del cálculo es necesario la utilización de los coeficientes k_1 y k_2 , el presente proyecto utiliza la curva B para el cálculo mostrado en la siguiente figura 63.

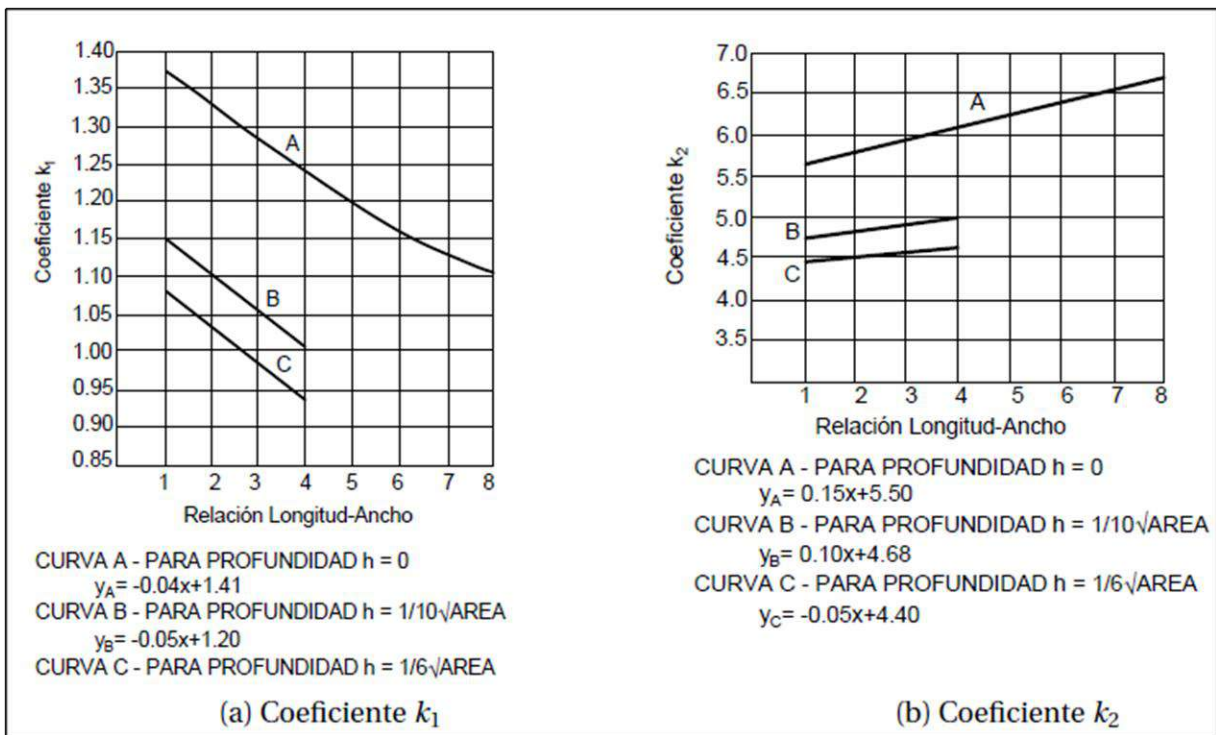


Figura. 63: Coeficientes k_1 y k_2

Fuente: (IEEE 80, 2013)

Las ecuaciones utilizadas para los coeficientes son las siguientes:

$$k_1 = -0,05 \left(\frac{lx}{ly} \right) + 1,20 \quad (\text{Ec.10})$$

$$k_2 = 0,10 \left(\frac{lx}{ly} \right) + 4,68 \quad (\text{Ec.11})$$

Donde:

k_1 y k_2 = Coeficientes

l_x = Longitud máxima de los conductores de la malla, largo (m)

l_y = Longitud máxima de los conductores de la malla, ancho (m)

Reemplazando los valores en las ecuaciones 10 y 11 tenemos el valor de los coeficientes representados de la siguiente manera:

$$k_1 = -0,05 \left(\frac{4m}{2m} \right) + 1,20 = 1,1$$

$$k_2 = 0,10 \left(\frac{4m}{2m} \right) + 4,68 = 4,88$$

Para calcular R_g es necesario conocer además las resistencias R_1 , R_2 , y R_m y sus ecuaciones son las siguientes:

$$R_1 = \frac{\rho}{\pi Lc} \left[\ln \left(\frac{2Lc}{\sqrt{a} * 2h} \right) + \frac{k_1 * Lc}{\sqrt{A}} - k_2 \right] \quad (\text{Ec.12})$$

$$R_2 = \frac{\rho}{2\pi * n_R * Lr} \left[\ln \left(\frac{4Lr}{\sqrt{b}} \right) - 1 + \frac{2k_1 * Lr}{\sqrt{A}} (\sqrt{n_R} - 1)^2 \right] \quad (\text{Ec.13})$$

$$R_m = \frac{\rho}{\pi Lc} \left[\ln \left(\frac{2Lc}{Lr} \right) + \frac{k_1 * Lc}{\sqrt{A}} - k_2 + 1 \right] \quad (\text{Ec.14})$$

Donde:

ρ = Resistividad aparente promedio del terreno (Ωm)

h = Profundidad de enterramiento de la malla en (m)

Lr = Longitud de la varilla en (m)

a = radio del conductor en (m)

k_1 y k_2 = coeficientes mostrados en la figura

L_c = longitud total de los conductores conectados a la malla (m)

A = Área de la malla de puesta a tierra (m^2)

n_R = número de varillas situadas en la zona

Reemplazando los valores en la ecuación 12 para calcular R_1 tenemos:

$$R_1 = \frac{\rho}{\pi L_c} \left[\ln \left(\frac{2L_c}{\sqrt{a * 2h}} \right) + \frac{k_1 * L_c}{\sqrt{A}} - k_2 \right]$$

$$R_1 = \frac{161,4 \Omega m}{\pi * 14m} \left[\ln \left(\frac{2 * 14m}{\sqrt{0,0065m * 2 * 0,8m}} \right) + \frac{1,1 * 14m}{\sqrt{8m^2}} - 4,88 \right]$$

$$R_1 = 22,678 \Omega$$

Reemplazando los valores en la ecuación 13, para calcular R_2 tenemos:

$$R_2 = \frac{\rho}{2\pi * n_R * L_r} \left[\ln \left(\frac{4L_r}{\sqrt{b}} \right) - 1 + \frac{2k_1 * L_r}{\sqrt{A}} (\sqrt{n_R} - 1)^2 \right]$$

$$R_2 = \frac{161,4 \Omega m}{2\pi * 6 * 1,8m} \left[\ln \left(\frac{4 * 1,8m}{\sqrt{0,008m}} \right) - 1 + \frac{2 * 1,1 * 1,8}{\sqrt{8m^2}} (\sqrt{6} - 1)^2 \right]$$

$$R_2 = 15,055 \Omega$$

Reemplazando los valores en la ecuación 14, para calcular R_m tenemos:

$$R_m = \frac{\rho}{\pi L_c} \left[\ln \left(\frac{2L_c}{L_r} \right) + \frac{k_1 * L_c}{\sqrt{A}} - k_2 + 1 \right]$$

$$Rm = \frac{161,4 \Omega m}{\pi * 14m} \left[\ln \left(\frac{2 * 14m}{1,8m} \right) + \frac{1,1 * 14m}{\sqrt{8m^2}} - 4,88 + 1 \right]$$

$$Rm = 15,8132 \Omega$$

Remplazando los valores en la ecuación 9, para calcular Rg tenemos:

$$Rg = \frac{R1R2 - Rm^2}{R1 + R2 - 2Rm}$$

$$Rg = \frac{22,678\Omega * 15,055\Omega - (15,813\Omega)^2}{22,678\Omega + 15,055\Omega - 2 * (15,813\Omega)}$$

$$Rg = 14,973 \Omega$$

Según la norma IEEE 142-2007 menciona que una resistencia adecuada para una instalación residencial es de 25 Ω mientras que para una subestación de plantas industriales y grandes instalaciones comerciales se requiere de 1 a 5 Ω .

Según la norma, (NEC, 2013) la resistencia calculada no cumple con lo establecido de un suelo aceptable para la instalación de puesta a tierra. Por lo cual se considera para la reducción de la resistividad del terreno un método de tratamiento químico, ya que existen varios métodos para reducir la resistencia del terreno sin la necesidad de aumentar electrodos, estos tratamientos son:

- Sales puras que es cloruro de sodio
- El THOR gel, compuesto químico
- Sustancias de minerales arcillosas.

3.10.2 Cálculo de la malla puesta a tierra para el circuito expreso

Ya que el circuito está conectado al contador de energía electromecánico, el cual presenta con una acometida # 4 AWG, y según lo establecido en el capítulo 1 la normativa el conductor de puesta a tierra debe tener como sección mínima 2/0 hasta 3/0 AWG. Para el cálculo de puesta a tierra se utilizará el calibre 3/0 AWG y su dimensión de radio es de 0.007495 m.

Para evitar que el sistema presente una realimentación cuando exista una corriente de fuga y evitar que las cargas se quemen por valores de sobrevoltajes elevados, se optó por realizar un sistema de puesta a tierra separado de la puesta a tierra general que incluye las demás cargas. Por dicho motivo se realiza un SPAT tipo TT, el cual su configuración trata de que el transformador está conectado a tierra muy aparte de la conexión a tierra de las cargas donde se conectan todas las partes metálicas de los aparatos electrónicos.

Para el cálculo de resistencia a tierra se optó por una malla triangular la figura 64 muestra las siguientes dimensiones.

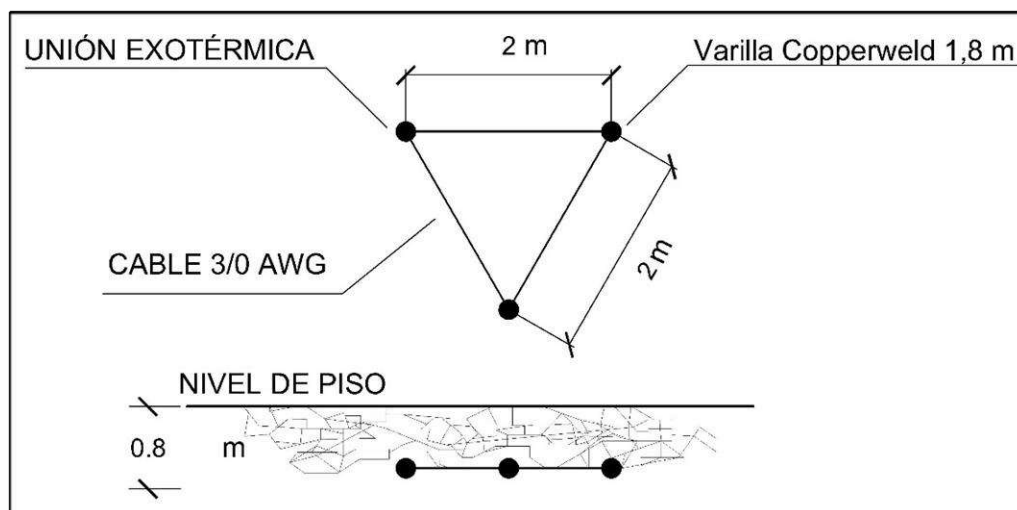


Figura. 64: Malla triangular de puesta a tierra

Fuente: Autor

- h = profundidad de enterramiento de los conductores: 0,8 m
- L_r = longitud de la varilla: 1,80 m
- b = radio de la varilla: 0,008 m
- a = radio del conductor 3/0 AWG: 0,007495 m
- $l_x = 2$ m
- $l_y = 2$ m
- L_c = longitud total del conductor conectados a la malla: 6 m
- A = Área cubierta por los conductores: 1.73 m²

Se calcula mediante la ecuación 9 planteada anteriormente, en donde R_1 , R_2 y R_m se definen con las siguientes ecuaciones:

$$R_1 = \frac{\rho}{3\pi * d} \left[\ln \left(\frac{6 * d}{\sqrt{a * 2 * h}} \right) + \frac{3k_1 * d}{\sqrt{A}} - k_2 \right] \quad (\text{Ec.15})$$

$$R_2 = \frac{\rho}{6\pi * L_r} \left[\ln \left(\frac{4 * L_r}{b} \right) - 1 + \frac{2k_1 * L_r}{\sqrt{A}} (\sqrt{3} - 1)^2 \right] \quad (\text{Ec.16})$$

$$R_m = R_1 - \frac{\rho}{3\pi * d} \left[\ln \left(\frac{L_r}{\sqrt{a * 2 * h}} \right) - 1 \right] \quad (\text{Ec.17})$$

Donde:

ρ = es la resistividad del terreno, (Ωm)

L_r = es la longitud de la varilla, (m)

$R1$ = Resistencia a tierra del conductor (Ω)

$R2$ = resistencia a tierra de las varillas (Ω)

Rm = resistividad mutua entre las varillas y la malla (Ω)

h = es la profundidad de enterramiento de los conductores (m)

d = distancia de separación entre dos varillas (m)

a = radio del conductor (m)

$k1$ y $k2$ = coeficientes de acuerdo con la figura 61

A = área cubierta por los conductores (m^2)

La longitud de separación debe ser a una distancia mayor que la longitud de la varilla. Para la realización de este cálculo se toma el valor más alto de resistividad que es de $183,4 \Omega m$, de la tabla 3.37

Para obtener el valor de los coeficientes utilizados en el tipo de configuración de esta malla a tierra, se utiliza las ecuaciones 10 y 11, planteadas anteriormente, el cual remplazando los valores se representaría de la siguiente manera:

$$k1 = -0,05 \left(\frac{2m}{2m} \right) + 1,20 = 1,15; \quad k2 = 0,10 \left(\frac{2m}{2m} \right) + 4,68 = 4,78$$

Remplazando los valores en la ecuación 15 para calcular $R1$ tenemos:

$$R1 = \frac{\rho}{3\pi * d} \left[\ln \left(\frac{6 * d}{\sqrt{a * 2 * h}} \right) + \frac{3k1 * d}{\sqrt{A}} - k2 \right]$$
$$R1 = \frac{183,4 \Omega m}{3\pi * 2} \left[\ln \left(\frac{6 * 2}{\sqrt{0,007495 \text{ m} * 2 * 0,8}} \right) + \frac{3 * 1,15 * 2}{1,732} - 4,78 \right]$$

$$R1 = 37,98 \Omega$$

Reemplazando los valores en la ecuación 16 para calcular R2 tenemos:

$$R2 = \frac{\rho}{6\pi * Lr} \left[\ln \left(\frac{4 * Lr}{b} \right) - 1 + \frac{2k1 * Lr}{\sqrt{A}} (\sqrt{3} - 1)^2 \right]$$

$$R2 = \frac{183,4\Omega m}{6\pi * 1,8m} \left[\ln \left(\frac{4 * 1,8m}{0,008m} \right) - 1 + \frac{2 * 1,15 * 1,8m}{1,732} (\sqrt{3} - 1)^2 \right]$$

$$R2 = 38,29 \Omega$$

Reemplazando los valores en la ecuación 17 para calcular Rm tenemos:

$$Rm = R1 - \frac{\rho}{3\pi * d} \left[\ln \left(\frac{Lr}{\sqrt{a * 2 * h}} \right) - 1 \right]$$

$$Rm = 37,98 \Omega - \frac{183,4 \Omega m}{3\pi * 2m} \left[\ln \left(\frac{1,8m}{\sqrt{0,0075 * 2 * 0,8m}} \right) - 1 \right]$$

$$Rm = 17,51 \Omega$$

Reemplazando los valores en la ecuación 9 para encontrar Rg tenemos:

$$Rg = \frac{R1R2 - Rm^2}{R1 + R2 - 2Rm} = \frac{37,98\Omega * 38,29\Omega - (17,51\Omega)^2}{37,98\Omega + 38,29\Omega - 2 * (17,51\Omega)} = 27,83 \Omega$$

Según la norma, (NEC, 2013) la resistencia calculada no cumple con lo establecido de un suelo aceptable para la instalación de malla puesta a tierra. Por lo cual se considera para la reducción de la resistividad del terreno un método de tratamiento químico, ya que existen varios métodos para reducir la resistencia del terreno sin la necesidad de aumentar electrodos, estos tratamientos son:

- Sales puras que es cloruro de sodio

- El THOR gel, compuesto químico
- Sustancias de minerales arcillosas.

En el diseño de la malla puesta a tierra se optó por el compuesto químico thor gel, cuya dosis es de un saco de bolsa por metro cubico. Según (Valencia Trujillo, 2022) en su propuesta argumenta que la mejora química reduce la resistencia de puesta a tierra en un porcentaje de 40% y 85 % del valor original. Además, en su investigación redacta que en un trabajo realizado la resistencia de malla puesta a tierra era de 50 ohmios al aplicar el Gel benzoelectric, la resistencia de la malla se redujo en un 40% obteniendo el valor de 20 ohmios.

3.11 Cálculo de la demanda máxima de diseño

En las tablas 3.38, 3.39, 3.40 se puede observar el cálculo de demanda de diseño. El contador de energía electromecánico es el más demandado según el diagnóstico del capítulo 2, por lo tanto, se procede a equilibrar los valores de demanda en los dos contadores de energía. Para el presente rediseño se distribuyó las cargas adecuadamente para que exista una demanda equilibrada.

Para realizar el cálculo de demanda sobre el rediseño, se sigue un procedimiento que a continuación, detalla las abreviaciones utilizadas.

- (Pn): Potencia nominal; Valor establecido por el diseñador del proyecto
- Carga instalada (CI): Se calcula mediante la multiplicación de la cantidad de elementos de la carga con la potencia nominal.

$$CI = Cant * Pn \quad (Ec.18)$$

Donde:

CI = Carga instalada

$Cant$ = Cantidad de elementos eléctricos (carga)

Pn = Potencia nominal

- (CIR): Carga instalada representativa; expresada en Vatios (W) y corresponde a la potencia requerida por el consumidor.

$$CIR = CI * FD(\%) \quad (\text{Ec.19})$$

- (FFUn): Factor de utilización: el factor de utilización es el promedio de energía eléctrica necesaria para que una carga funcione, y es determinado por el diseñador del proyecto.
- (FSn): Factor de simultaneidad: es determinado por el diseñador del proyecto para cada carga de acuerdo con la utilidad del elemento eléctrico, es expresado en porcentaje.
- (DMU): Demanda máxima unitaria: Se expresa en vatios y voltamperios VA.

$$DMU(W) = CIR * FSn(\%) \quad (\text{Ec.20})$$

$$DMU (VA) = \frac{DMU (W)}{Fp} \quad (\text{Ec.21})$$

Donde:

DMU = Demanda máxima unitaria en vatios (W) o en voltamperios (VA)

Fp = factor de potencia

Tabla 3.38 Calculo de demanda de diseño para el contador electrónico

PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO CONTADOR ELECTRÓNICO										
Nombre del proyecto: Unidad educativa Antonio Ante sede principal										
Actividad tipo: Educativa										
Localización: Andrade Marín										
Usuario tipo: Educativa										
	Aparatos eléctricos y de alumbrado	CANT.	Pn. (W)	CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	Fsn %	DMU (W)	FP	DMU (VA)
	Descripción									
1	Punto de iluminación LED Panel	65	40	2600	90%	2340	70%	1638	0,92	1780,43
2	Punto iluminación LED toledo	44	40	1760	90%	1584	70%	1108,8	0,92	1205,22
3	Punto iluminación LED pendant	37	36	1332	90%	1198,8	70%	839,16	0,92	912,13
4	Punto de iluminación exteriores LED	6	250	1500	100%	1500	70%	1050	0,9	1166,67
5	Punto de iluminación exteriores LED	5	150	750	100%	750	70%	525	0,9	583,33
6	Tomacorrientes (200 W)	92	200	18400	60%	11040	40%	4416	0,9	4906,67
7	Tomacorrientes para cargas expreso	10	500	5000	100%	5000	40%	2000	0,8	2500,00
8	Computadoras	4	180	720	100%	720	60%	432	0,8	540
9	Impresoras	2	50	100	90%	90	60%	54	1	54
10	Microondas	1	800	800	30%	240	30%	72	1	72
11	Cafeteras	2	750	1500	30%	450	20%	90	0,8	112,50
TOTALES				34462		24912,8		12224,96		13832,95
<p>Factor de potencia =</p> <p style="text-align: right;">Factor de demanda= 0,354</p> <p>DMU (KVA) = 13,833 KVA</p> <p>FD= 0,354</p> <p>DD(KVA)= 13,833 KVA</p>										

Fuente: Autor

Tabla 3.39 Calculo de demanda de diseño para el contador electromecánico

PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO CONTADOR ELECTROMECAÁNICO										
Nombre del proyecto: Unidad educativa Antonio Ante sede principal										
Actividad tipo: Educativa										
Localización: Andrade Marín										
Usuario tipo: Educativa										
Número de usuarios										
	Aparatos eléctricos y de alumbrado	CANT.	Pn. (W)	CI(W)	FFUn (%)	CIR(W)	Fsn %	DMU (W)	FP	DMU (VA)
	DESCRIPCIÓN									
1	Punto de iluminación LED Panel	30	40	1200	90%	1080	70%	756	0,92	821,73913
2	Punto iluminación LED Toledo	35	40	1400	90%	1260	70%	882	0,92	958,695652
3	Punto iluminación LED Pendant	36	36	1296	90%	1166,4	70%	816,48	0,92	887,478261
4	Punto iluminación LED sobreponer	22	40	880	90%	792	70%	554,4	0,92	602,608696
5	Punto de iluminación exteriores LED reflectores	15	150	2250	100%	2250	70%	1575	0,92	1711,95652
6	Punto de iluminación exteriores LED	8	250	2000	100%	2000	70%	1400	0,92	1521,73913
7	Tomacorrientes (200 W)	40	200	8000	60%	4800	40%	1920	0,92	2086,95652
8	Circuito expreso (infocus)	8	500	4000	100%	4000	40%	1600	0,9	1777,77778
9	Refrigeradora	1	900	900	100%	900	100%	900	0,8	1125
10	Licuadaora	1	600	600	60%	360	60%	216	0,8	270
11	Microondas	1	800	800	30%	240	30%	72	1	72
12	Cafeteras	2	750	1500	30%	450	20%	90	0,8	112,5
TOTALES				24826		19298,4		10781,88		11948,4517
<p>Factor de potencia = 0,92</p> <p>Factor de demanda= 0,43</p> <p>DMU (KVA) = 11,9485 KVA</p> <p>FD= 0,44</p> <p>DD(KVA)= 11,9485 KVA</p>										

Fuente: Autor

Tabla 3.40 Calculo de demanda de diseño circuito expreso

PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO CIRCUITO EXPRESO CONTADOR ELECTROMECAÁNICO										
Nombre del proyecto: Unidad educativa Antonio Ante sede principal										
Actividad tipo: Educativa										
Localización: Andrade Marín										
Usuario tipo: Educativa										
Número de usuarios										
	Aparatos eléctricos y de alumbrado	CANT.	Pn. (W)	CI(W)	FFUn (%)	CIR(W)	Fsn %	DMU (W)	FP	DMU (VA)
	DESCRIPCIÓN									
1	Circuito expreso (infocus)	2	500	1000	100	1000	40	400	0,8	500,00
2	Circuito expreso cargas fuerza computadoras	50	180	9000	100	9000	60	5400	0,8	6750
TOTALES				10000		10000		5800		7250,00
Factor de potencia =		0,92								
DMU (KVA) =		7,250 KVA				Factor de demanda=		0,58		
FD=		0,58								
DD(KVA)=		7,250 KVA								

Fuente: Autor

El nuevo diseño eléctrico propone una distribución adecuada en las cargas, una excelente calidad de energética en lugares alejados, una utilización correcta del valor de factor de potencia, una correcta y eficiente iluminación para las áreas utilizadas según lo expuesto en normas, un ahorro de energía significativo por el uso de tecnologías de iluminación.

3.12 Presupuesto económico

El presente trabajo de grado sugiere una solución al mal estado de las instalaciones eléctricas actuales, ya que la mayoría de las instalaciones eléctricas no cumplen con las normas establecidas, por lo tanto, para su rediseño, aunque se requiere de una inversión significativa, esta ofrece una excelente calidad para sus estudiantes y trabajadores del plantel educativo.

Aparte de la calidad de infraestructura eléctrica, esta solución contribuirá a aumentar la productividad laboral y a mejorar la seguridad de los trabajadores y estudiantes que reciben clases en la institución educativa, quienes son los principales beneficiarios ya que necesitan una educación de calidad.

3.12.1 Costo total del rediseño

En la tabla 3.41 se puede observar el presupuesto estimado de los materiales necesarios para el rediseño eléctrico de la sede principal de la unidad educativa Antonio Ante. Dicho presupuesto se basa en los precios oficiales obtenidos de empresas como mercado libre, electrocables, empresas de ingeniería eléctrica, y las principales ferreterías del país incluyendo kywi y su ferretero. Es importante destacar que los precios fueron recopilados durante el mes de marzo de 2023.

Tabla 3.41 Costo del rediseño para la unidad educativa Antonio Ante sede principal.

