

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



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

PROPUESTA DE REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

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

Autor:

Valencia Trujillo Eric Pavel

Director:

MSc. Olger Arellano

Ibarra – Ecuador 2022



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:	100304391-4		
APELLIDOS Y NOMBRES:	VALENCIA TRUJILLO ERIC PAVEL		
DIRECCIÓN:	LA MERCED DE CHORLAVI		
EMAIL:	epvalenciat@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0996512960

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PROPUESTA DE REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN SAN MIGUEL DE URCUQUÍ
AUTOR (ES):	VALENCIA TRUJILLO ERIC PAVEL
FECHA: DD/MM/AAAA	14/10/2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERIA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
ASESOR /DIRECTOR:	ING. ARELLANO BASTIDAS OLGER GILBERTO MSc.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 14 días del mes