PRESUPUESTO REFERENCIAL				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Total
INTERRUPTORES Y TOMACORRIENTES				
Interruptor simple	26	c/u	2.41	62,66
Interruptor doble	22	c/u	3.93	86,46
Interruptor triple	2	c/u	3.99	7,98
Tomacorriente doble	158	c/u	3.98	628,84
CONDUCTORES				
Conductor de cobre tipo THHN #8	9	100 m	158.03	1.422,27
Conductor de cobre tipo THHN #10	13	100 m	80.00	1.040,00
Conductor de cobre tipo THHN #12	20	100 m	50.00	1.000,00
Conductor de cobre tipo THHN #14	22	100 m	35.00	770,00
TABLERO ELÉCTRICO Y PROTECCIONES				
Tablero bifásico 6 servicios, montaje tipo superficie/empotrada QOL	5	c/u	42.91	214,55
Tablero bifásico 8 servicios, montaje tipo superficie/empotrada QOL	8	c/u	49.50	396,00
Tablero bifásico 12 servicios, montaje tipo superficie/empotrada	2	c/u	66.29	132,58
Interruptor Termomagnético 1P – 15 A THQP G.E.	34	c/u	5.78	196,52
Interruptor Termomagnético 1P – 20 A QOU	33	c/u	9.03	297,99
Interruptor Termomagnético 1P – 30 A QOU	5	c/u	8.71	43,55
Interruptor Termomagnético 2P – 20 A QO	1	c/u	14.47	14,47
Interruptor Termomagnético 2P – 30 A THQP G.E.	10	c/u	16.74	16,74
Interruptor Termomagnético 2P – 63 A QO	1	c/u	14.68	14,68
Interruptor Termomagnético 2P – 100 A	1	c/u	88.00	88,00
PUESTA A TIERRA				
Varillas Copperweld (5/8" x 1,80 m)	9	c/u	6.00	54,00
Conectores de bronce	9	c/u	1.10	9,90
Soldadura exotérmica	9	U	8.00	72,00
Gel Benzoelectric 25 libras	6	U	28.00	168,00
Conductor de cobre tipo THHN #1/0 AWG	14	m	7.00	98,00
Conductor de cobre tipo THHN #3/0 AWG	6	m	10.92	65,52
LUMINARIAS				
Led Toledo HW 40 W dl mv (P24893) Sylvania	71	c/u	8.30	589,30
Led panel SQ 40 W DL UNV 50HR (P28399) Sylvania	94	c/u	32.60	3.064,4
Led pendant UL 517 48 2 4000 lm 36 W DIF 6 pend TL Sylvania	81	c/u	23.65	1.915,65
Led panel SQ sobreponer 40 W DL UNV (P37160) Sylvania	18	c/u	17.00	306,00
Led Street 250 W NW urban (P23808) Sylvania	16	c/u	283.42	4.534,72
Led Reflector JETA 150 W PL (P28730) Sylvania	20	c/u	71.72	1.434,40
MANO DE OBRA				
Punto de fuerza	166	Punto	7	1.162,00
Punto de iluminación	300	punto	7	2.100,00
CANALETAS				
Canaleta 32x12	500	2m	4.97	2.485,00
Postes				

Poste de 5 metros en tubería de 4"x 6m y 3"x 4m por 3mm de espesor Galvanizado, pintado y canastilla	11	c/u	150	1.650,00
Poste de 10m en tubería de 4"x 6m y 3"x 4m por 3mm de espesor Galvanizado, pintado y canastilla	6	c/u	300	1.800,00
Subtotal			USD	\$22.195,18
Costos indirectos			10%	\$2.219,52
TOTAL				\$24.414,70

Fuente: Autor

3.12.2 Costos de consumo de energía

De acuerdo con la utilización de la energía en el establecimiento educativo se realizó un cuadro acerca del consumo de energía mensual actualmente. En las tablas 3.42 y 3.43, se aprecia el valor total de la energía que se consume mes a mes en ambos medidores de energía, sus valores se asemejan a la planilla eléctrica.

Tabla 3.42 Diagnóstico del consumo de energía (contador electrónico).

Diagnóstico del Consumo de energía actual (Contador de energía electrónico)					
Cargas	Cantidad	Potencia (W)	Horas	Energía (kW)	Energía consumida al mes (KWh/mes)
Lámparas de Alumbrado	5	400	3h y 1/2	7	140
Puntos de iluminación LED	22	30	6	3,96	79,2
Puntos de iluminación focos fluorescentes	4	36	6	0,864	17,28
Puntos de iluminación LED	9	30	6	1,62	32,4
Cafetera	1	900	1/4	0,225	4,5
Total				13,669	273,38
Energía (USD/KWh)			Tarifa	\$ 0,092	\$ 25,15

Fuente: Autor

Tabla 3.43 Diagnóstico del consumo de energía (contador electromecánico).

Diagnostico Consumo de energía (Contador de energía electromecánico)					
Cargas	Cantidad	Potencia (W)	Horas	Energía (kW)	Energía consumida mensualmente (KWh/mes)
Computadoras	52	180	6	56,16	1123,2
Puntos de iluminación LED	29	15	6	2,61	52,2
Puntos de iluminación focos fluorescentes	67	36	6	14,472	289,44
Puntos de iluminación LED	6	30	6	1,08	7,2
Punto fluorescente iluminación	4	26	6	0,624	10,4
Punto de iluminación LED reflectores 100 W	6	100	1/2	0,3	6
Punto fluorescente iluminación 26 W	14	26	6	2,184	36,4
Punto fluorescente iluminación 23 W	8	23	6	1,104	18,4
Impresoras	3	50	6	0,9	18
Refrigeradora	1	900	24	21,6	432
Licuada	1	600	1/4	0,15	3
Microondas	1	800	1/4	0,2	4
Cafeteras	3	750	1/4	0,5625	11,25
Cafetera	1	900	1/4	0,225	4,5
Total				102,172	2043,43
Energía (USD/KWh)			Tarifa	\$ 0,092	\$ 188,00

. Fuente: Autor

Los valores de consumo de energía mensuales del diagnóstico, establece la relación con la propuesta de rediseño y es evidente el aumento de presupuesto, ya que las instalaciones eléctricas actuales no cumplen con las normas establecidas. En las tablas 3.44 y 3.45 se aprecia el valor total de la energía que se consume mes a mes en ambos medidores de energía, luego de realizar la propuesta de rediseño.

Tabla 3.44 Consumo de energía rediseño (contador electrónico).

Consumo de energía rediseño (Contador de energía electrónico)					
Cargas	Cantidad	Potencia (W)	Horas	Energía (kW)	Energía consumida mensualmente (KWh/mes)
Punto de iluminación LED Panel	65	40	4	10,4	208
Punto iluminación LED toledo	44	40	4	7,04	140,8
Punto iluminación LED pendant	37	36	4	5,328	106,56
Punto de iluminación exteriores LED	6	250	3	4,5	90
Punto de iluminación exteriores LED	5	150	3	2,25	45
Tomacorrientes para cargas expreso	10	500	1	5	100
Computadoras	4	180	6	4,32	86,4
Impresoras	2	50	2	0,2	4
Microondas	1	800	1/4	0,2	4
Cafeteras	2	750	1/4	0,375	7,5
Total				39,613	792,26
Energía (USD/KWh)			Tarifa	\$ 0,092	\$ 72,89

Fuente: Autor

Tabla 3.45 Consumo de energía rediseño (contador de energía electromecánico).

Consumo de energía rediseño (Contador de energía electromecánico)					
Cargas	Cantidad	Potencia (W)	Horas	Energía (kW)	Energía consumida mensualmente (KWh/mes)
Punto de iluminación LED Panel	30	40	4	4,800	96,000
Punto iluminación LED Toledo	35	40	3	4,200	84,000
Punto iluminación LED Pendant	36	36	4	5,184	103,680
Punto iluminación LED sobreponer	22	40	5	4,4	88
Punto de iluminación exteriores LED reflectores	15	150	3h1/2	7,875	157,5
Punto de iluminación exteriores LED	8	250	3h1/2	7	140
Circuito expreso (infocus)	8	500	1	4	80
Refrigeradora	1	900	24	21,600	432
Licuadaora	1	600	1/4	0,150	3
Microondas	1	800	1/4	0,200	4
Cafeteras	2	750	1/4	0,375	7,5
Circuito expreso (infocus)	2	500	1	1	20
Circuito expreso cargas fuerza computadoras	50	180	6	54	1080
Total				114,784	2295,68
Energía (USD/KWh)			Tarifa	\$ 0,092	\$ 211,20

Fuente: Autor

De esta manera, se establece claramente la relación entre el cálculo del consumo de energía y el rediseño, se explica la causa del aumento del consumo y se destaca la importancia de una buena infraestructura eléctrica.

3.13 Análisis y justificaciones acerca del diseño nuevo

Un rediseño de las instalaciones eléctricas garantiza la seguridad, eficiencia y calidad de la infraestructura eléctrica. Con la necesidad de cumplir con la normativa y estándares actuales en materia de seguridad eléctrica, se concluyó este trabajo cumpliendo con los objetivos propuestos en base a una buena calidad energética logrando los siguientes resultados:

- Para prevenir caídas de voltaje se propuso la utilización del cable #8 AWG para tramos lejanos del tablero de distribución general y su dimensionamiento respectivo de acuerdo a lo que estipula la norma en lo que se refiere a conductores de circuitos fuerza #12 AWG y de iluminación #14 AWG.
- Mediante la selección de tecnologías de iluminación se diseñó un sistema que cumpla con parámetros de iluminación que establece la normativa ecuatoriana de la construcción.
- Se diseñó un sistema de circuito expreso para el uso únicamente de cargas fuerza de los laboratorios de computación, con el fin de aislar las conexiones del resto y así evitar la entrada de corrientes de falla provenientes de la puesta a tierra del sistema eléctrico general, lo cual podría ocasionar daños.
- Se propuso la instalación de circuitos fuerza de acuerdo con la necesidad que requiere el plantel educativo, incluyendo circuitos expreso para el uso de proyectores digitales de video, el cual es un medio didáctico útil en la educación.

3.14 Beneficios socioeconómicos del rediseño eléctrico

La mejora de la calidad de energía puede tener beneficios socioeconómicos significativos para las personas, algunos de estos beneficios incluyen:

- Reducción de costos de energía
- Aumento de la productividad laboral y estudiantil.
- Reducción de las emisiones de carbono
- Fomento del desarrollo tecnológico.
- Fortalecimiento de la seguridad energética:

En resumen, la mejora de la calidad de energía puede tener efectos positivos en la economía y la sociedad en general, y puede ser vista como un aspecto importante para el desarrollo y crecimiento sostenible.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Tras la recopilación de información proveniente de diversas fuentes y normativas necesarias para garantizar la seguridad de una instalación eléctrica, se ha comprobado que las instalaciones eléctricas de este proyecto cumplen con los estándares de seguridad requeridos para prevenir cualquier riesgo eléctrico. La aplicación de normativas ha permitido asegurar la calidad y la seguridad de la instalación para el personal que trabaja en la institución.

La metodología utilizada garantizó el cumplimiento del procedimiento para lograr el diagnóstico del sistema eléctrico en el interior de la unidad educativa donde se evidenció que las instalaciones eléctricas se encuentran en muy mal estado, además de no presentar un sistema de puesta a tierra, existen problemas como el mal dimensionamiento de protecciones y conductores. Los resultados mostraron que un corto circuito se produjo por una mala distribución de cargas en el laboratorio de computación.

Este proyecto de rediseño eléctrico ha permitido mejorar significativamente la seguridad y la calidad de la infraestructura eléctrica del plantel educativo. Se consideró una adecuada distribución de cargas, una propuesta de tomacorrientes según la necesidad del plantel educativo, Además se diseñó circuitos expreso únicamente para los laboratorios, de computación. También se llevó a cabo el cálculo y propuesta de un sistema de puesta a tierra para cumplir con las exigencias de las normativas y mejorar la calidad del sistema eléctrico.

4.2 Recomendaciones

La integración de tecnologías renovables, como paneles solares y baterías de almacenamiento, pueden mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental en una instalación eléctrica, esto puede ayudar a reducir costos de energía a largo plazo.

Es importante la utilización de la luz natural, ya que existen diversas tecnologías ópticas avanzadas como el sistema de iluminación natural salatube que captura luz a través de un domo instalado en la parte superior del techo y dirige la luz hacia abajo por medio de un sistema de reflectores. El tubo es lo suficientemente pequeño para caber entre las vigas del techo y se puede instalar sin necesidad de realizar modificaciones estructurales en el edificio.

El IoT el internet de las cosas puede transformar la industria de las instalaciones eléctricas al permitir la integración de sensores y dispositivos inteligentes, en los sistemas eléctricos esto puede mejorar en gran medida la eficiencia energética utilizando tecnologías avanzadas de monitoreo y control para optimizar el uso de energía en una instalación eléctrica.

La inteligencia artificial y el análisis de datos pueden ayudar a mejorar la eficiencia energética y la confiabilidad de la red eléctrica. La inteligencia artificial puede ayudar a predecir la demanda de energía y el análisis de datos puede ayudar a identificar problemas y oportunidades de mejora en las instalaciones eléctricas.

Los sistemas automatizados en una instalación eléctrica como los sistemas de control de iluminación, y los sistemas de monitoreo de energía pueden ayudar a optimizar el uso de la energía eléctrica y aumentar su eficiencia.

Referencias

- Anrrango Piñan, O. F. (2020). REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EL EDIFICIO DE COORDINACIÓN ZONA 1 MINISTERIO DE EDUCACIÓN. *Tesis de Ingeniería*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- ARCERNNR. (2020). Calidad del servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica. *Resolución Nro. ARCERNNR - 002/2020*.
<https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/09/Mapa-Normativo-e-Institucionalidad-del-Sector-Elctrico-Ecuatoriano-V2.0.2.pdf>
- ARCERNNR. (07 de Octubre de 2021). *GLOSARIO DE DEFINICIONES Y ACRÓNIMOS contenidos en la NORMATIVA DEL SECTOR ELÉCTRICO ECUATORIANO*. http://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/10/A_D_ARC_R7-1.pdf
- ARCERNNR. (2022). Pliego tarifario del servicio público de energía eléctrica. *Resolución Nro. ARCERNNR – 009/2022*, 8.
<https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/09/Mapa-Normativo-e-Institucionalidad-del-Sector-Elctrico-Ecuatoriano-V2.0.2.pdf>
- Calvas Sáenz, J. P. (2022). DISEÑO DE REDES ELÉCTRICAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA INSUALIMCO INSUMOS ALIMENTICIOS. *Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Quito, Pichincha, Ecuador.
- Chandan, K. C., Sumit, B., & Abhijit, C. (2016). *Gate for Electrical Engineering*. PHI Learning Private Limited.
- ENEOR . (2021). *ENEOR GLOBAL ENERGY SOLUTIONS*. Eneor.com:
<https://eneor.com/en/activities/electric-diagnosis/>

- FLUKE. (2017). Resistencia de puesta a tierra. https://dam-assets.fluke.com.cn/s3fs-public/9902802_ENG_A_W.PDF
- García Trasancos, J. (2020). *INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN*. Madrid: Ediciones Paraninfo, SA. 8a edición.
- IEEE 80. (2013). Guide for safety in AC Substation Grounding. *IEEE Std 80-2013*.
- IEEE 81. (28 de Diciembre de 2012). Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface. *IEE Std 81-2012*.
- INEN. (2015). ALAMBRES Y CABLES CON AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO. *NTE INEN 2345*.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2001). *Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 19:2001*. Quito .
- ISO. (2015). ISO 9001. *NORMA INTERNACIONAL ISO 9001*, 6.
- Krarti, M. (2017). *Energy-Efficient Electrical Systems for Buildings (2017 ed.)*. Boca Ratón, Florida, Estados Unidos: Taylor & Francis Group, LLC. Retrieved 30 de Octubre de 2022.
- Krarti, M. (2017). *Energy-Efficient Electrical Systems for Buildings (2017 ed.)*. Boca Ratón, Florida, Estados Unidos: Taylor & Francis Group, LLC. Retrieved 31 de Octubre de 2022.
- Linsley, T. (2015). *ADVANCED ELECTRICAL INSTALLATION WORK 8th Edition*. Routledge.
- Morse, M. S. (2009). Designing for Electrical Safety that can withstand Legal Scrutiny. *IEEE*, 1. <https://doi.org/10.1109/ESW.2009.4813974>
- NEC. (2013). *INSTALACIONES ELECTROMECHANICAS. NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN*.
- NEC. (2018). Código Eléctrico Nacional. *Norma Ecuatoriana de la Construcción*.
- Neitzel, D. K. (2016). Electrical Safety by Design and Maintenance. *IEEE*, 1.

- NFPA 70. (2020). National Electrical Code [NEC]. 35.
- Pillajo Acosta, F. W. (2017). REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA ESCUELA FISCAL MIXTA "JUAN GENARO JARAMILLO". *PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECHANICA*. Escuela Politécnica Nacional [EPN], Quito.
- Rodríguez Rocha, J. C. (2015). *INSTALACIONES ELÉCTRICAS Proyectos residenciales e industriales*. Mexico: Trillas, S. A. de C. V.
- Scaddan, B. (2019). *Electric Wiring For Domestic Installers* (Sixteenth edition published 2019 ed.). Taylor & Francis Group.
- Scaddan, B. (2019). *Electrical Installation Work* (Ninth edition published 2019 ed.). Reino Unido (UK): Routledge Taylor & Francis Group. Retrieved 07 de Noviembre de 2022.
- Schneider Electric. (22 de Junio de 2022). *ectrical-installation.org*. ectrical-installation web site: https://www.electrical-installation.org/enwiki/Electrical_regulations_and_standards
- Schneider Electric Global. (2021). *Tesys GB2*. <https://www.se.com/ww/en/product-range/670-tesys-gb2/>
- Sun, G., Wang, W., Lu, X., Wu, Y., Hu, W., Yang, Z., & Wei, Z. (2020). Rapid energy flow calculation method for integrated electrical and thermal systems. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 1. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2020.106317>
- SYLVANIA. (2021). *Guía Técnica de Iluminación*. <https://sylvania.com.ec/wp-content/uploads/2021/01/Manual-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-Sylvania.pdf>
- Tanner, P. (2022). *Electrical Installations* (2 ed., Vols. 1,2). (H. Education, Ed.) London, Reino Unido: City & Guilds 2nd ed. 2022.

Valencia Aguirre, M. A. (2018). Estudio de carga y diseño de instalaciones eléctricas para la escuela Alfredo Boada Espín del canton Pedro Moncayo. *Trabajo previo a la obtención del título de tecnólogo en electromecánica*. Escuela Politécnica Nacional, Quito.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19365/4/CD-8747.pdf>

Valencia Trujillo, E. P. (2022). PROPUESTA DE REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN SAN MIGUEL DE URCUQUÍ. *Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Imbabura, Ecuador.

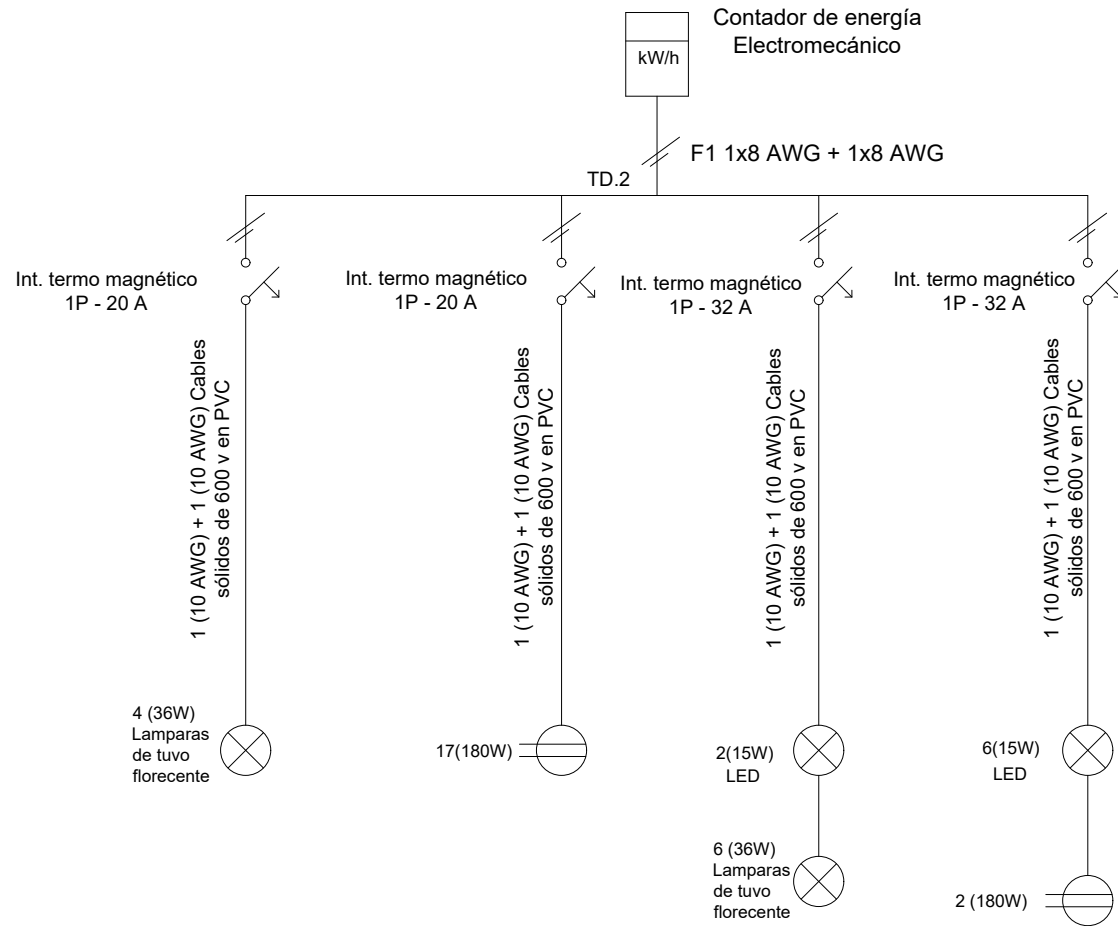
Waygood, A. (2019). *An Introduction to ELECTRICAL SCIENCE* (Second Edition ed.). Routledge Taylor & Francis Group.

ANEXOS

Anexo A: Planos unifilares diagnóstico

LEYENDA Y SIMBOLOGÍA

	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1P-32 A
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1P-20 A
TD.2	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN: #2



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
DIAGNOSTICO UNIFILAR DEL TD.2

Contiene:
PLANO UNIFILAR

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

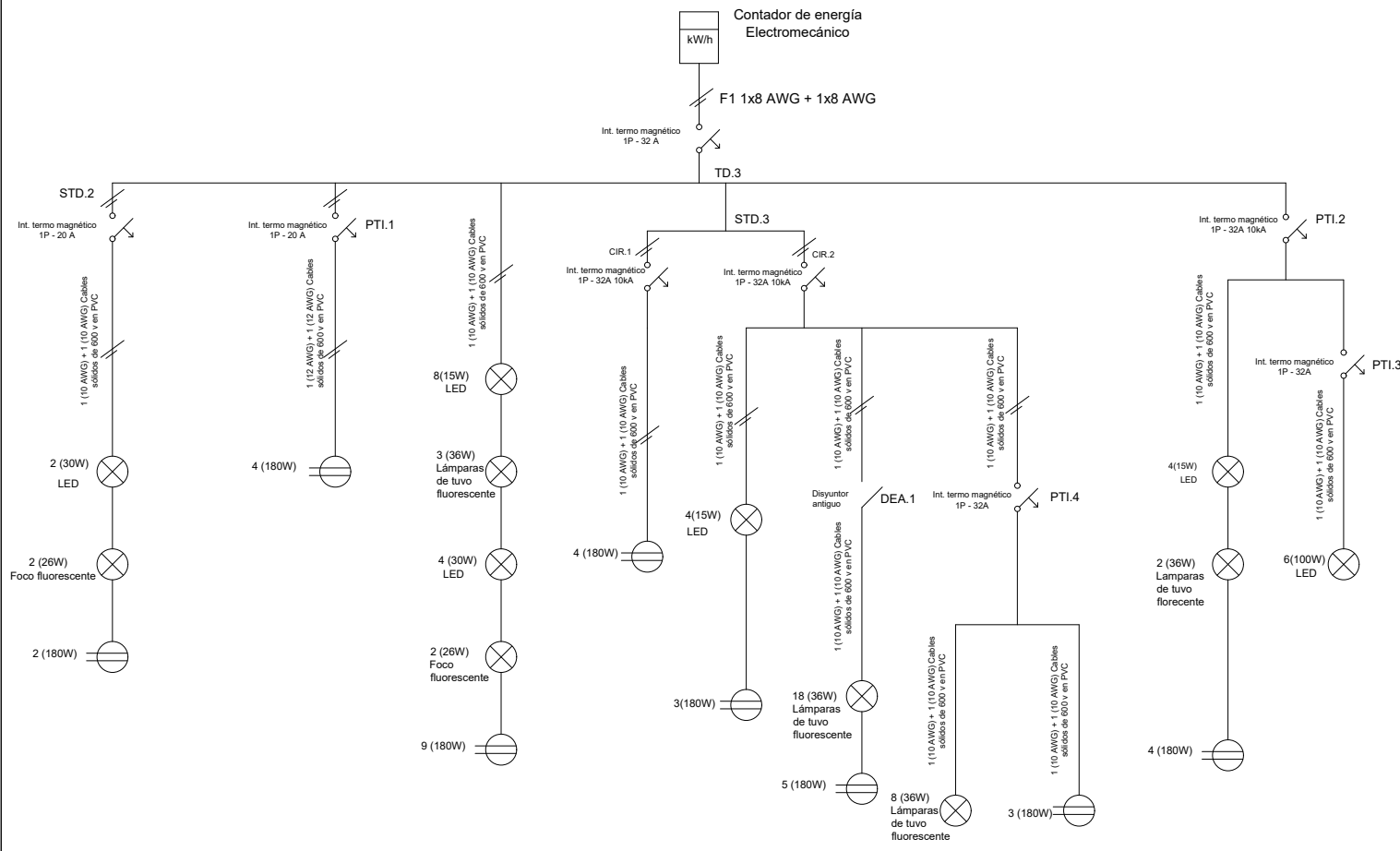
ANDRADE MARÍN / IMBABURA

ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1





LEYENDA Y SIMBOLOGÍA	
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1P-32 A
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1P-20 A
	DISYUNTOR ELÉCTRICO TIPO CUCHILLA
TD.3	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN: #3
STD.2	SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN: #2
PTI.1	PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL #1
STD.3	SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN: #3
PTI.2	PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL: #2
PTI.3	PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL: #3
DEA.1	DISYUNTOR ELÉCTRICO ANTIGUO: #1
PTI.4	PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL: #4



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto: DIAGNOSTICO UNIFILAR DEL TD3, STD.2, PTI.1, STD.3, PTI.2, PTI.3, DEA.1, PTI.4

Contiene: PLANO UNIFILAR

AUTOR: JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO: MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN: TUTOR

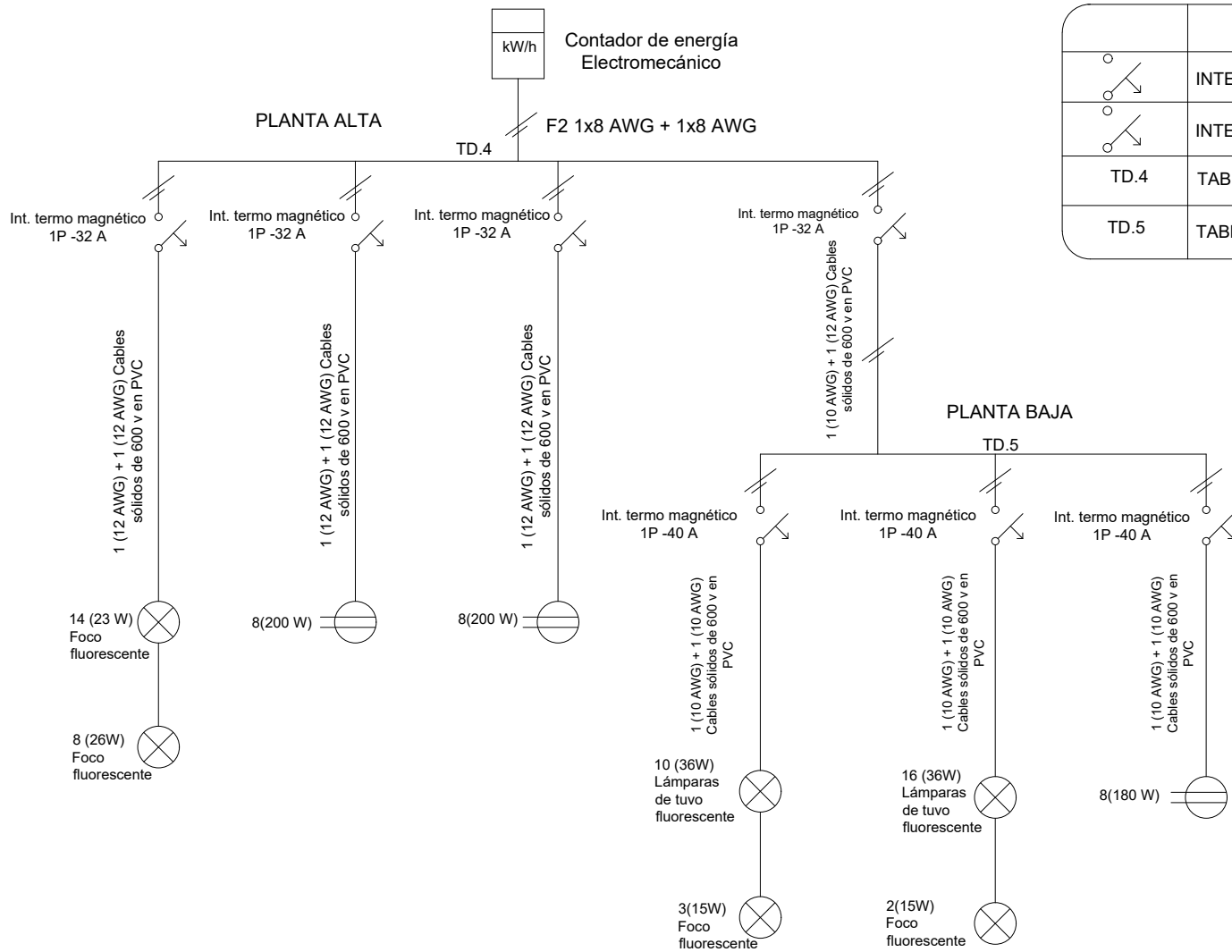
ANDRADE MARÍN / IMBABURA

ESCALA: 1:50

FECHA: FEBRERO 2023

LAMINA: 1





LEYENDA	
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1P-32 A
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1P-40 A
TD.4	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN: #4
TD.5	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN: #5



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
DIAGNOSTICO UNIFILAR DEL TD.4 Y TD.5

Contiene:
PLANO UNIFILAR

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

ANDRADE MARÍN / IMBABURA

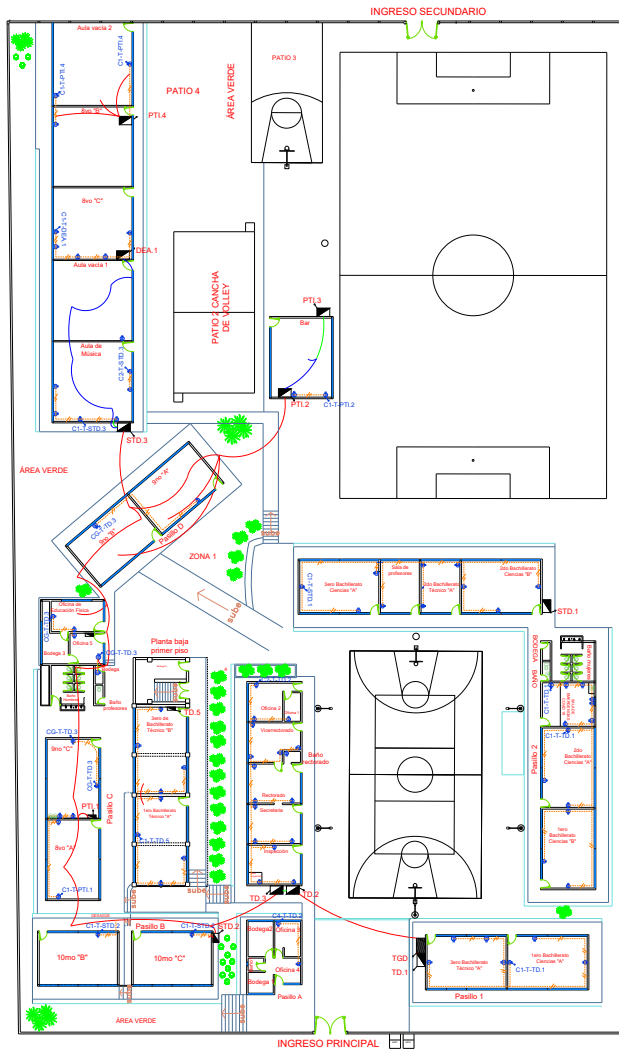
ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1



Anexo B: Planos eléctricos diagnóstico



LEYENDA	
TGD	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
TD.1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C1-T-TD.1	CIRCUITO 1, DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
STD.1	SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C1-T-STD.1	CIRCUITO 1, DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
TD.2	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C2-T-TD.2	CIRCUITO 2, DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
TD.3	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C2-T-TD.2	CIRCUITO 2, DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
PTI.1	PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 1
C1-T-PTI.1	CIRCUITO 1, DE TOMACORRIENTES DE LA PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 1
STD.2	SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C1-T-STD.2	CIRCUITO 1, DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
STD.3	SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C1-T-STD.3	CIRCUITO 1, DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C2-T-STD.3	CIRCUITO 2, DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
DEA.1	DISYUNTOR ELÉCTRICO ANTIGUO 1
C1-T-DEA.1	CIRCUITO 1, DE TOMACORRIENTES DEL DISYUNTOR ELÉCTRICO ANTIGUO 1
PTI.4	PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 4
C1-T-PTI.4	CIRCUITO 1, DE TOMACORRIENTES DE LA PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 4
PTI.2	PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 2
C1-T-PTI.2	CIRCUITO 1, DE TOMACORRIENTES DE LA PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 2
PTI.3	PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 3
TD.4	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C1-T-TD.4	CIRCUITO 1, DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C3-T-TD.4	CIRCUITO 3, DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
TD.5	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C1-T-TD.5	CIRCUITO 1 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5

ESPECIFICACIONES INSTALACION ELECTRICA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CONTADOR DE ENERGIA ELÉCTRICA
	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO (CAJA BREAK)
	CIRCUITO TOMACORRIENTE 2 x12 AWG
	TOMACORRIENTE DOBLE MONOFÁSICO



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA PLANTA BAJA DIAGNOSTICO

Contiene:
PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGIER ARELLANO

APROBACIÓN:

 TUTOR

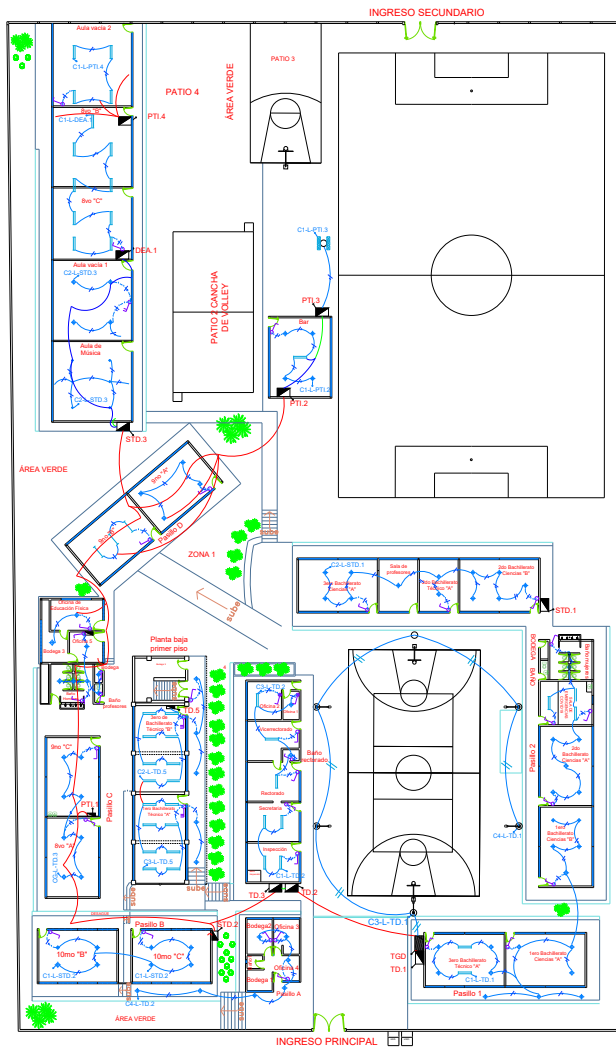
ANDRADE MARÍN / IMBABURA

ESCALA:
 1:50

FECHA:
 FEBRERO 2023

LAMINA:
 1





LEYENDA	
TGD	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
TD.1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C1-L-TD1	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
STD.1	SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C2-L-STD.1	CIRCUITO 2, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
TD.2	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C1-L-TD.2	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C3-L-TD.2	CIRCUITO 3, DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
TD.3	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
CG-L-TD.3	CIRCUITO GENERAL DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
PTI.1	PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 1
STD.2	SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C1-L-STD.2	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
STD.3	SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C2-L-STD.3	CIRCUITO 2, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
DEA.1	DISYUNTOR ELÉCTRICO ANTIGUO 1
C1-L-DEA.1	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL DISYUNTOR ELÉCTRICO ANTIGUO 1
PTI.4	PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 4
C1-L-PTI.4	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DE LA PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 4
PTI.2	PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 2
C1-L-PTI.2	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DE LA PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 2
PTI.3	PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 3
C1-L-PTI.3	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DE LA PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INDIVIDUAL 3
TD.4	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C4-L-TD.4	CIRCUITO 4, DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
TD.5	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C2-L-TD.5	CIRCUITO 2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C3-L-TD.5	CIRCUITO 3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5

ESPECIFICACIONES INSTALACION ELECTRICA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CONTADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO (CAJA BREAK)
	PUNTO DE LUZ
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	LUMINARIA FLUORESCENTE SIMPLE
	LUMINARIA FLUORESCENTE DOBLE
	LÁMPARA DE SODIO ALTA PRESIÓN
	CIRCUITO LUMINARIAS 2 #12 AWG
	CIRCUITO DE INTERRUPTORES 2X12
	REFLECTORES LED



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN PLANTA BAJA DIAGNOSTICO

Contiene:
PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGIER ARELLANO

APROBACIÓN:

 TUTOR

ANDRADE MARÍN / IMBABURA

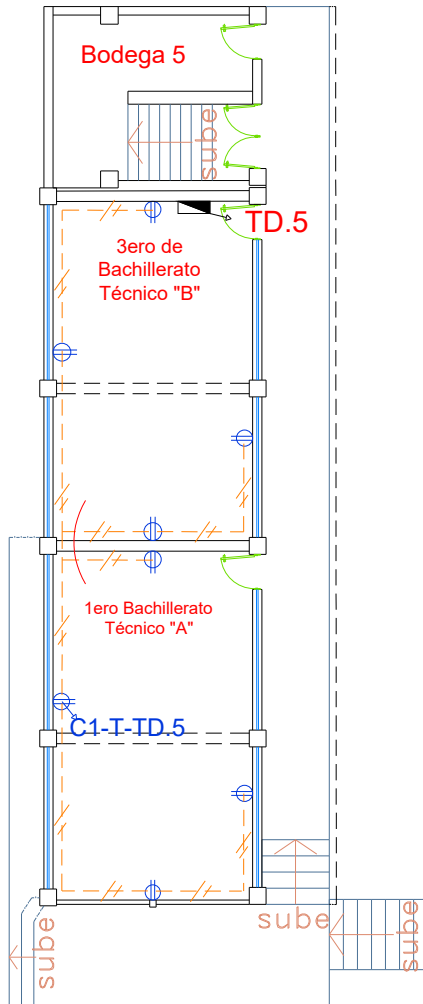
ESCALA:
 1:50

FECHA:
 FEBRERO 2023

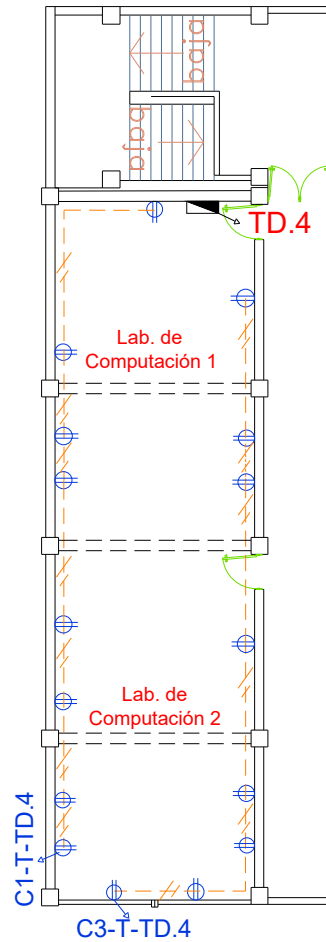
LAMINA:
 1



Planta baja
primer piso



Planta alta
segundo piso



LEYENDA

TD.4	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C1-T-ID.4	CIRCUITO 1, DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C3-T-ID.4	CIRCUITO 3, DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
TD.5	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C1-T-ID.5	CIRCUITO 1 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5

ESPECIFICACIONES INSTALACION ELECTRICA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	CONTADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN)
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO (CAJA BREAK)
	CIRCUITO TOMACORRIENTE 2 #12 AWG
	TOMACORRIENTE DOBLE MONOFÁSICO



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA EDIFICIO DIAGNOSTICO PLANTA ALTA Y BAJA

Contiene:
PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGIER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

ANDRADE MARÍN / IMBABURA

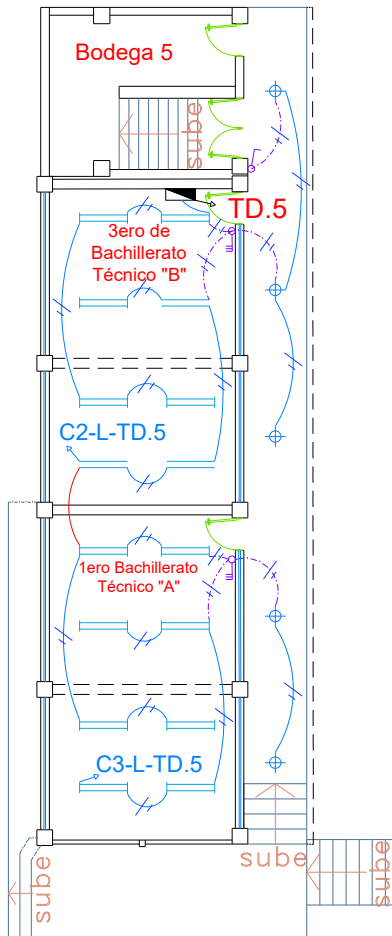
ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

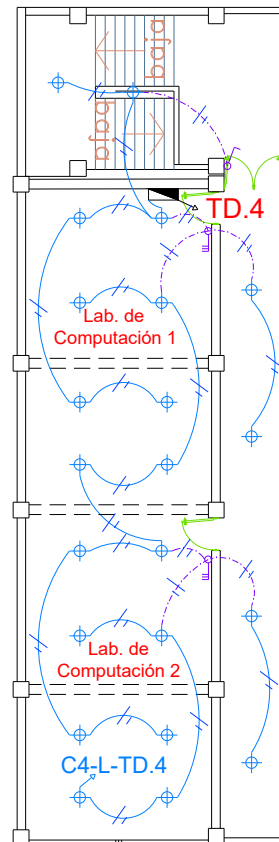
LAMINA:
1



Planta baja
primer piso



Planta alta
segundo piso



LEYENDA

TD.4	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C4-L-TD.4	CIRCUITO 4, DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
TD.5	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C2-L-TD.5	CIRCUITO 2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C3-L-TD.5	CIRCUITO 3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5

ESPECIFICACIONES INSTALACION ELECTRICA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	CONTADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO (CAJA BREAK)
	PUNTO DE LUZ
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	LUMINARIA FLUORESCENTE SIMPLE
	LUMINARIA FLUORESCENTE DOBLE
	LÁMPARA DE SODIO ALTA PRESIÓN
	CIRCUITO LUMINARIAS 2 #12 AWG
	CIRCUITO DE INTERRUPTORES 2X12
	REFLECTORES LED



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN EDIFICIO DIAGNOSTICO PLANTA ALTA Y BAJA

Contiene:
PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

ANDRADE MARÍN / IMBABURA

ESCALA:
1:50

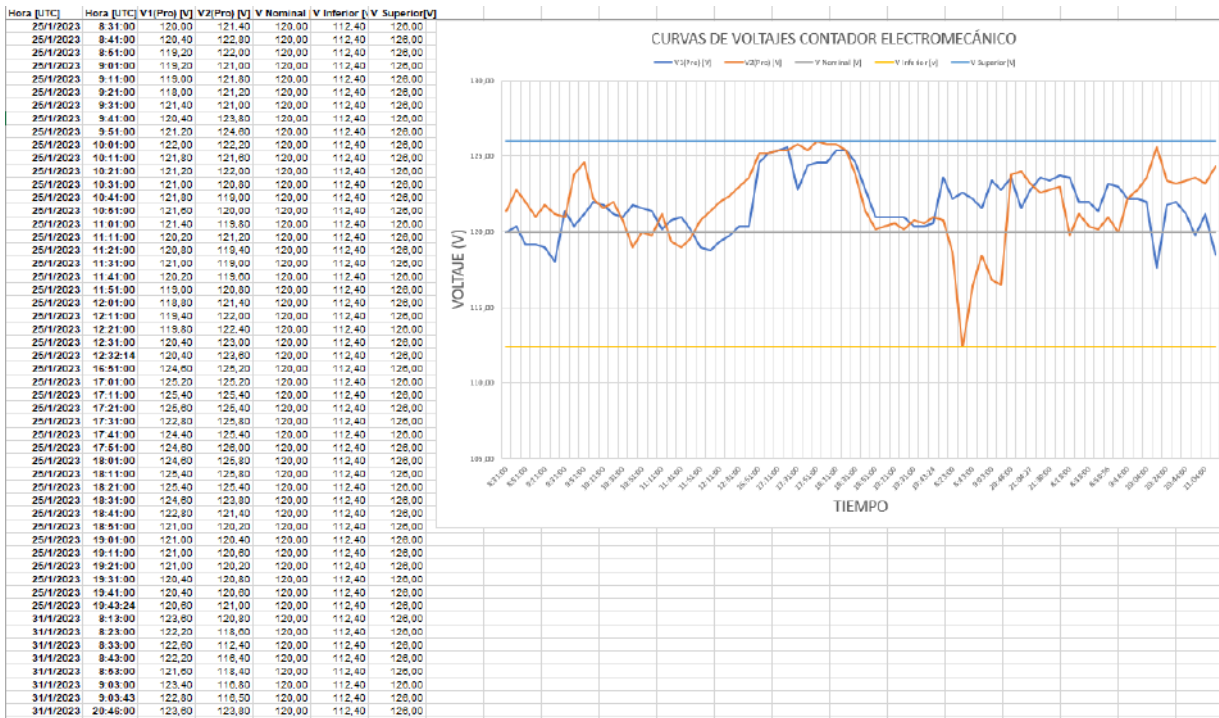
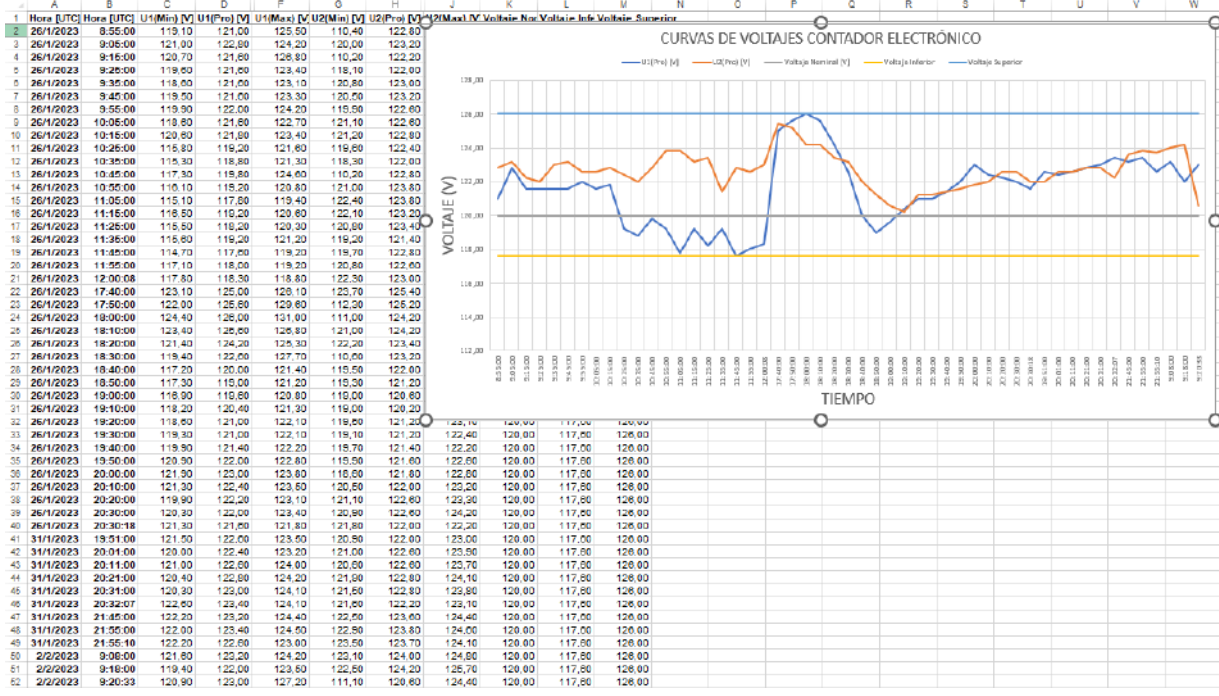
FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1



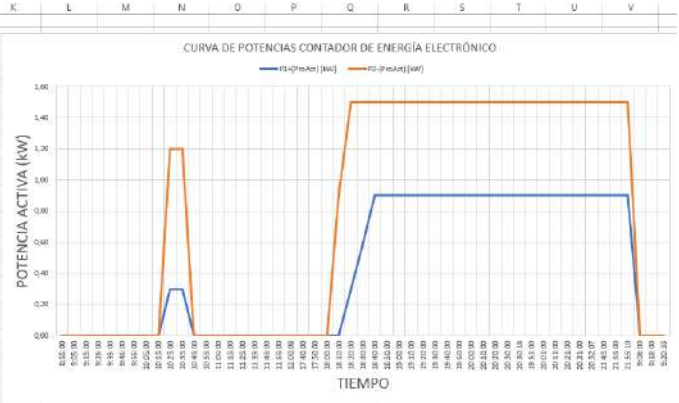
Anexo C: Resultados del analizador de redes

Voltaje

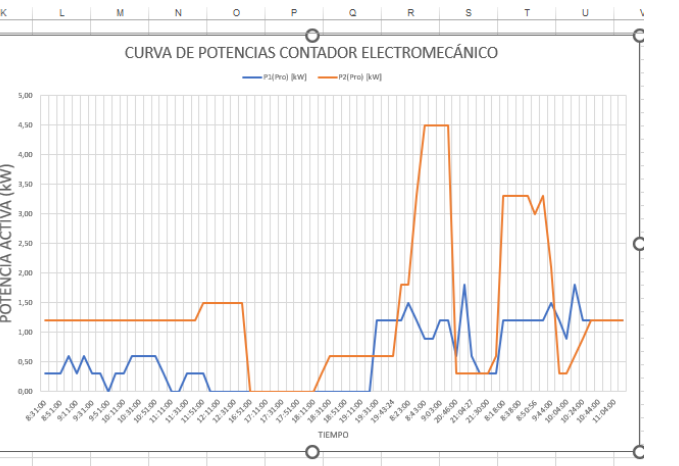


POTENCIA ACTIVA

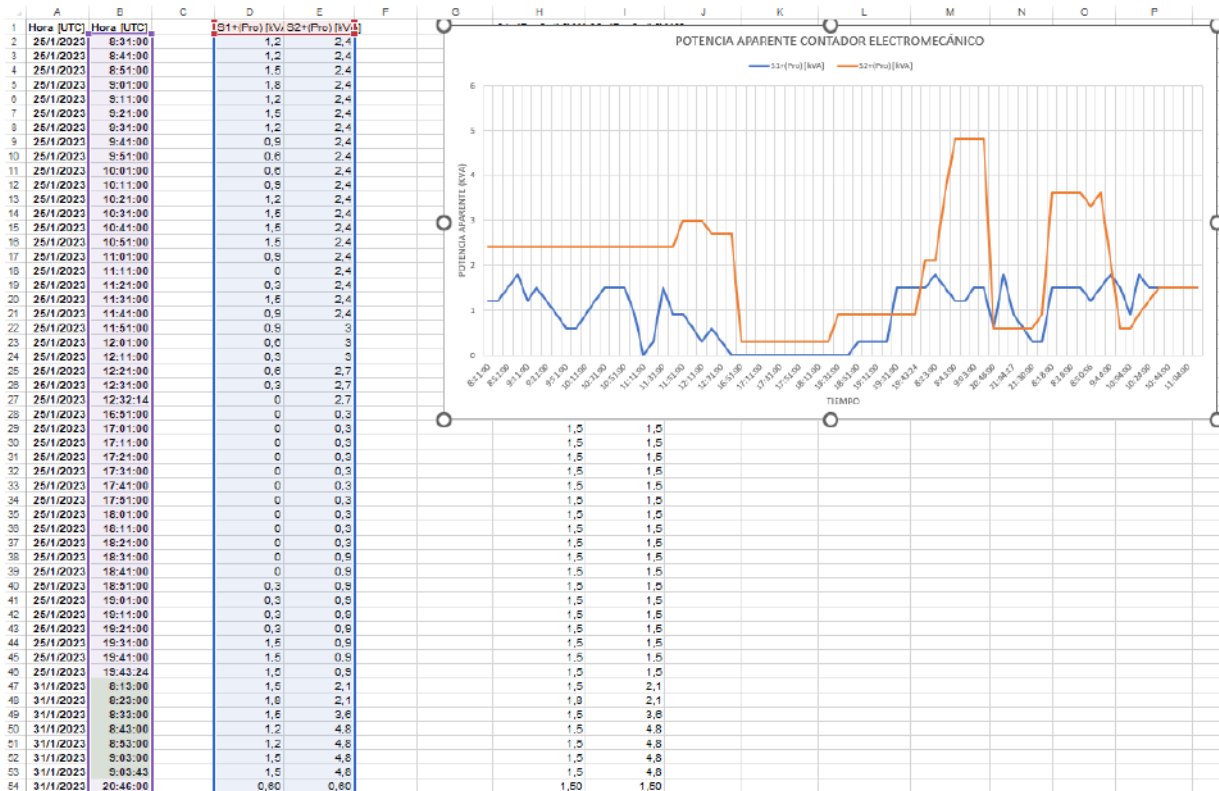
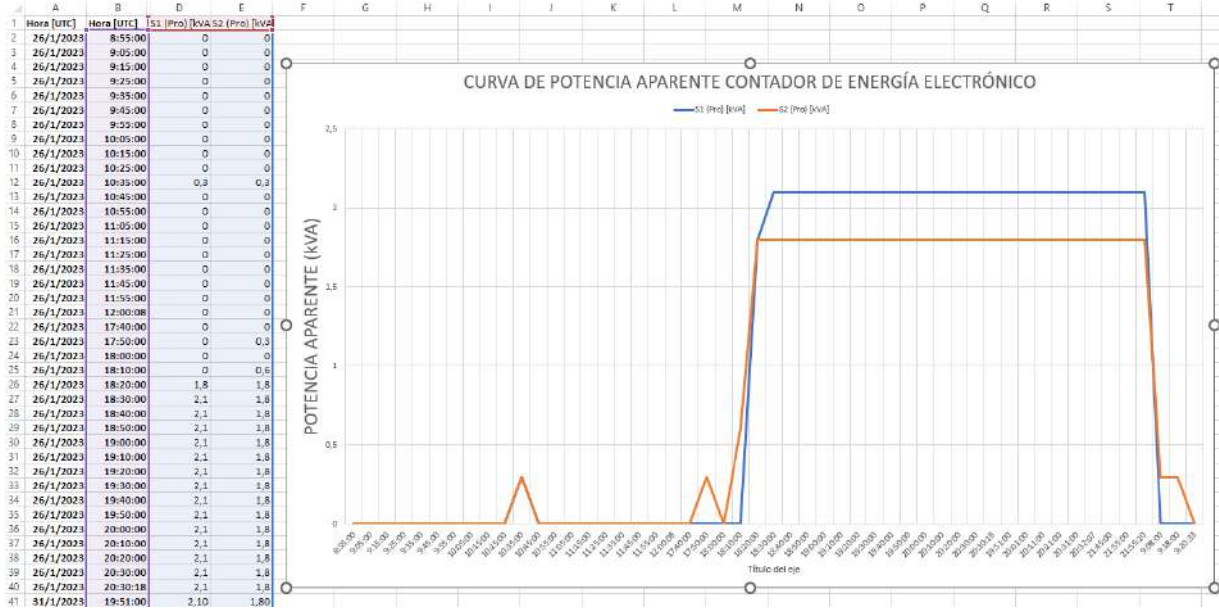
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Hora [UTC]	Hora [UTC]	P1[Min] [kW]	P1[Pro] [kW]	P1[ProAct] [kW]	P1[Max] [kW]	P2[Min] [kW]	P2[Pro] [kW]	P2[ProAct] [kW]	P2[Max] [kW]	
26/1/2023	8:55:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26/1/2023	9:05:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26/1/2023	9:15:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26/1/2023	9:25:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26/1/2023	9:35:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26/1/2023	9:45:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26/1/2023	9:55:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26/1/2023	10:05:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26/1/2023	10:15:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26/1/2023	10:25:00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	0,00	0,00	1,20	1,50
26/1/2023	10:35:00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	0,90	0,90	1,20	1,50
26/1/2023	10:45:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26/1/2023	10:55:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26/1/2023	11:05:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26/1/2023	11:15:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26/1/2023	11:25:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26/1/2023	11:35:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26/1/2023	11:45:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26/1/2023	11:55:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26/1/2023	12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26/1/2023	17:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26/1/2023	17:50:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26/1/2023	18:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26/1/2023	18:10:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,90	1,50
26/1/2023	18:20:00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	1,50	1,50	1,50	1,50
26/1/2023	18:30:00	0,30	0,60	0,60	0,60	0,60	1,20	1,50	1,50	1,50
26/1/2023	18:40:00	0,60	0,90	0,90	0,90	0,90	1,20	1,50	1,50	1,50
26/1/2023	18:50:00	0,60	0,90	0,90	0,60	0,60	1,20	1,50	1,50	1,50
26/1/2023	19:00:00	0,60	0,90	0,90	0,90	0,90	1,20	1,50	1,50	1,50
26/1/2023	19:10:00	0,60	0,90	0,90	0,90	0,90	1,20	1,50	1,50	1,50
26/1/2023	19:20:00	0,60	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	1,50	1,50	1,50
26/1/2023	19:30:00	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,20	1,50	1,50	1,50
26/1/2023	19:40:00	0,90	0,90	0,90	0,60	0,60	1,50	1,50	1,50	1,50
26/1/2023	19:50:00	0,60	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	1,50	1,50	1,50
26/1/2023	20:00:00	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	1,50	1,50	1,50
26/1/2023	20:10:00	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	1,50	1,50	1,50
26/1/2023	20:20:00	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	1,50	1,50	1,50
26/1/2023	20:30:00	0,90	0,90	0,90	0,60	0,60	1,80	1,80	1,80	1,80
26/1/2023	20:39:18	0,90	0,90	0,90	0,60	0,60	1,50	1,50	1,50	1,50
26/1/2023	19:51:00	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	1,50	1,50	1,50



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Hora [UTC]	Hora [UTC]	P1[Min] [kW]	P1[Pro] [kW]	P1[ProAct] [kW]	P1[Max] [kW]	P2[Min] [kW]	P2[Pro] [kW]	P2[ProAct] [kW]	P2[Max] [kW]
25/1/2023	8:31:00	0,30	0,30	0,30	0,60	0,90	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	8:41:00	0,30	0,30	0,30	0,60	1,20	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	8:51:00	0,30	0,30	0,30	0,90	1,20	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	9:01:00	0,30	0,30	0,30	0,60	1,50	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	9:11:00	0,30	0,30	0,30	0,90	1,20	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	9:21:00	0,30	0,60	0,60	1,20	1,20	1,20	1,20	1,50
25/1/2023	9:31:00	0,30	0,30	0,30	0,60	1,20	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	9:41:00	0,30	0,30	0,30	0,60	1,20	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	9:51:00	0,30	0,00	0,30	0,60	1,20	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	10:01:00	0,30	0,30	0,30	0,60	1,20	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	10:11:00	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	10:21:00	0,00	0,60	0,60	0,90	1,20	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	10:31:00	0,30	0,60	0,60	0,90	1,20	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	10:41:00	0,30	0,60	0,60	0,90	1,20	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	10:51:00	0,30	0,60	0,60	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	11:01:00	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	11:11:00	0,00	0,00	0,30	0,60	1,20	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	11:21:00	0,00	0,00	0,30	0,60	1,20	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	11:31:00	0,30	0,30	0,30	0,60	1,20	1,20	1,20	1,20
25/1/2023	11:41:00	0,30	0,30	0,30	0,60	1,20	1,20	1,20	1,50
25/1/2023	11:51:00	0,30	0,30	0,30	0,60	1,50	1,50	1,50	1,50
25/1/2023	12:01:00	0,30	0,30	0,30	0,60	1,50	1,50	1,50	1,50
25/1/2023	12:11:00	0,30	0,00	0,30	0,60	1,20	1,50	1,50	1,50
25/1/2023	12:21:00	0,30	0,00	0,30	0,60	1,20	1,50	1,50	1,50
25/1/2023	12:31:00	0,00	0,00	0,30	0,60	1,20	1,50	1,50	1,50
25/1/2023	12:32:14	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	1,50	1,50	1,50
25/1/2023	16:51:00	0,30	0,00	0,30	1,50	0,60	0,00	0,60	0,60
25/1/2023	17:01:00	0,30	0,00	0,30	0,60	0,60	0,00	0,60	0,60
25/1/2023	17:11:00	0,30	0,00	0,30	0,60	0,60	0,00	0,60	0,60
25/1/2023	17:21:00	0,30	0,00	0,60	1,50	0,60	0,00	0,60	0,60
25/1/2023	17:31:00	0,30	0,00	0,60	1,50	0,30	0,00	0,60	0,60
25/1/2023	17:41:00	0,30	0,00	0,30	1,20	0,30	0,00	0,60	0,60
25/1/2023	17:51:00	0,30	0,00	0,60	1,50	0,30	0,00	0,60	0,60
25/1/2023	18:01:00	0,30	0,00	0,60	1,50	0,30	0,00	0,60	0,60
25/1/2023	18:11:00	0,30	0,00	0,30	1,50	0,30	0,00	0,60	0,60
25/1/2023	18:21:00	0,30	0,00	0,60	1,50	0,30	0,30	0,90	1,20
25/1/2023	18:31:00	0,60	0,00	0,60	1,80	0,90	0,60	0,90	1,20
25/1/2023	18:41:00	0,60	0,00	0,60	0,60	0,90	0,60	0,90	1,20
25/1/2023	18:51:00	0,60	0,00	0,30	1,50	0,90	0,60	0,90	1,20
25/1/2023	19:01:00	0,60	0,00	0,60	0,90	0,90	0,60	0,90	1,20
25/1/2023	19:11:00	0,60	0,00	0,60	0,90	0,90	0,60	0,90	1,20
25/1/2023	19:21:00	0,60	0,00	0,60	1,20	0,90	0,60	0,90	1,20
25/1/2023	19:31:00	0,60	1,20	1,20	1,80	0,90	0,60	0,90	1,20
25/1/2023	19:41:00	1,20	1,20	1,20	1,50	0,90	0,60	0,90	1,20
25/1/2023	19:43:24	1,20	1,20	1,20	1,50	0,90	0,60	0,90	1,20
31/1/2023	8:13:00	1,20	1,20	1,20	2,10	1,80	1,80	1,80	2,10
31/1/2023	8:23:00	0,90	1,50	1,50	2,10	1,80	1,80	1,80	2,40
31/1/2023	8:33:00	0,90	1,20	1,20	2,10	2,40	3,30	3,30	4,20
31/1/2023	8:43:00	0,90	0,90	1,20	1,80	3,90	4,50	4,50	4,50
31/1/2023	8:53:00	0,90	0,90	1,20	2,10	4,50	4,50	4,50	4,80
31/1/2023	9:03:00	1,20	1,20	1,20	1,80	4,20	4,50	4,50	4,50
31/1/2023	9:03:43	1,20	1,20	1,20	1,20	4,50	4,50	4,50	4,50
31/1/2023	20:46:00	0,90	0,60	1,20	1,20	0,90	0,30	0,90	0,90



POTENCIA APARENTE



Anexo D Características de las luminarias a utilizar

SYLVANIA

LED Panel

LED PANEL SQ 40W DL UNV 50HR

P28399



Luminaria tipo Panel LED de alta eficacia con diseño ultradelgado y driver independiente. Montaje de incrustar en cielo raso. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento.

CARACTERÍSTICAS

Diseño moderno con fuente de iluminación lateral basada en LED SMD y difusor opalizado

Ultra delgado y liviano con disipador de calor integrado

Instalación incrustado o recesado en marco (marco no incluido) o colgado.

Opción de instalación colgante (quayas y accesorios no incluidos)

APLICACIONES

Adecuado para aplicaciones de iluminación interior

Iluminación general en oficinas e instalaciones educativas

Iluminación general en comercio y consultorios

No usar bajo techos metálicos u otro tipo de techo en áreas abiertas que no tengan paredes.

No usar en cocinas e áreas donde el producto este expuesto a vapores.



DATOS ÓPTICOS

Temperatura de color	6500 K (DL)
Flujo luminoso	4000 lm
Ángulo de apertura	110°
Tipo de distribución	Directa simétrica
Reproducción de color (IRC)	80
Vida útil	50000 h L70
Eficacia	100 lm/W

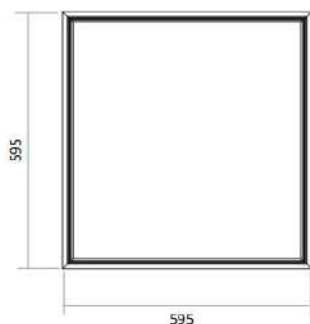
DATOS FÍSICOS

Acabado	Bianco
Grado de protección IP	IP20
Dimensiones (LxWxH)	595x595x10 mm
Tipo de montaje	Incrustar
Chasis	Aluminio
Óptica	Difusor PMMA
Temperatura de operación Ta	-10°C ~ +40°C

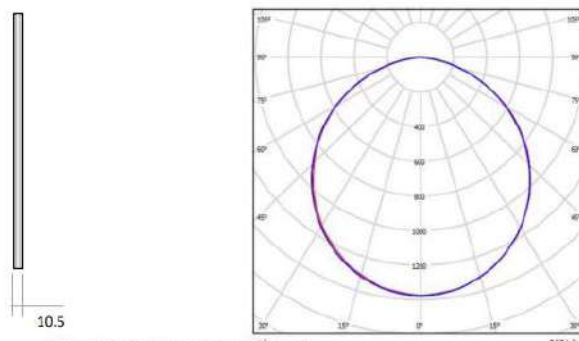
DATOS ELÉCTRICOS

Potencia de entrada	40 W
Tensión de operación	100-277 V 50/60 Hz
Corriente de entrada	0.333 A @ 120 V
Factor de potencia	>0.9
Distorsión armónica (THD)	<20%
Tipo de driver	Independiente CC
Atenuable	NO

DIMENSIONES



FOTOMETRÍA



Las características de los productos pueden ser modificadas sin previo aviso según la evolución de la tecnología LED. 05/21.

Producto Ecológico: Permite ahorrar energía comparado con productos tradicionales. Libre de mercurio.

by FEILO SYLVANIA

LED Toledo

TOLEDO HW 40W DL MV

P24893



Lámpara LED de alta potencia y alto flujo, su tecnología y diseño brinda una distribución uniforme de luz. Bajo consumo, ahorra hasta el 80% de energía comparado con los bombillos incandescentes y compactos ahorradores de flujo similar.

CARACTERÍSTICAS

Diseño robusto
Tecnología de chip LED SMD
No genera radiación UV

APLICACIONES

Iluminación general de doble altura.
Bodegas e instalaciones industriales.

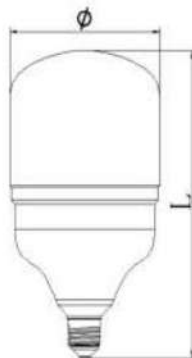


Ultra Clásico

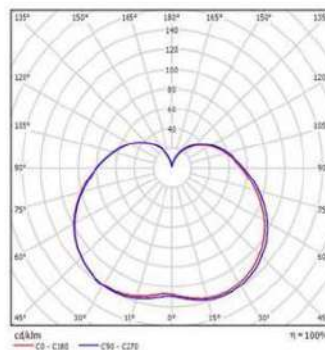


DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6500K (DL)	Acabado	Blanco	Potencia de entrada	40W
Flujo luminoso	3400 lm	Proteccion IP	IP20	Tensión de operación	100-240V 50/60Hz
Ángulo de apertura	180°	Dimensiones (Φ x H)	Φ120*215 mm	Corriente de entrada	0.33A @120V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Tipo De montaje	E27	Factor de potencia	0.5
Reproducción de color (IRC)	≥80	Chasis	Aluminio/Plástico	Tipo de driver	Integrado
Vida útil	20.000h L70	Optica	Difusor Opalizado	Atenuable	NO
Eficacia	85 lm/W	Condicion óptma de operación	25°C	Ciclos de encendido/apagado	40.000 ciclos
		Temperatura de operación Ta	-20°C ~ +40°C		

DIMENSIONES



FOTOMETRÍA



E27



>40,000h

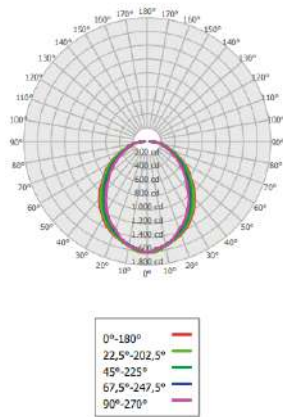


517 LED PENDANT

Oficinas / Offices
 Hoteles / Hotels
 Escuelas / Schools
 Comercios / Commercial

UL 517 LED 48 2 4000 Im 36W DIF 6 Pend TL

Resumen Zona / Zonal Lumen Summary



Zone	Lumens	% Fixture
0° - 10°	180,37	4,49%
10° - 20°	415,07	10,32%
20° - 30°	606,17	15,07%
30° - 40°	693,94	17,31%
40° - 50°	677,2	16,84%
50° - 60°	583,21	14,59%
60° - 70°	435,17	10,82%
70° - 80°	285,07	7,09%
80° - 90°	141,14	3,51%
90° - 100°	10,78	0,27%
100° - 110°	0	0%
110° - 120°	0	0%
120° - 130°	0	0%
130° - 140°	0	0%
140° - 150°	0	0%
150° - 160°	0	0%
160° - 170°	0	0%
170° - 180°	0	0%
0° - 90°	4.021,32	100%
90° - 180°	10,78	0,27%
0° - 180°	4.021,32	100%

Coefficiente de Utilización / Indoor CU table

IRC	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
0	119,94	119,94	119,94	119,94	117,32	117,32	117,32	117,32	111,85	111,85	111,85	107,04	107,04	107,04	102,61	102,61	100,53
1	104,16	104,16	99,69	95,66	106,36	103,84	101,36	94,07	97,48	94,11	91,01	93,47	90,31	88,38	86,78	87,57	85,51
2	90,43	91,04	84,11	78,28	86,74	83,1	82,73	77,32	85,47	80,09	75,46	82,11	77,62	73,69	70,61	75,3	71,00
3	83,49	80,3	72,09	65,54	88,38	78,68	71,06	64,83	70,03	68,11	63,74	72,81	67,25	62,58	58,14	65,48	64,02
4	83,49	71,48	62,60	55,97	81,16	70,22	61,91	55,27	67,56	63,42	54,78	65,18	58,90	53,98	52,06	57,64	53,22
5	77,02	64,18	55,2	48,58	74,88	63,83	54,5	48,3	60,80	53,44	47,74	58,85	52,32	47,2	46,96	51,25	48,06
6	73,33	58,05	49,13	42,71	69,6	57,88	48,66	42,53	55,21	47,23	42,13	53,52	46,84	42,24	41,82	46,09	41,26
7	66,33	52,67	44,14	38,02	64,58	52,64	43,25	37,07	50,47	43,01	37,57	49	42,29	37,28	40,82	41,5	36,99
8	61,61	48,44	39,97	34,13	60,32	47,73	39,66	34,04	46,99	39,05	33,81	45,12	38,49	33,59	43,93	37,86	33,29
9	57,98	44,63	36,46	30,93	56,55	44,62	36,2	30,91	42,86	35,69	30,67	41,77	35,21	30,5	40,73	34,73	31,09
10	54,48	41,33	33,46	28,23	53,14	40,8	33,25	28,15	39,79	32,83	28,02	38,84	32,42	27,88	37,64	32,02	29,26

Cono de luz / Cone of light

Mtg Height	Light Level	Beam Diameter
6 ft	45 fc	13 ft
8 ft	25 fc	18 ft
10 ft	16 fc	22 ft
12 ft	11 fc	27 ft
15 ft	7 fc	33 ft

LED Panel

LED PANEL SQ SOBREPONER 40W DL UNV

P37160



Luminaria tipo Panel LED con driver independiente. Montaje de incrustar en cielo raso. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento.

CARACTERÍSTICAS

Diseño moderno con fuente de iluminación lateral basada en LED SMD y difusor opalizado
Ultra delgado y liviano con disipador de calor integrado
Opción de instalación colgante (guayas y accesorios no incluidos)

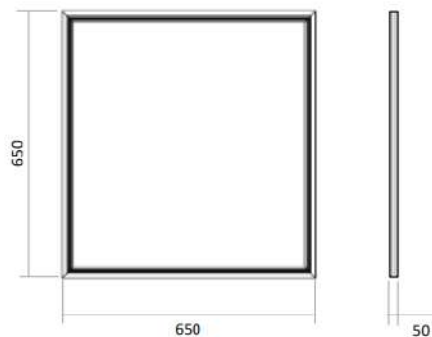
APLICACIONES

Adecuado para aplicaciones de iluminación interior
Iluminación general en oficinas e instalaciones educativas
Iluminación general en comercio y consultorios

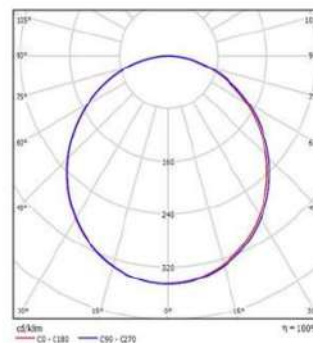


DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6500 K (DL)	Acabado	Blanco	Potencia de entrada	40 W
Flujo luminoso	3200 lm	Grado de protección IP	IP20	Tensión de operación	100-277 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	110°	Dimensiones (LxWxH)	650x650x50 mm	Corriente de entrada	0.333 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Tipo de montaje	Sobreponer	Factor de potencia	>0.92
Reproducción de color (IRC)	80	Chasis	Aluminio	Distorsión armónica (THD)	<20%
Vida útil	30000 h L70	Óptica	Difusor PMMA	Tipo de driver	Independiente CC
Eficacia	80 lm/W	Temperatura de operación Ta	-10°C ~ +40°C	Atenuable	NO

DIMENSIONES



FOTOMETRÍA



DISEÑO DE ILUMINACION EXTERIOR

SYLVANIA

LED Street Light Urban

LED STREET 250W NW URBAN
P23808



Luminaria LED para iluminación vial y exterior, con diseño moderno y robusto de un cuerpo en aluminio inyectado y compartimentos independientes para el conjunto óptico y eléctrico. Montaje en tubo de soporte para poste horizontal o en punta. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento.

CARACTERÍSTICAS

Diseño moderno con fuente LED SMD y lentes en policarbonato
Chasis robusto en aluminio inyectado, liviano con disipador de calor integrado
Compartimentos separados para el conjunto eléctrico y óptico con visagra a prueba de atascamientos
Ganchos de cierre y soporte con ángulo ajustable para fácil instalación

APLICACIONES

Alumbrado público en calles, avenidas y autopistas
Iluminación general en exteriores
Parques, plazoletas y parqueaderos



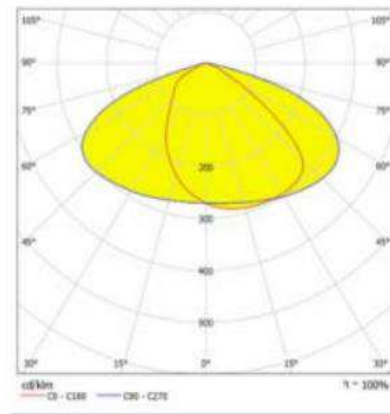
Ultra Resistente



DATOS ÓPTICOS

Temperatura de color	4000K
Flujo luminoso nominal máximo	32500lm
Atenuable	SI
Tipo de distribución	Tipo III S
Vida útil estimada	100000h L70 *
Eficacia	130lm/W
Reproducción de color (IRC)	>70
Consistencia de color	SDCM ≤ 5
Tipo chip LED	CREE 3030
Número de chip LED	280pcs
Corriente Máxima de entrada Módulo	
Tipo de Lente	PMMA
Transmitancia Lente	1.92
Lentes con distribución única	SI
Ángulo de inclinación	-10° a 10°

DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA



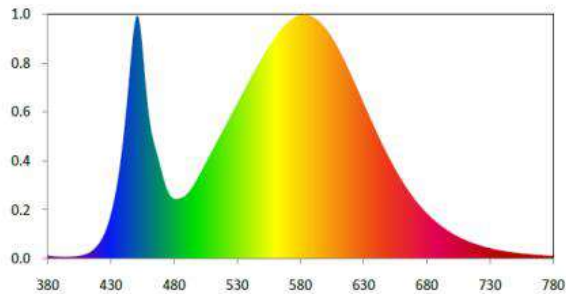
CARACTERÍSTICAS ADICIONALES

Acometida 3x14AWG con prensaestopa para asegurar hermeticidad
Soporte para instalación en brazo horizontal o punta de poste
Sistema de apertura fácil. No requiere herramienta especializada.
Conductores tipo cable con conectores en todas las conexiones.

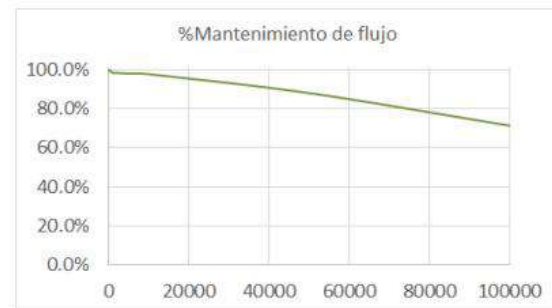
LED STREET 250W NW URBAN

P23808

DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL



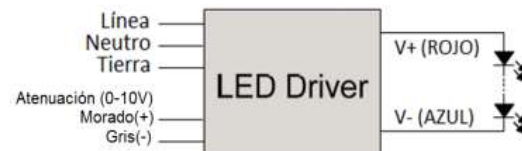
MANTENIMIENTO DE FLUJO LUMINOSO



DATOS ELÉCTRICOS

Potencia de entrada max.	250 W
Tensión de entrada	100-277 V 50/60 Hz
Corriente de entrada máx	1.2A @220V
Factor de potencia	0.9
Distorsión armónica (THD)	<20%
Tipo de driver	Corriente Constante
Atenuable	Señal 0-10V
Eficiencia driver	>90%
Protección integrada driver	10KV línea-tierra
Tensión de salida DC	18-57 Vdc
Corriente de salida DC	4200-6700mA
Protecciones Corto Circuito / Temperatura	SI
Clase aislamiento	Clase I (Opc. Clase II)
Protección Transitorios	DPS 10KV

DIAGRAMA DE CONEXIÓN



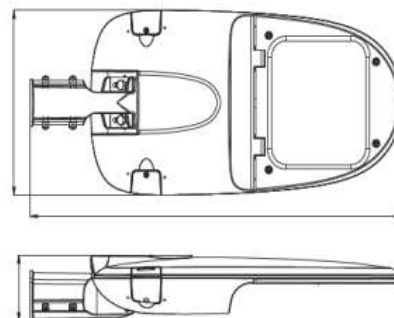
La señal de control para la atenuación debe cumplir con el estándar IEC 60929 Anexo E, que define el driver o balasto como fuente de corriente.

Driver ensamblado en bandeja portaequipo anclada sobre la estructura interna de la luminaria, de fácil mantenimiento. El Driver LED incluye la protección de sobrecarga interna. La protección de sobre-corriente del Driver desconecta la carga ante un corto circuito y reconecta automáticamente.

DATOS FÍSICOS

Acabado	Gris RAL7004
Grado de protección conjunto óptico / eléctrico	IP66 / IP66
Grado de protección contra impactos	IK08
Dimensiones (LxWxH)	912x380x127 mm
Chasis	Aluminio inyectado
Tipo de montaje	Brazo horizontal
Diametro máx. brazo	60 mm
Peso	12.9 Kg
Temperatura de operación Ta	-40°C ~ +45°C

ESQUEMA PRODUCTO



LED Reflector

LED REFLECTOR JETA 150W DL

P28730



Luminaria LED tipo reflector para interiores o exteriores, diseño delgado y liviano con driver integrado en la luminaria. Instalación sobrepuesto con soporte metálico. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y mantenimiento.

CARACTERÍSTICAS

Diseño delgado, moderno y robusto, resistente a la humedad
Chasis en aluminio extruido

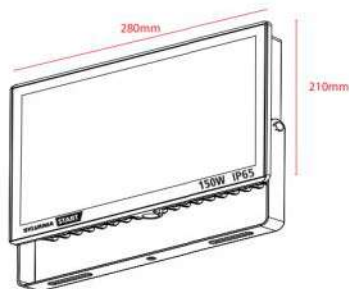
APLICACIONES

Illuminación exterior decorativa, fachadas, jardines.
Illuminación de senderos y áreas de circulación en exteriores

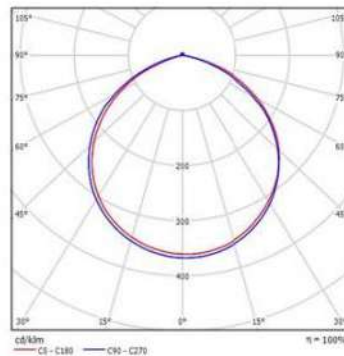


DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6500 K (DL)	Acabado	Negro	Potencia de entrada	150 W
Flujo luminoso	13500 lm	Grado de protección IP	IP65	Tensión de operación	100-240 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	120°	Dimensiones (LxWxH)	280x66x210 mm	Corriente de entrada	0.833 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Tipo de montaje	Sobreponer	Factor de potencia	0.9
Reproducción de color (IRC)	>80	Chasis	Aluminio extruido	Distorsión armónica (THD)	<20%
Vida útil	30000 h L70	Óptica	Semiespecular	Tipo de driver	Independiente CC
Eficacia	90 lm/W	Temperatura de operación Ta	-10°C ~ +40°C	Atenuable	NO

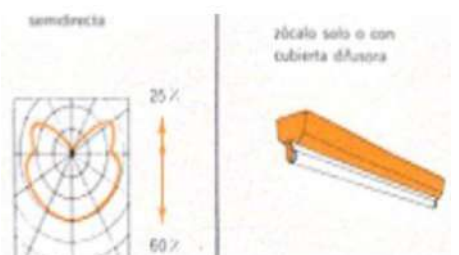
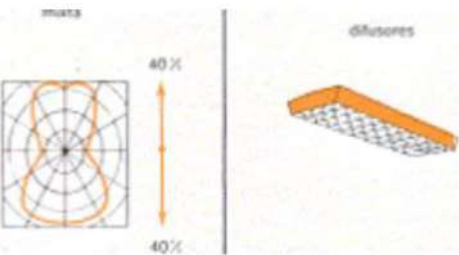
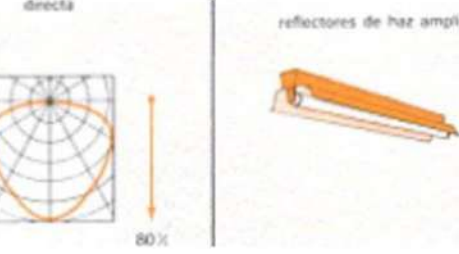
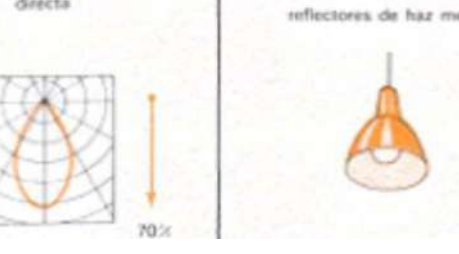
DIMENSIONES



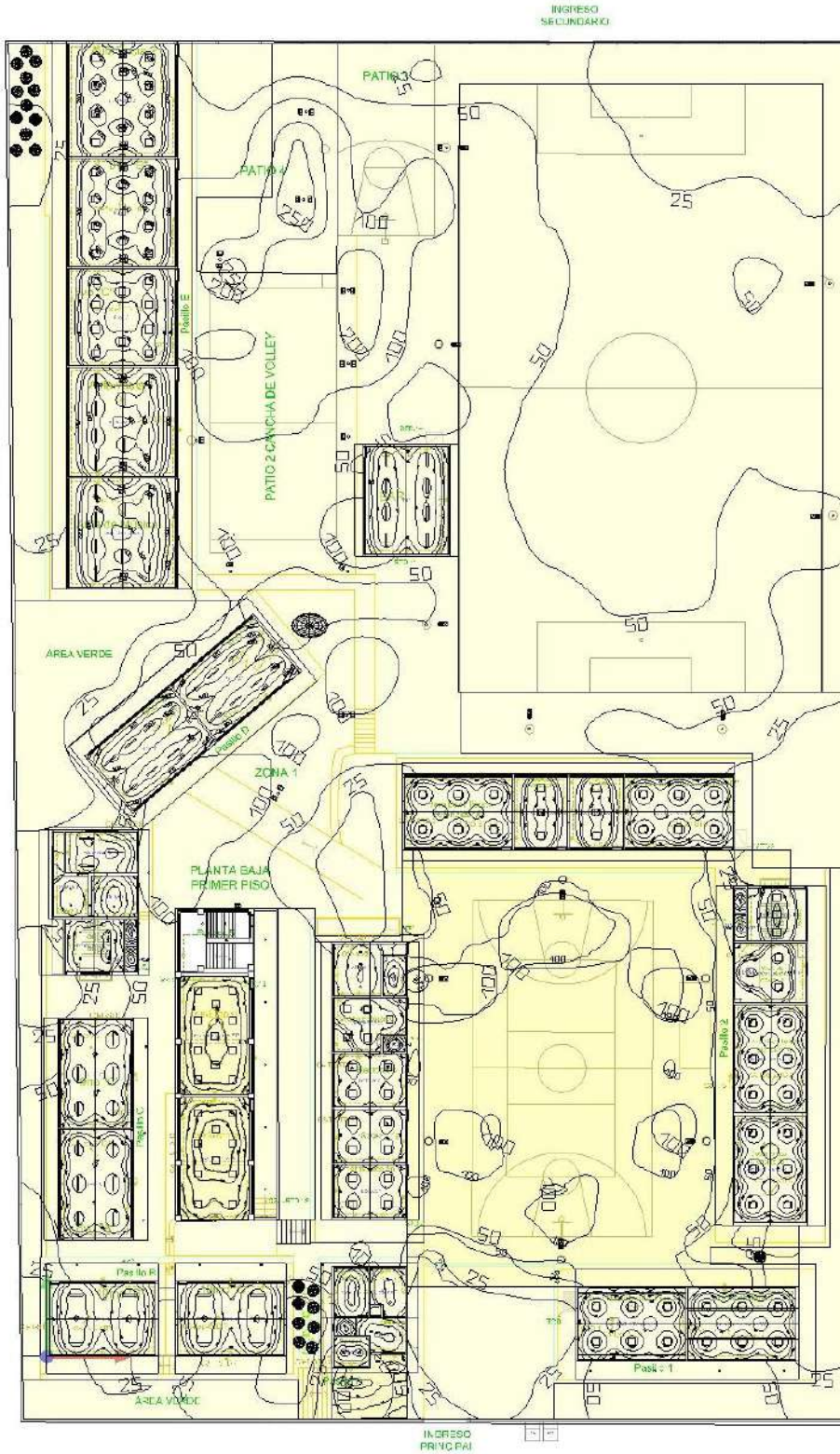
FOTOMETRÍA

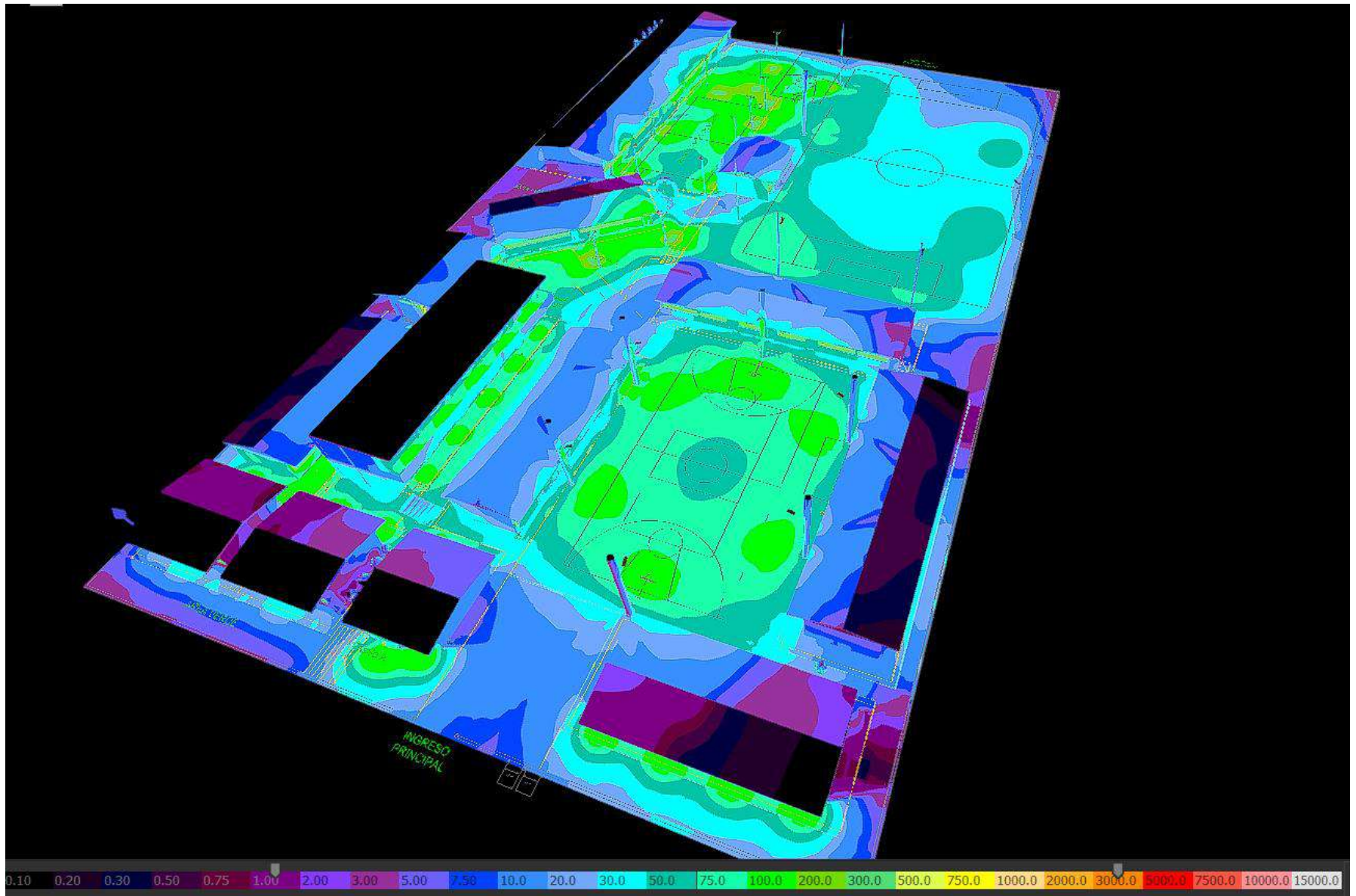


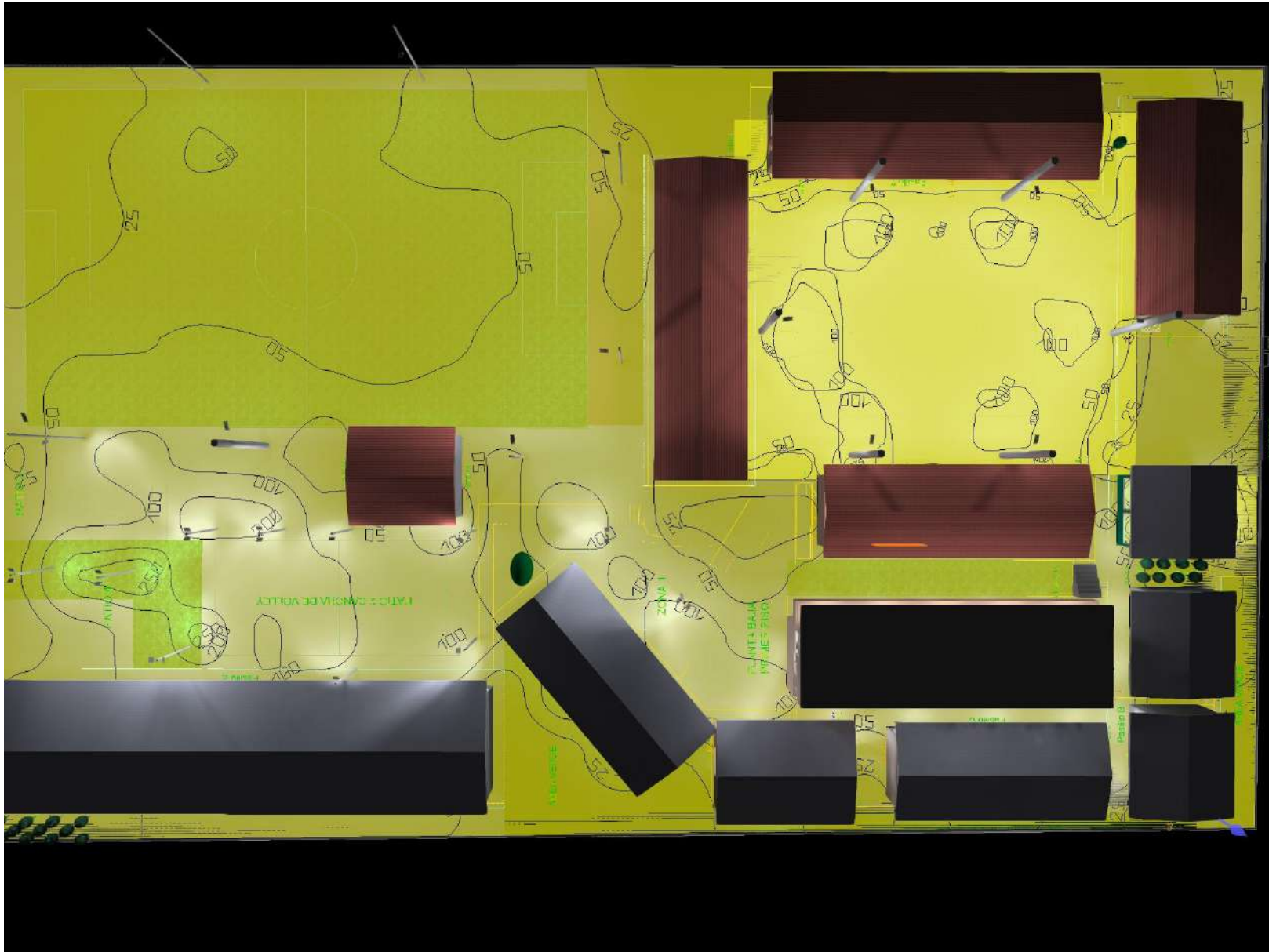
Anexo E Factor de utilización

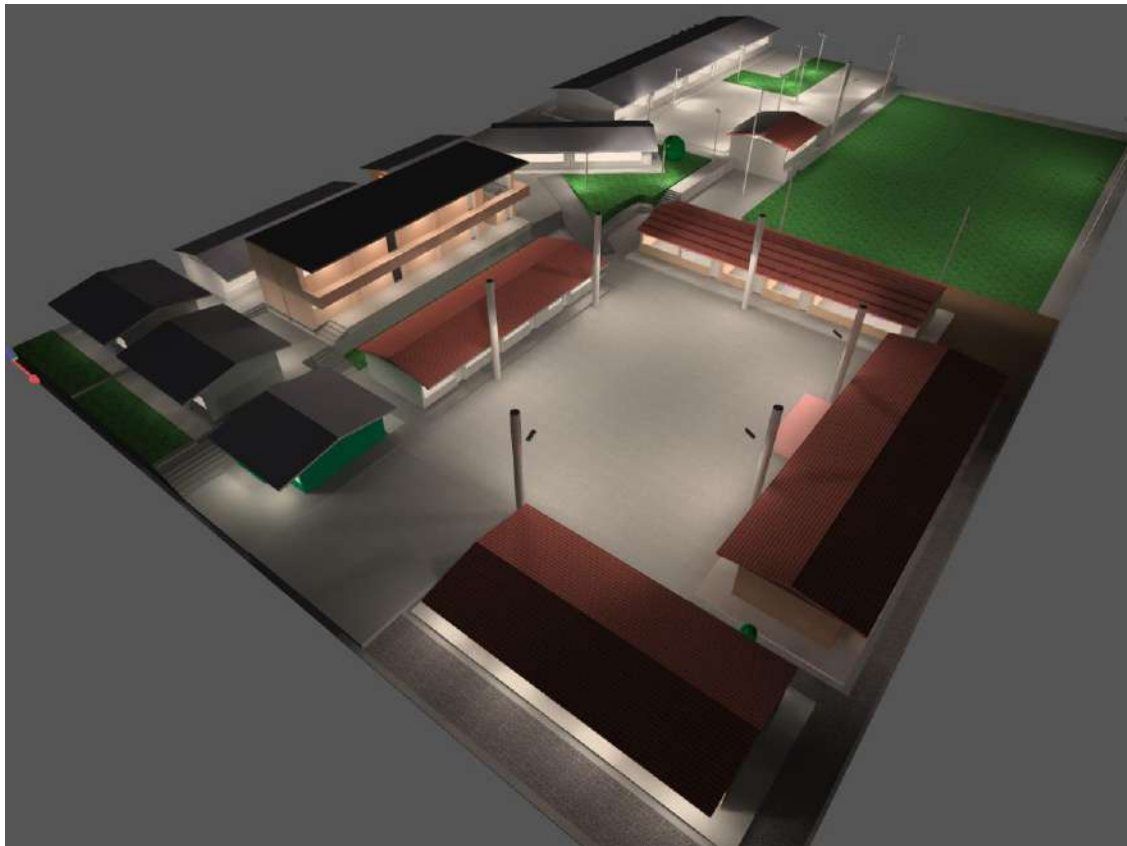
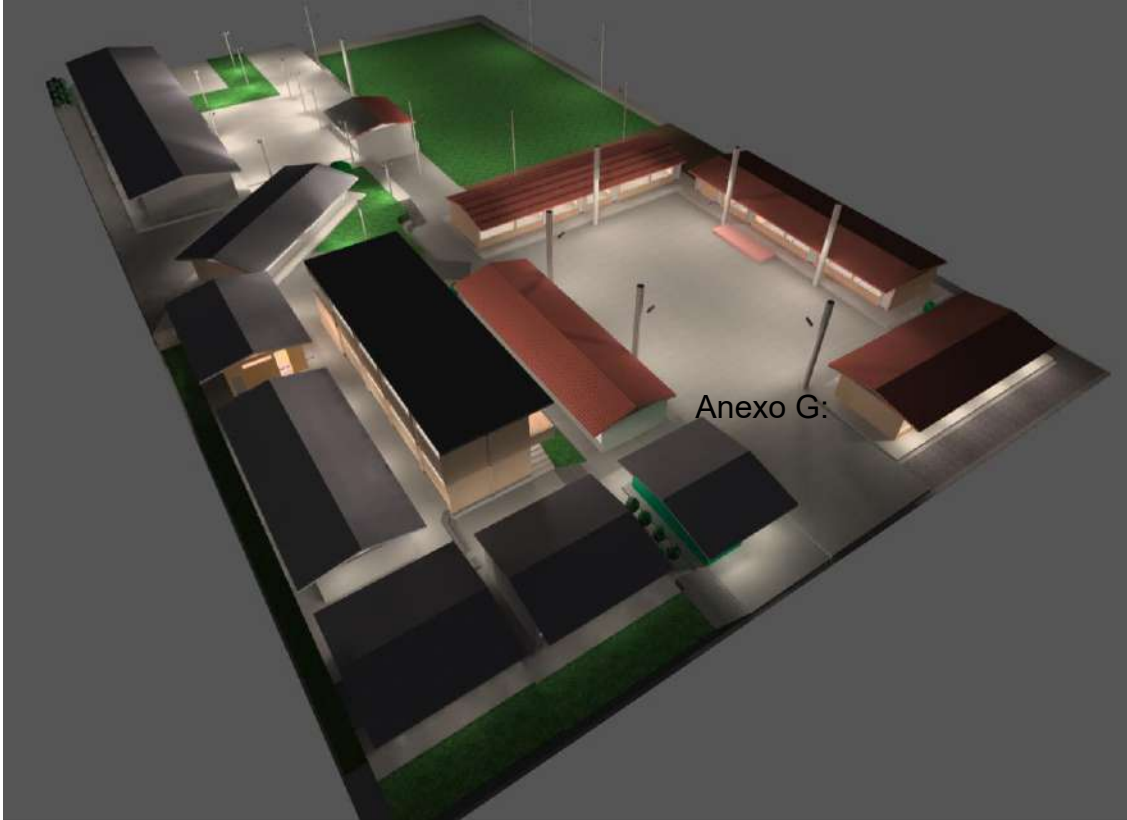
Factor de utilización				
Tipo de iluminación	Índice del local K	Techo		
		70%		
		Paredes		
		50%	30%	10%
<p>semidirecta</p> 	0,50 – 0,70	0,26	0,21	0,18
	0,70 – 0,90	0,33	0,27	0,24
	0,90 – 1,10	0,37	0,32	0,28
	1,10 – 1,40	0,40	0,36	0,32
	1,40 – 1,75	0,43	0,39	0,34
	1,75 – 2,25	0,49	0,44	0,40
	2,25 – 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>indirecta</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>directa</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>directa</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

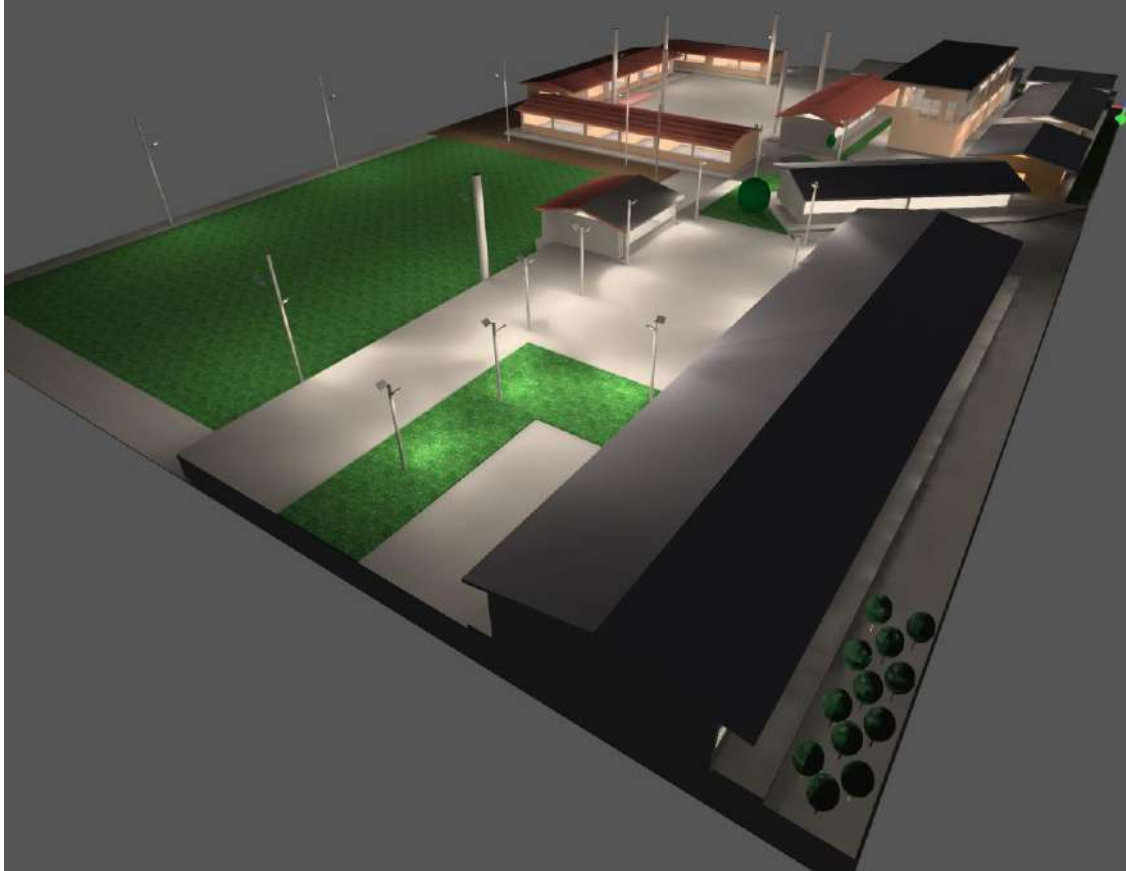
Anexo F Resultados del software DiaLUX





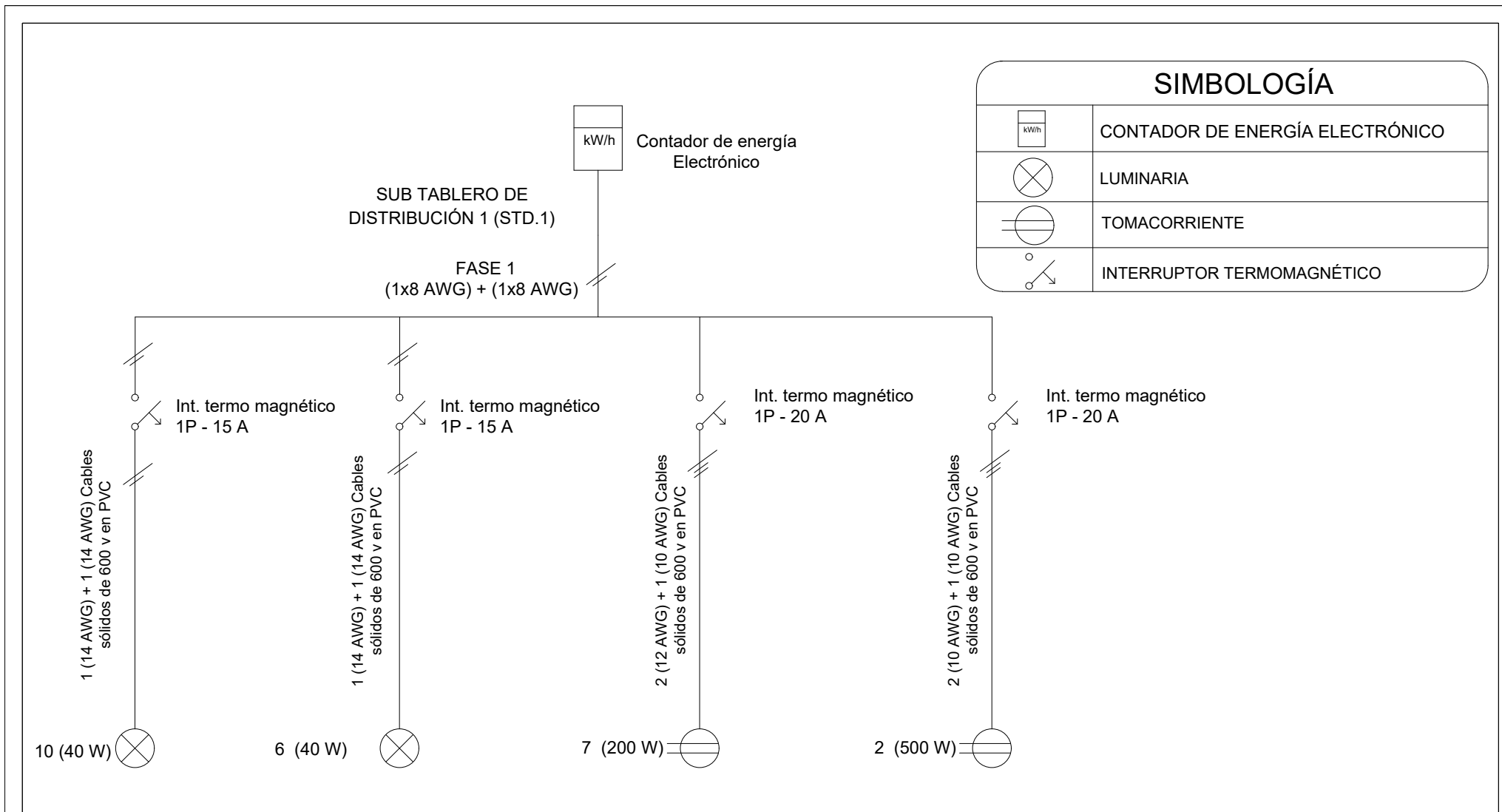








Anexo G: Planos unifilares Rediseño



SIMBOLOGÍA	
	CONTADOR DE ENERGÍA ELECTRÓNICO
	LUMINARIA
	TOMACORRIENTE
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
REDISEÑO UNIFILAR DEL STD.1

Contiene:
PLANO UNIFILAR

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGIER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

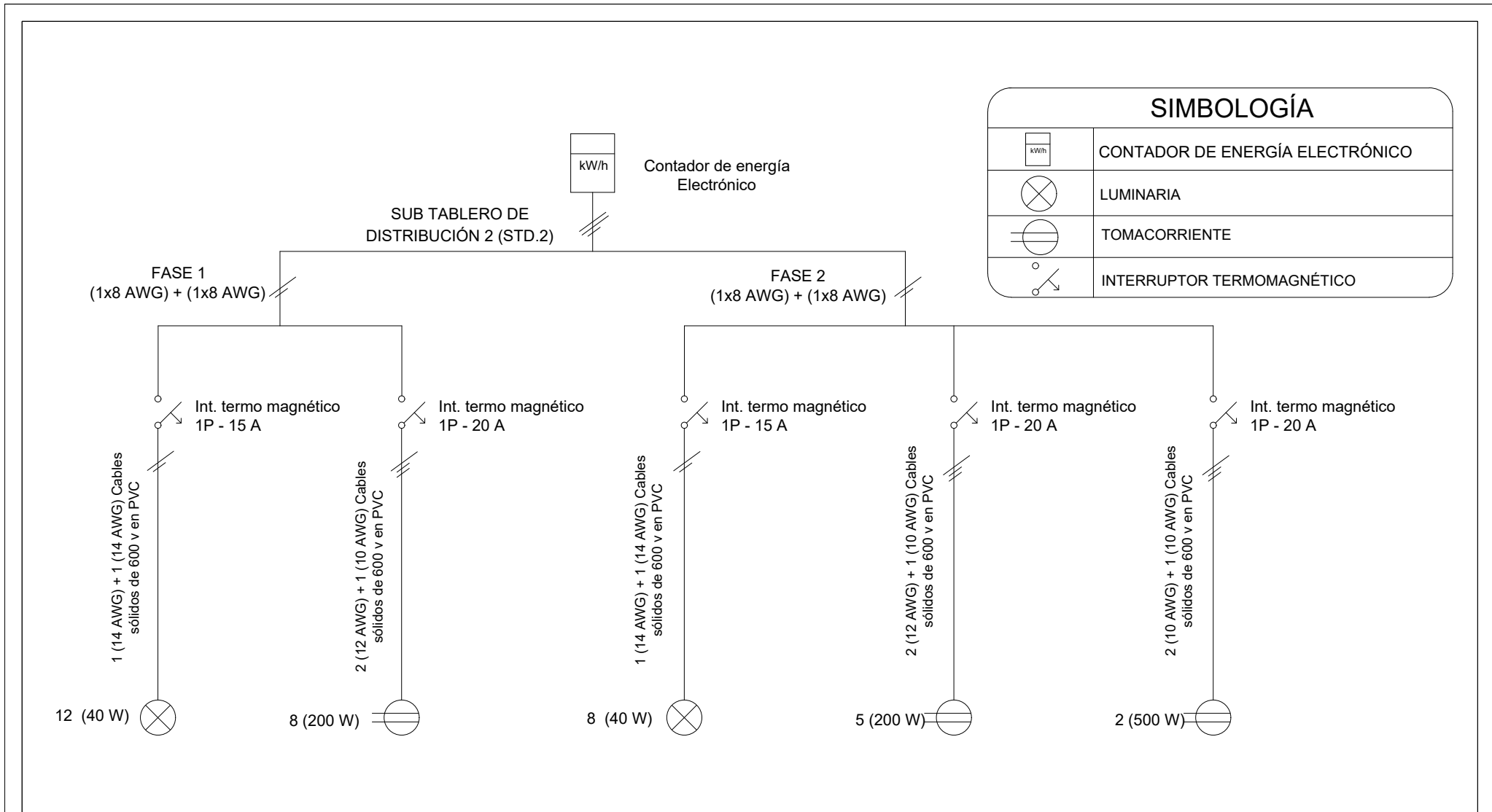
ANDRADE MARÍN / IMBABURA

ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1





SIMBOLOGÍA	
	CONTADOR DE ENERGÍA ELECTRÓNICO
	LUMINARIA
	TOMACORRIENTE
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
REDISEÑO UNIFILAR DEL STD.2

Contiene:
PLANO UNIFILAR

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGIER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

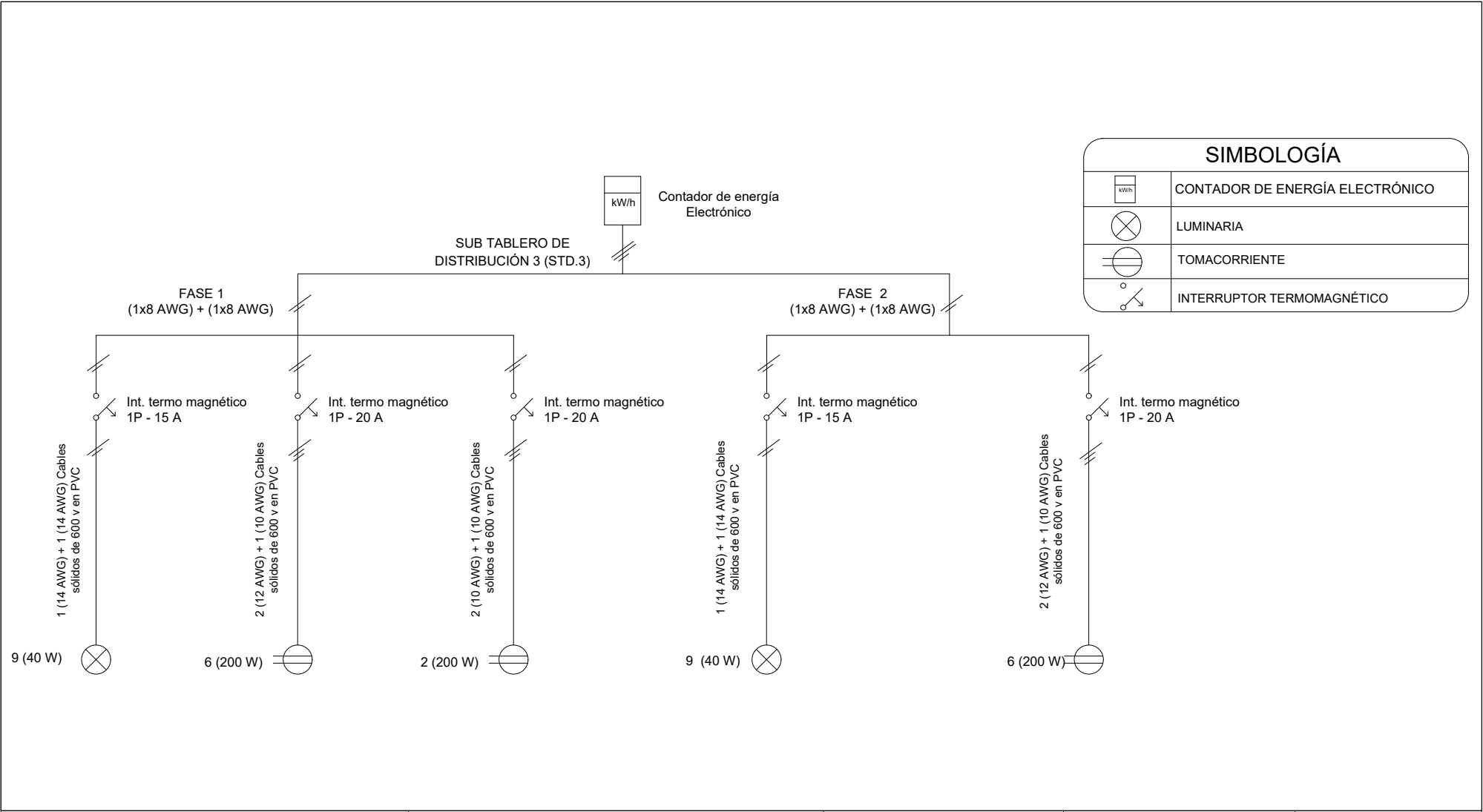
ANDRADE MARÍN / IMBABURA

ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1





SIMBOLOGÍA	
	CONTADOR DE ENERGÍA ELECTRÓNICO
	LUMINARIA
	TOMACORRIENTE
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
REDISEÑO UNIFILAR DEL STD.3

Contiene:
PLANO UNIFILAR

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGIER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

ANDRADE MARÍN / IMBABURA

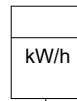
ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1

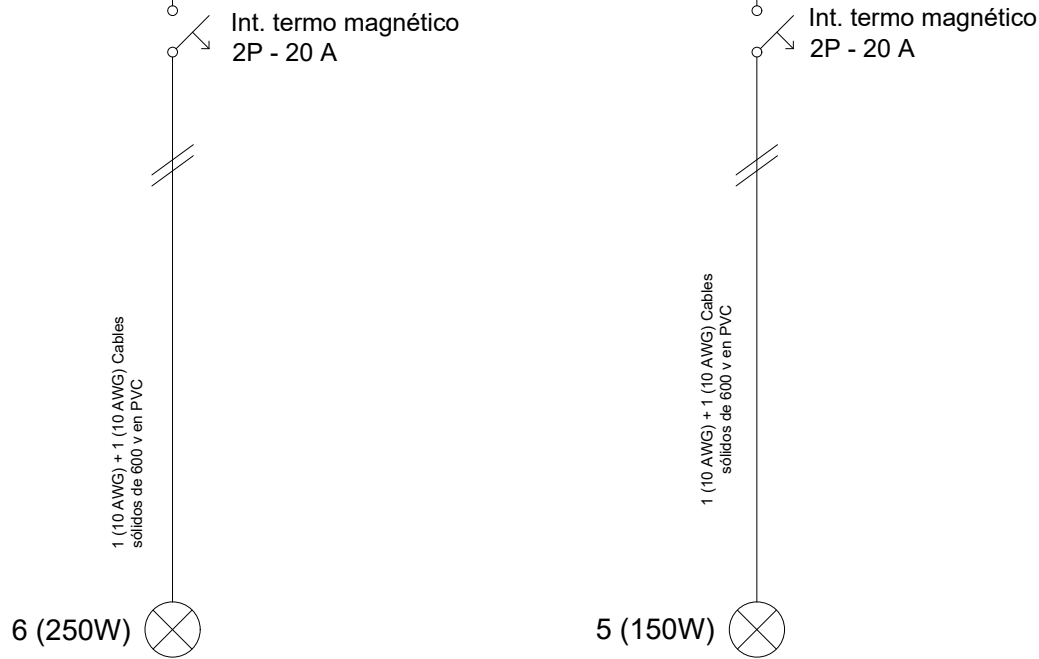


SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4 (STD.4)



Contador de energía Electrónico

FASE 1 Y 2 (2x8 AWG)



SIMBOLOGÍA

	CONTADOR DE ENERGÍA ELECTRÓNICO
	LUMINARIA
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
REDISEÑO UNIFILAR DEL STD.4

Contiene:
PLANO UNIFILAR

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

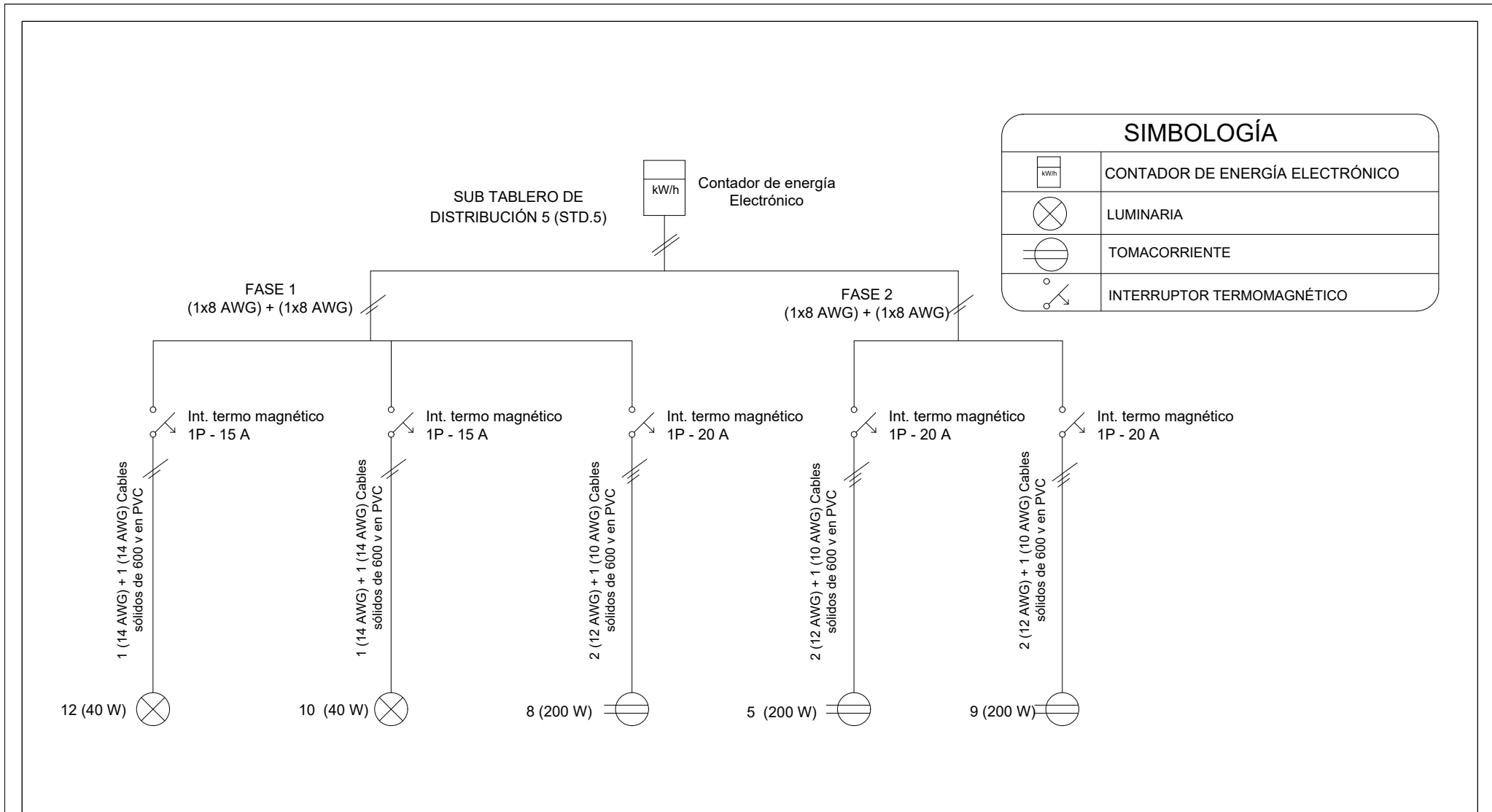
ANDRADE MARÍN / IMBABURA

ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1





UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
DIAGNOSTICO UNIFILAR DEL STD.5

Contiene:
PLANO UNIFILAR

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

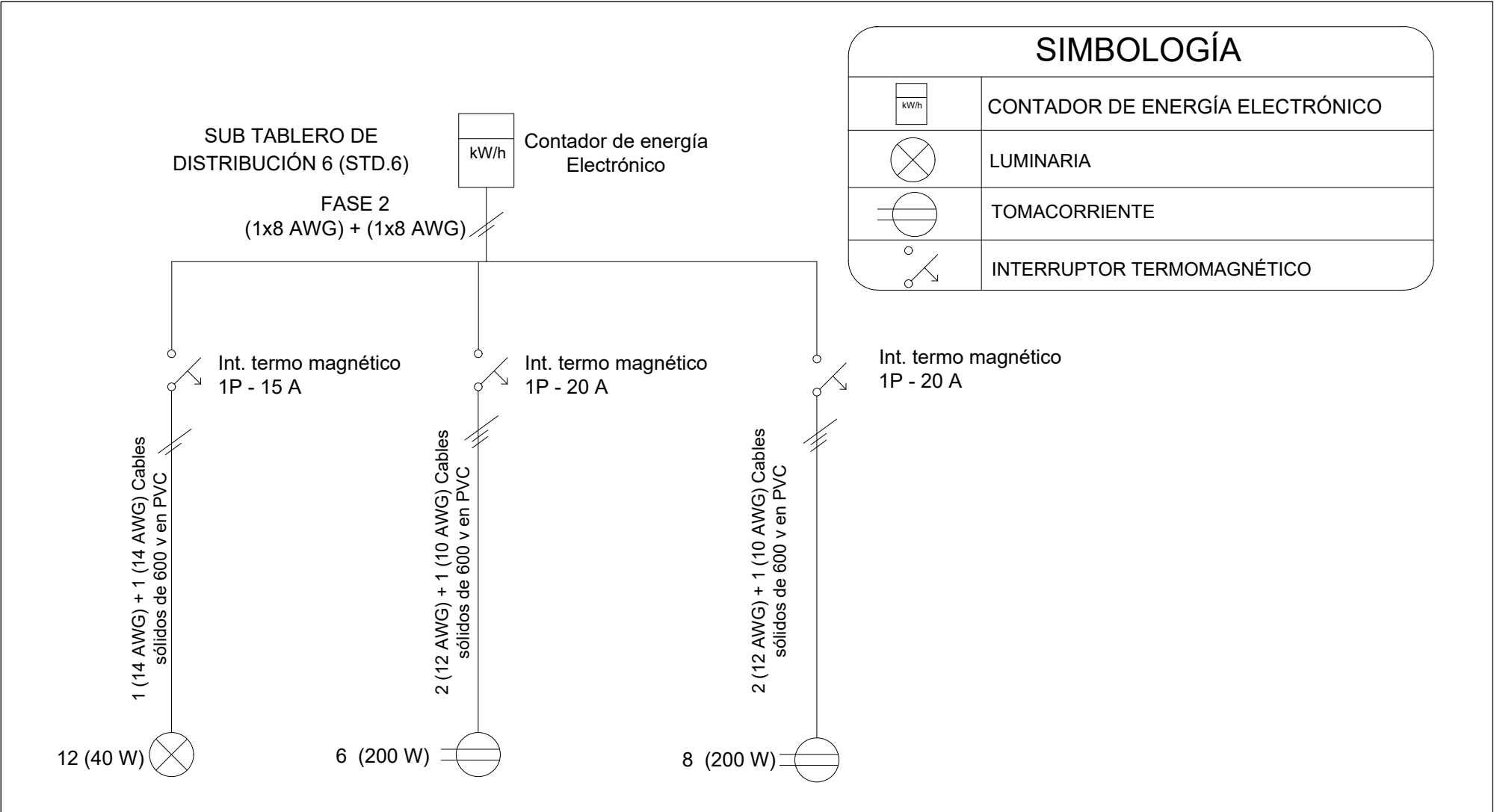
ANDRADE MARÍN / IMBABURA

ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1





SIMBOLOGÍA	
	CONTADOR DE ENERGÍA ELECTRÓNICO
	LUMINARIA
	TOMACORRIENTE
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
DIAGNOSTICO UNIFILAR DEL STD.6

Contiene:
PLANO UNIFILAR

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

ANDRADE MARÍN / IMBABURA

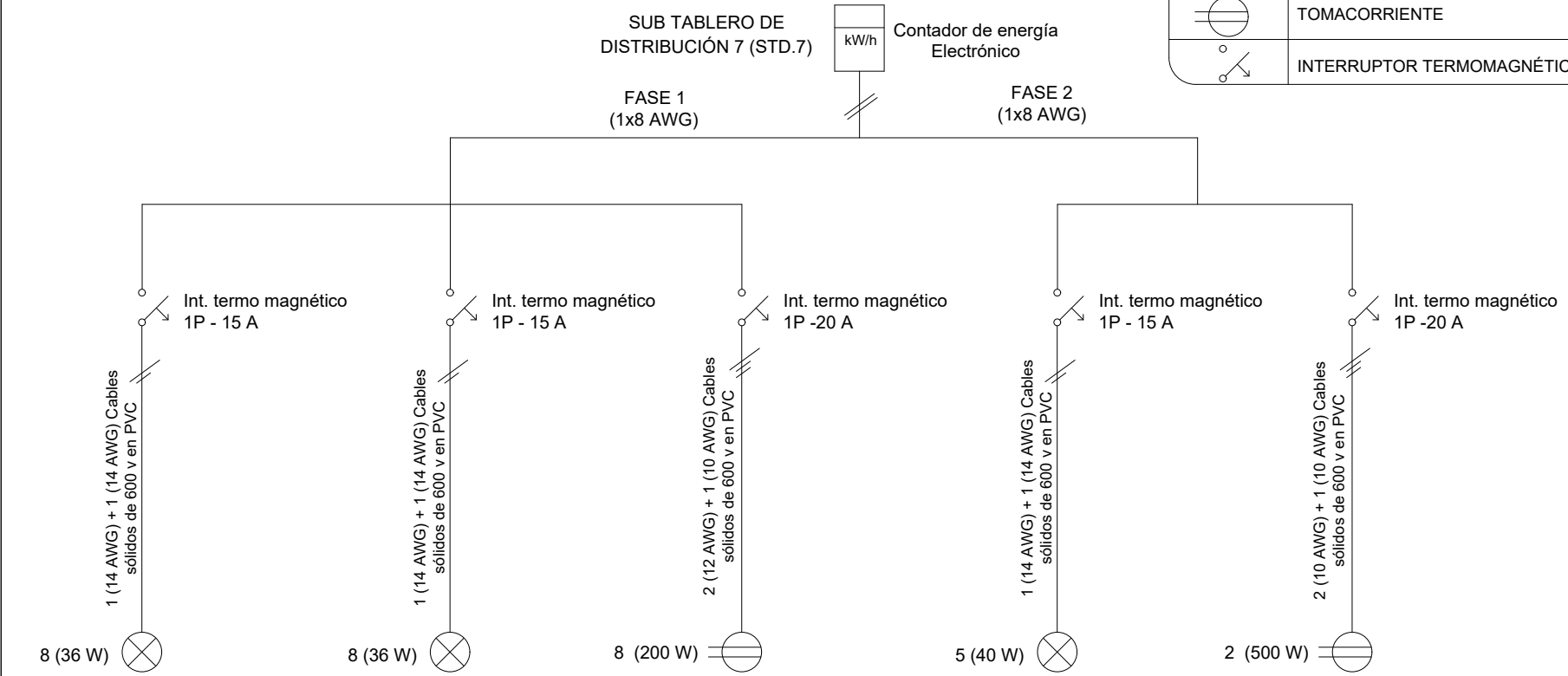
ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1



SIMBOLOGÍA	
	CONTADOR DE ENERGÍA ELECTRÓNICO
	LUMINARIA
	TOMACORRIENTE
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
DIAGNOSTICO UNIFILAR DEL STD.7

Contiene:
PLANO UNIFILAR

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

ANDRADE MARÍN / IMBABURA

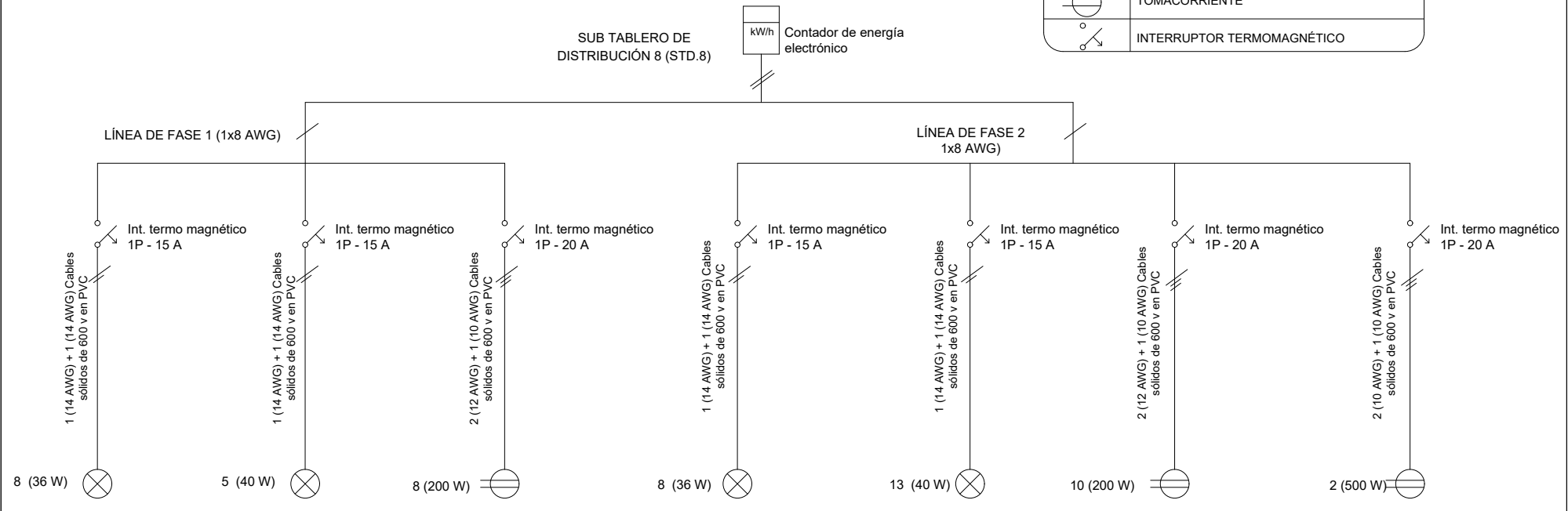
ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1



SIMBOLOGÍA	
	CONTADOR DE ENERGÍA ELECTROMECÁNICO
	LUMINARIA
	TOMACORRIENTE
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
REDISEÑO UNIFILAR DEL STD.8

Contiene:
PLANO UNIFILAR

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGIER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

ANDRADE MARÍN / IMBABURA

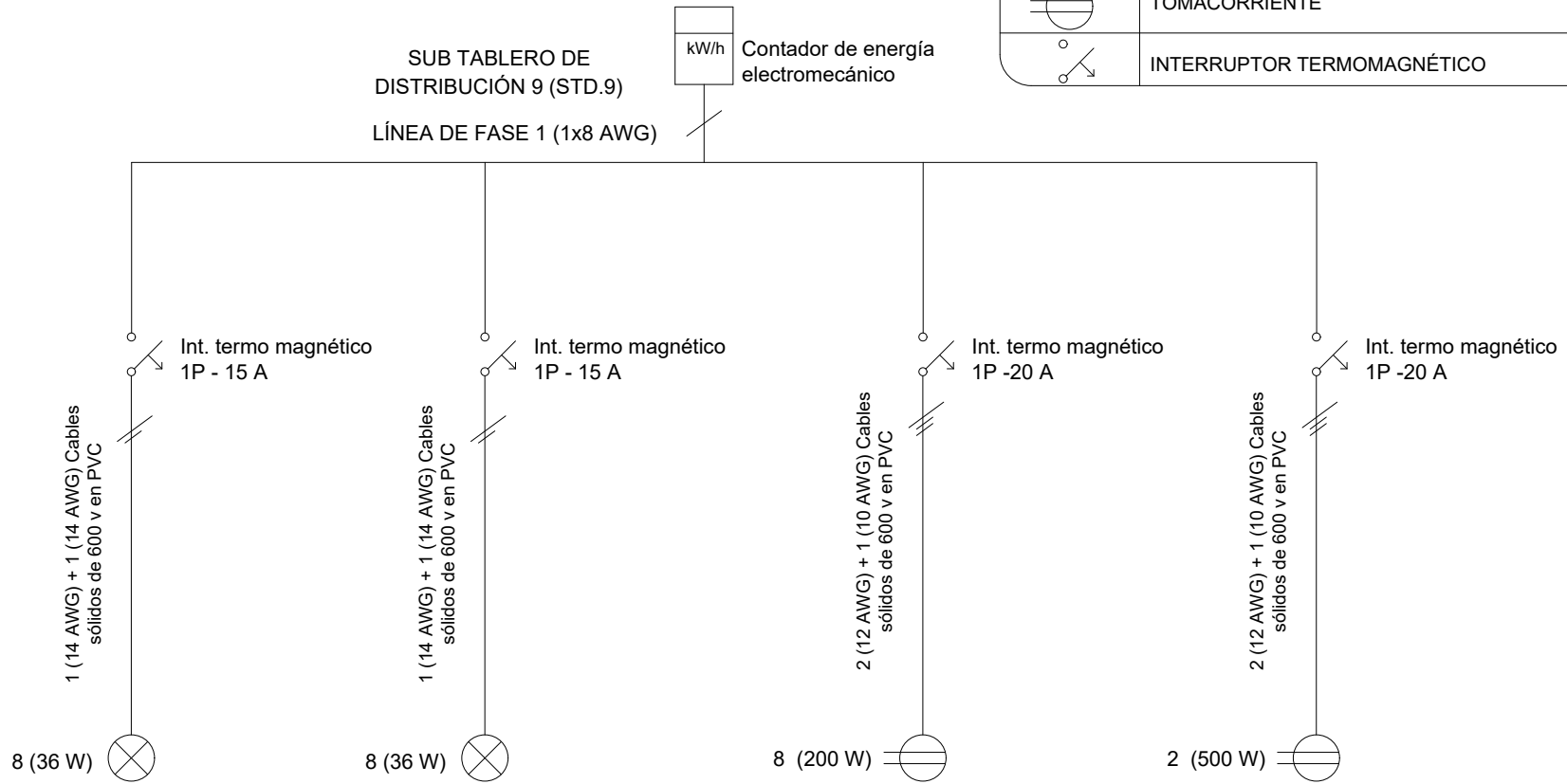
ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1



SIMBOLOGÍA	
	CONTADOR DE ENERGÍA ELECTROMECAÁNICO
	LUMINARIA
	TOMACORRIENTE
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
REDISEÑO UNIFILAR DEL STD.9

Contiene:
PLANO UNIFILAR

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

ANDRADE MARÍN / IMBABURA

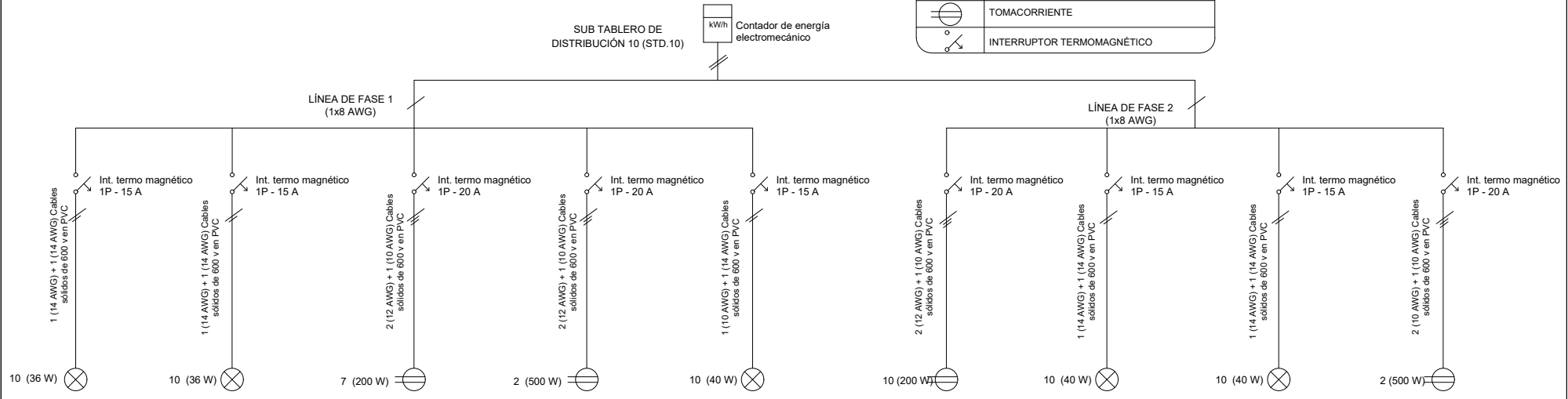
ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1



SIMBOLOGÍA	
	CONTADOR DE ENERGÍA ELECTROMECAÁNICO
	LUMINARIA
	TOMACORRIENTE
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
REDISEÑO UNIFILAR DEL STD.10

Contiene:
PLANO UNIFILAR

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR





ANDRADE MARÍN / IMBABURA

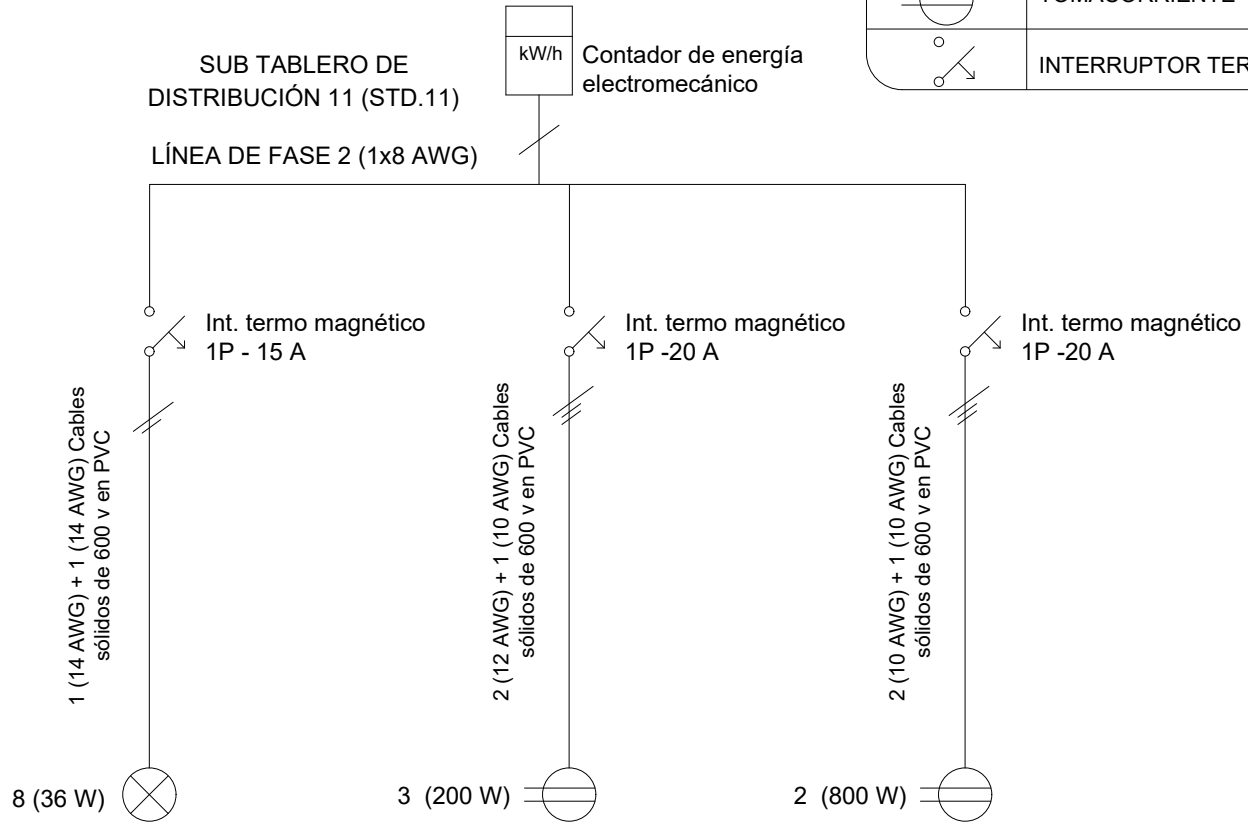
ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1



SIMBOLOGÍA	
	CONTADOR DE ENERGÍA ELECTROMECÁNICO
	LUMINARIA
	TOMACORRIENTE
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO







UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

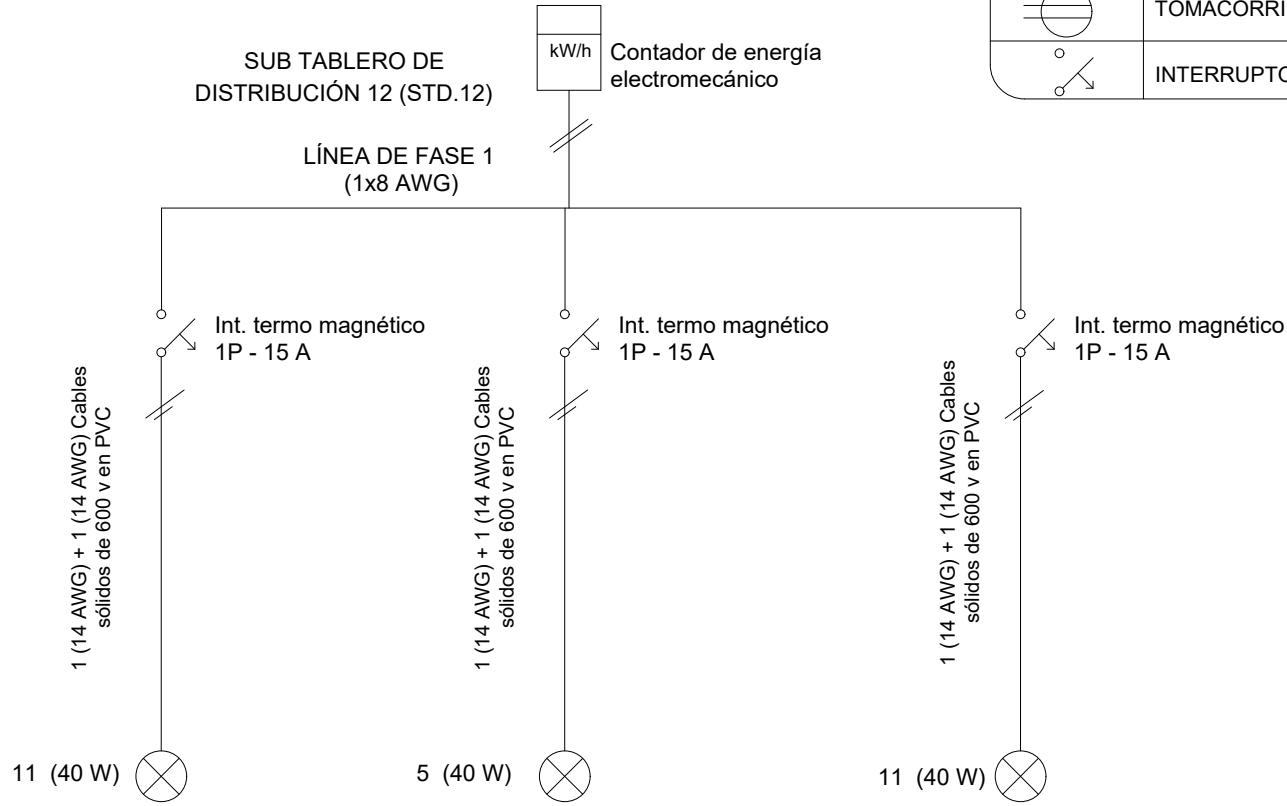
Proyecto:	REDISEÑO UNIFILAR DEL STD.11
Contiene:	PLANO UNIFILAR

AUTOR:	JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA
REVISADO:	MSC. OLGER ARELLANO
APROBACIÓN:	TUTOR

ANDRADE MARÍN / IMBABURA	
ESCALA:	1:50
FECHA:	FEBRERO 2023
LAMINA:	1



SIMBOLOGÍA	
	CONTADOR DE ENERGÍA ELECTROMECAÁNICO
	LUMINARIA
	TOMACORRIENTE
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
REDISEÑO UNIFILAR DEL STD.12

Contiene:
PLANO UNIFILAR

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

ANDRADE MARÍN / IMBABURA

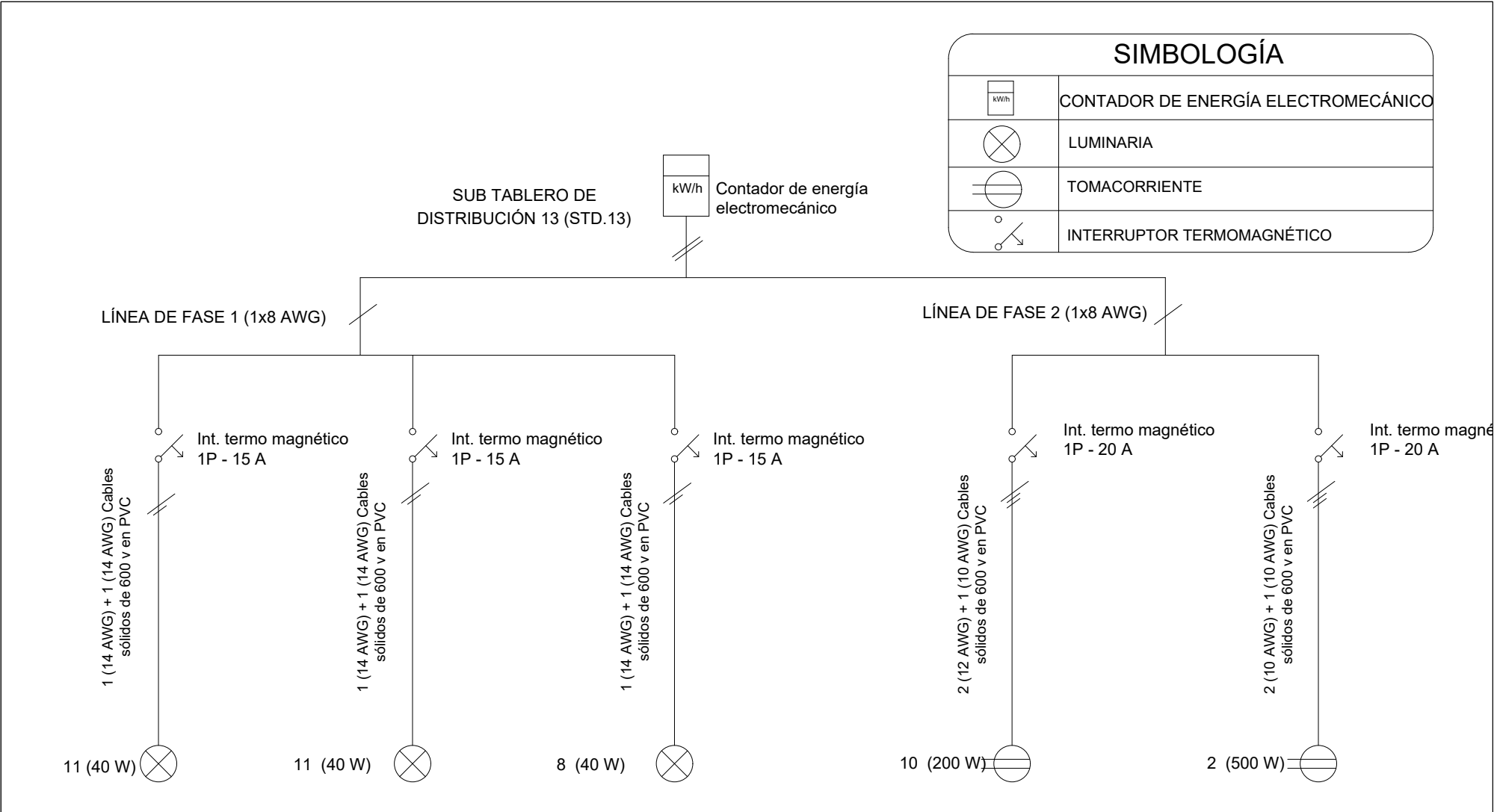
ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1



SIMBOLOGÍA	
	CONTADOR DE ENERGÍA ELECTROMECAÁNICO
	LUMINARIA
	TOMACORRIENTE
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
REDISEÑO UNIFILAR DEL STD.13

Contiene:
PLANO UNIFILAR

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR





ANDRADE MARÍN / IMBABURA

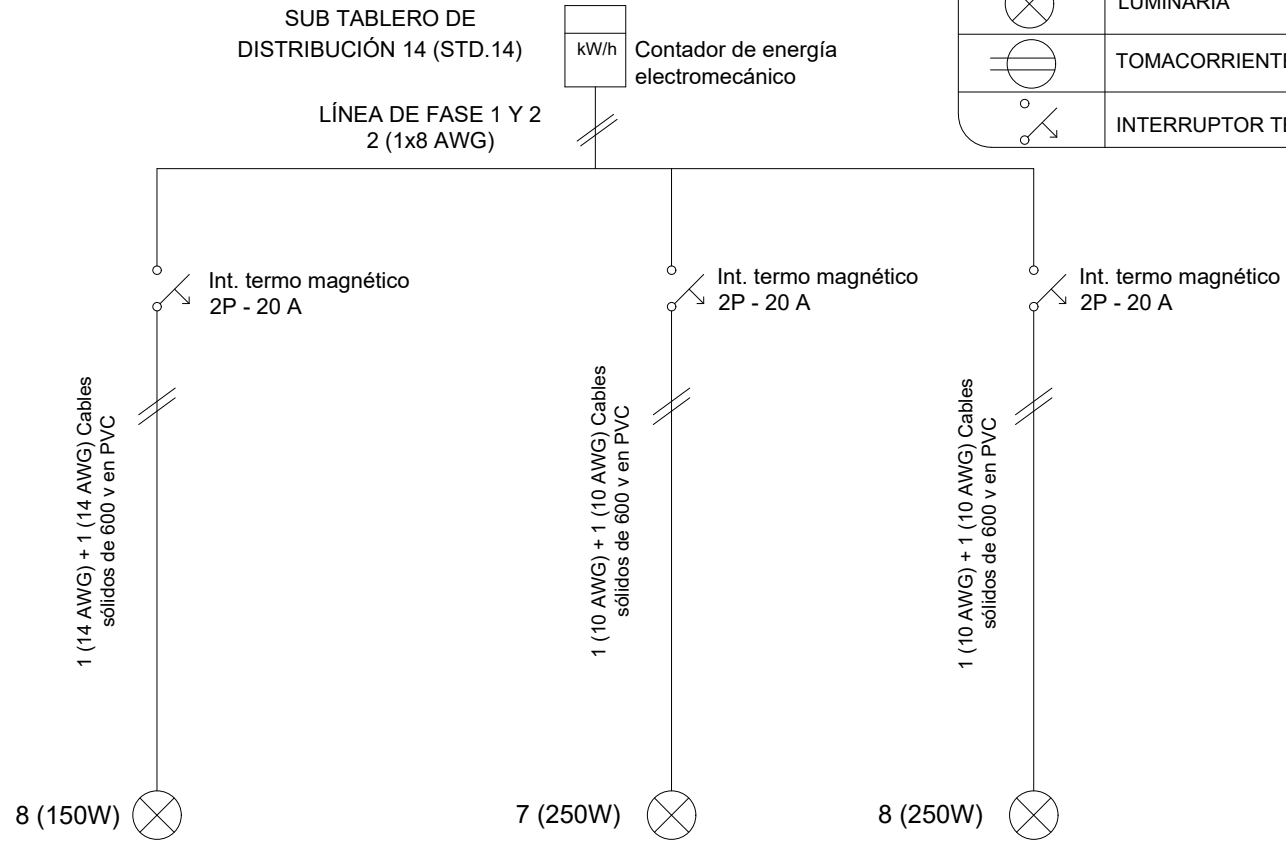
ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1



SIMBOLOGÍA	
	CONTADOR DE ENERGÍA ELECTROMECAÁNICO
	LUMINARIA
	TOMACORRIENTE
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
REDISEÑO UNIFILAR DEL STD.14

Contiene:
PLANO UNIFILAR

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR





ANDRADE MARÍN / IMBABURA

ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

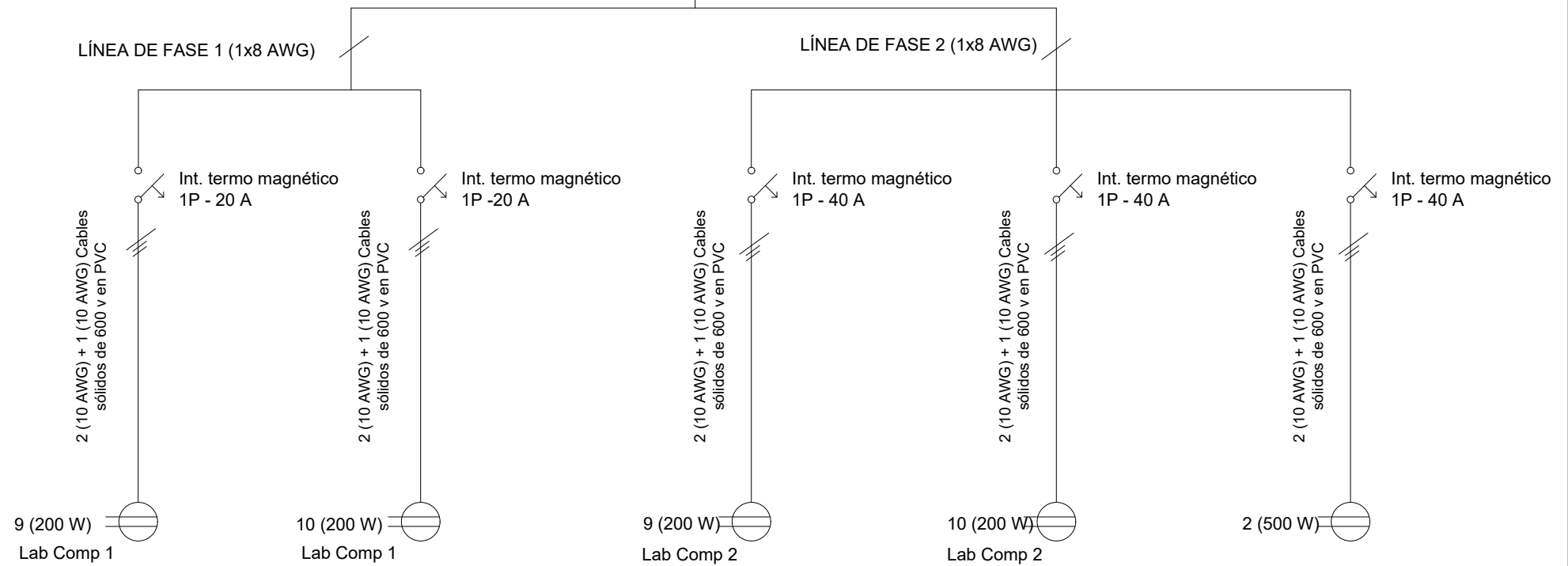
LAMINA:
1



SIMBOLOGÍA	
	CONTADOR DE ENERGÍA ELECTROMECÁNICO
	LUMINARIA
	TOMACORRIENTE
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO

CIRCUITO EXPRESO
LABORATORIOS DE
COMPUTACIÓN

 Contador de energía
electromecánico



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE
PRINCIPAL

Proyecto:
REDISEÑO UNIFILAR CIRCUITO EXPRESO PARA
LOS LABORATORIOS DE COMPUTACIÓN

Contiene:
PLANO UNIFILAR

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGIER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

ANDRADE MARÍN / IMBABURA

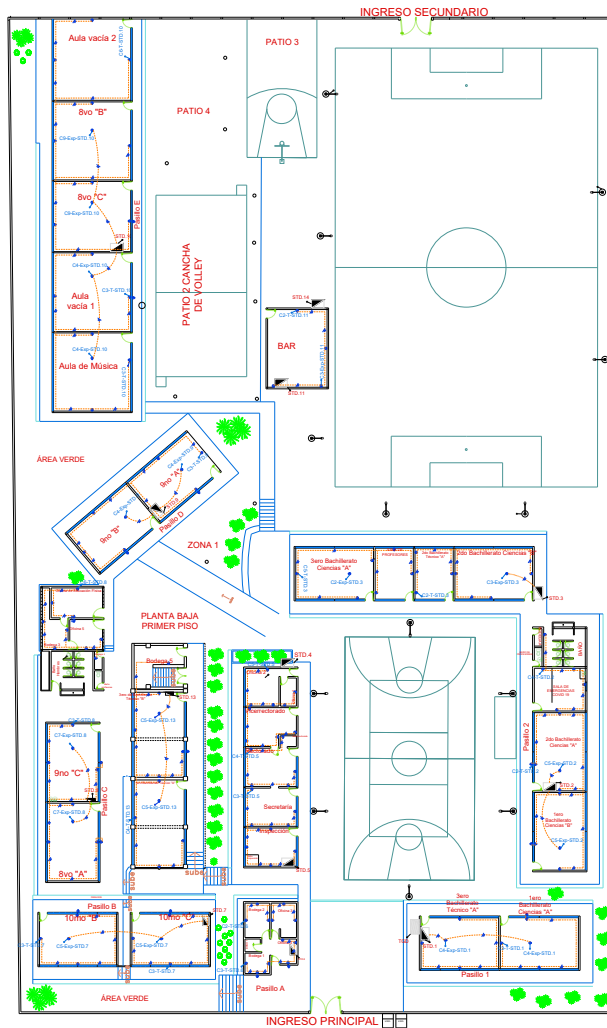
ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1



Anexo H: Planos eléctricos Rediseño



LEYENDA	
TGD	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
STD.1	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C3-T-STD.1	CIRCUITO 3 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C4-Exp-STD.1	CIRCUITO 4 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
STD.2	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C2-T-STD.2	CIRCUITO 2 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C4-T-STD.2	CIRCUITO 4 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C5-Exp-STD.2	CIRCUITO 5 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
STD.3	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C2-T-STD.3	CIRCUITO 2 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C3-Exp-STD.3	CIRCUITO 3 EXPRESO DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
STD.4	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
STD.5	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C3-T-STD.5	CIRCUITO 3 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C4-T-STD.5	CIRCUITO 4 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C5-T-STD.5	CIRCUITO 5 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
STD.6	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
C2-T-STD.6	CIRCUITO 2 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
C3-T-STD.6	CIRCUITO 3 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
STD.7	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C3-T-STD.7	CIRCUITO 3 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C5-Exp-STD.7	CIRCUITO 5 EXPRESO DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
STD.8	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 8
C3-T-STD.8	CIRCUITO 3 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 8
O6-T-STD.8	CIRCUITO 6 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 8
C7-Exp-STD.8	CIRCUITO 7 EXPRESO DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 8
STD.9	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 9
C3-T-STD.9	CIRCUITO 3 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 9
C4-Exp-STD.9	CIRCUITO 4 EXPRESO DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 9
STD.10	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 10
C3-T-STD.10	CIRCUITO 3 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 10
C4-Exp-STD.10	CIRCUITO 4 EXPRESO DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 10
O6-T-STD.10	CIRCUITO 6 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 10
C9-Exp-STD.10	CIRCUITO 9 EXPRESO DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 10
STD.11	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 11
C2-T-STD.11	CIRCUITO 2 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 11
C3-Exp-STD.11	CIRCUITO 3 EXPRESO DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 11
STD.12	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 12
STD.13	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 13
C4-T-STD.13	CIRCUITO 4 DE TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 13
C5-Exp-STD.13	CIRCUITO 5 EXPRESO DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 13
STD.14	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 14
TD-EXP.1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO EXPRESO 1
C1-TD-EXP.1	CIRCUITO 1 DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN EXPRESO 1
C2-TD-EXP.1	CIRCUITO 2 DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN EXPRESO 1
C3-TD-EXP.1	CIRCUITO 3 DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN EXPRESO 1
C4-TD-EXP.1	CIRCUITO 4 DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN EXPRESO 1
C5-TD-EXP.1	CIRCUITO 5 DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN EXPRESO 1

ESPECIFICACIONES INSTALACION ELECTRICA	
DESCRIPCION	
	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN O (CAJA BREAK)
	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	TOMACORRIENTE DOBLE MONOFÁSICO
	CONTADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO TOMACORRIENTE 2 X12 AWG + 1X10 AWG



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
PLANO REDISEÑO PLANTA BAJA

Contiene:
PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:
TUTOR

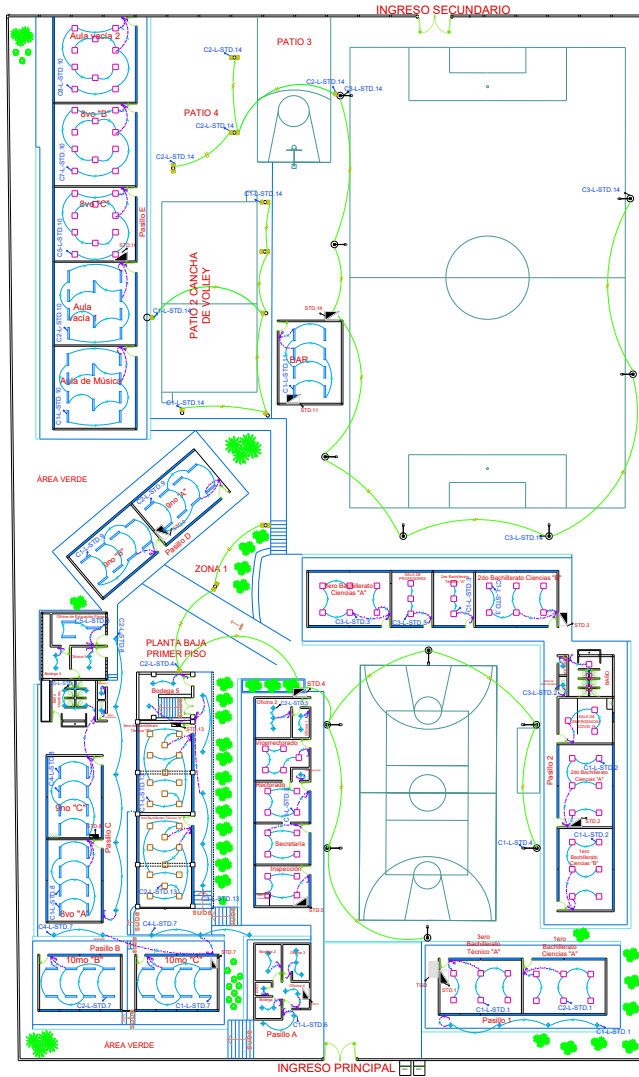
ANDRADE MARÍN / IMBABURA

ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1





LEYENDA	
TGD	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION
STD.1	SUB TABLERO DE DISTRIBUCION 1
C1-L-STD.1	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 1
C2-L-STD.1	CIRCUITO 2, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 1
STD.2	SUB TABLERO DE DISTRIBUCION 2
C1-L-STD.2	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 2
C3-L-STD.2	CIRCUITO 3, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 2
STD.3	SUB TABLERO DE DISTRIBUCION 3
C1-L-STD.3	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 3
C4-L-STD.3	CIRCUITO 4, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 3
STD.4	SUB TABLERO DE DISTRIBUCION 4
C1-L-STD.4	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 4
C2-L-STD.4	CIRCUITO 2, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 4
STD.5	SUB TABLERO DE DISTRIBUCION 5
C1-L-STD.5	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 5
C2-L-STD.5	CIRCUITO 2, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 5
STD.6	SUB TABLERO DE DISTRIBUCION 6
C1-L-STD.6	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 6
STD.7	SUB TABLERO DE DISTRIBUCION 7
C1-L-STD.7	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 7
C2-L-STD.7	CIRCUITO 2, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 7
C4-L-STD.7	CIRCUITO 4, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 7
STD.8	SUB TABLERO DE DISTRIBUCION 8
C1-L-STD.8	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 8
C2-L-STD.8	CIRCUITO 2, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 8
C4-L-STD.8	CIRCUITO 4, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 8
C5-L-STD.8	CIRCUITO 5, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 8
STD.9	SUB TABLERO DE DISTRIBUCION 9
C1-L-STD.9	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 9
C2-L-STD.9	CIRCUITO 2, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 9
STD.10	SUB TABLERO DE DISTRIBUCION 10
C1-L-STD.10	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 10
C2-L-STD.10	CIRCUITO 2, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 10
C5-L-STD.10	CIRCUITO 5, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 10
C7-L-STD.10	CIRCUITO 7, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 10
C8-L-STD.10	CIRCUITO 8, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 10
STD.11	SUB TABLERO DE DISTRIBUCION 11
C1-L-STD.11	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 11
STD.12	SUB TABLERO DE DISTRIBUCION 12
C1-L-STD.12	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 12
C2-L-STD.12	CIRCUITO 2, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 12
C3-L-STD.12	CIRCUITO 3, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 12
STD.13	SUB TABLERO DE DISTRIBUCION 13
C1-L-STD.13	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 13
C2-L-STD.13	CIRCUITO 2, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 13
C3-L-STD.13	CIRCUITO 3, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 13
STD.14	SUB TABLERO DE DISTRIBUCION 14
C1-L-STD.14	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 14
C2-L-STD.14	CIRCUITO 2, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 14
C3-L-STD.14	CIRCUITO 3, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCION 14

ESPECIFICACIONES INSTALACION ELECTRICA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION
	SUB TABLERO DE DISTRIBUCION O (CAJA BREAK)
	CONTADOR DE ENERGIA ELÉCTRICA
	PUNTO DE LUZ
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	LUMINARIA REFLECTOR LED
	PANEL SOBREPONER LED
	LUMINARIA LED TIPO PENDANT
	PANEL LED SYLVANIA
	CIRCUITO LUMINARIAS 2 X14 AWG
	CIRCUITO LUMINARIAS 2 X10 AWG
	CIRCUITO DE INTERRUPTORES 2X14



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
PLANO REDISEÑO PLANTA BAJA

Contiene:
PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

ANDRADE MARÍN / IMBABURA

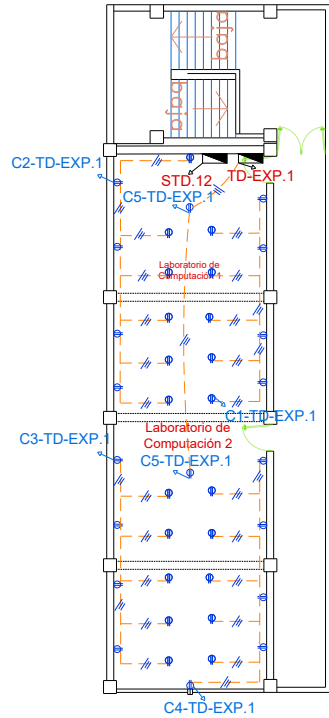
ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

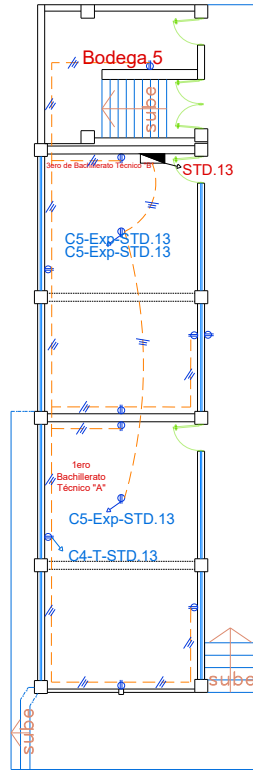
LAMINA:
1



**PLANTA ALTA
SEGUNDO PISO**



**PLANTA BAJA
PRIMER PISO**



LEYENDA

STD.12	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 13
STD.13	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 14
C4-T-STD.13	CIRCUITO 4, TOMACORRIENTES DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 13
C5-Exp-STD.13	CIRCUITO 5, EXPRESO DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 13
TD-Exp.1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN EXPRESO 1
C1-TD-Exp.1	CIRCUITO 1, DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN EXPRESO
C2-TD-Exp.1	CIRCUITO 2, DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN EXPRESO
C3-TD-Exp.1	CIRCUITO 3, DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN EXPRESO
C4-TD-Exp.1	CIRCUITO 4, DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN EXPRESO
C5-TD-Exp.1	CIRCUITO 5, DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN EXPRESO

ESPECIFICACIONES INSTALACION ELECTRICA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN O (CAJA BREAK)
	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	TOMACORRIENTE DOBLE MONOFÁSICO
	CONTADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO TOMACORRIENTE 2 X12 AWG + 1X10 AWG



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:

PLANO REDISEÑO EDIFICIO PLANTA ALTA Y BAJA

Contiene:

PLANO ELÉCTRICO DE CIRCUITOS FUERZA

AUTOR:

JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:

MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

_____ TUTOR

ANDRADE MARÍN / IMBABURA

ESCALA:

1:50

FECHA:

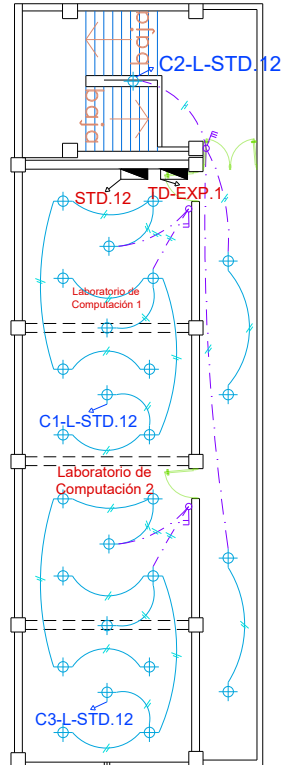
FEBRERO 2023

LAMINA:

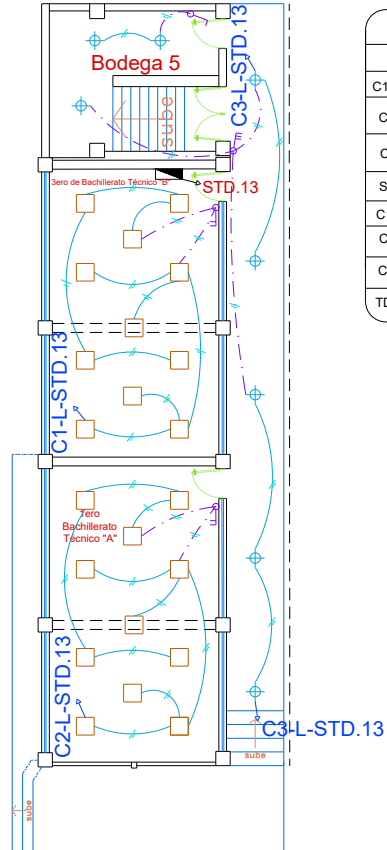
1



**PLANTA ALTA
SEGUNDO PISO**



**PLANTA BAJA
PRIMER PISO**



LEYENDA

STD.12	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 13
C1-L-STD.12	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 13
C2-L-STD.12	CIRCUITO 2, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 13
C3-L-STD.12	CIRCUITO 3, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 13
STD.13	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 14
C1-L-STD.13	CIRCUITO 1, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 14
C2-L-STD.13	CIRCUITO 2, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 14
C3-L-STD.13	CIRCUITO 3, DE LUMINARIAS DEL SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN 14
TD-Exp.1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO EXPRESO 1

ESPECIFICACIONES INSTALACION ELECTRICA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	SUB TABLERO DE DISTRIBUCIÓN O (CAJA BREAK)
	CONTADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	PUNTO DE LUZ
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	PANEL SOBREPONER LED
	CIRCUITO LUMINARIAS 2 X14 AWG
	CIRCUITO DE INTERRUPTORES 2X14 AWG



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
PLANO REDISEÑO EDIFICIO PLANTA ALTA Y BAJA

Contiene:
PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:
TUTOR

ANDRADE MARÍN / IMBABURA

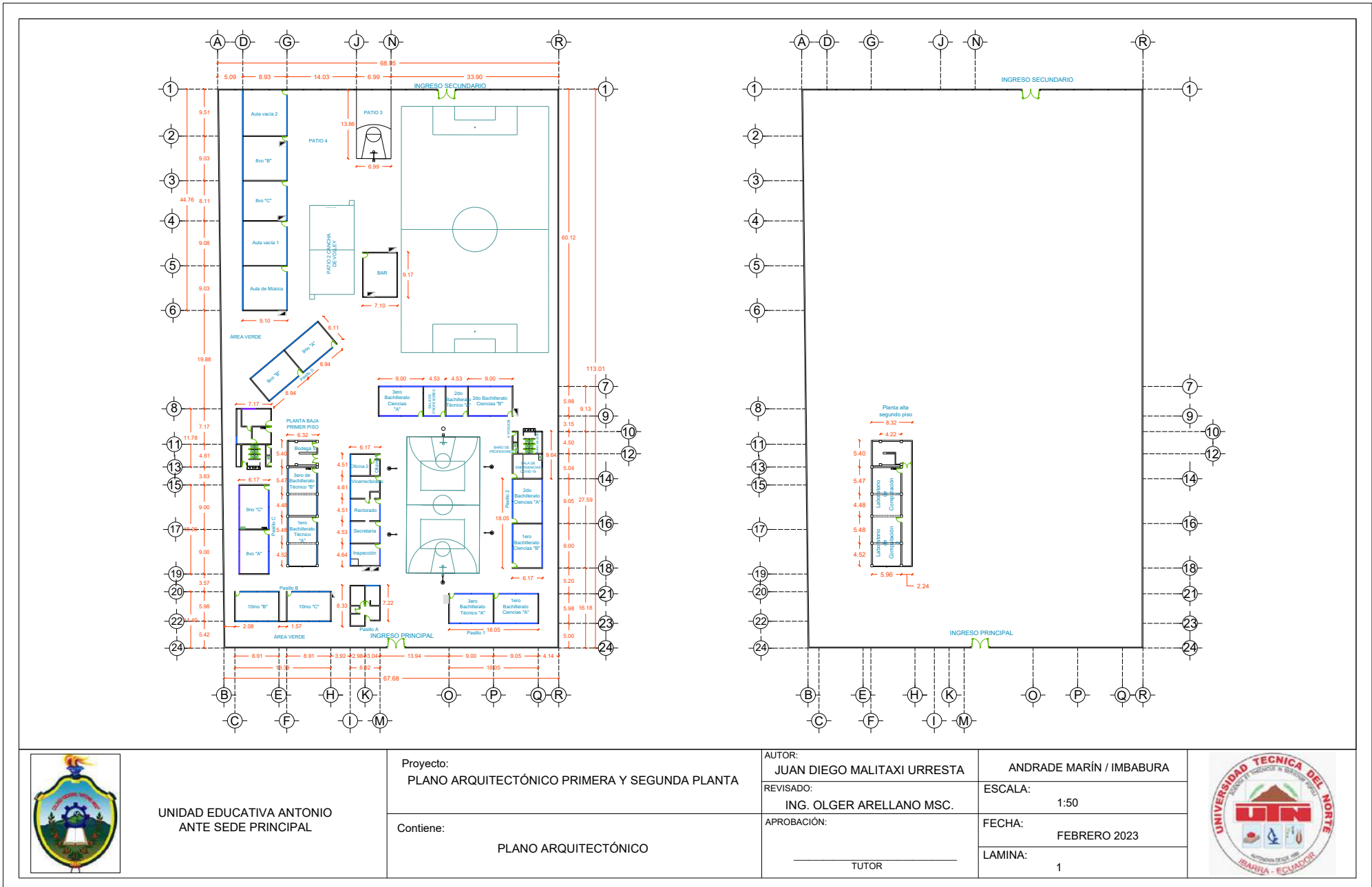
ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1



Anexo I: Plano arquitectónico



UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO
ANTE SEDE PRINCIPAL

Proyecto:
PLANO ARQUITECTÓNICO PRIMERA Y SEGUNDA PLANTA

Contiene:
PLANO ARQUITECTÓNICO

AUTOR:
JUAN DIEGO MALITAXI URRESTA

REVISADO:
ING. OLGER ARELLANO MSC.

APROBACIÓN:

TUTOR

ANDRADE MARÍN / IMBABURA

ESCALA:
1:50

FECHA:
FEBRERO 2023

LAMINA:
1

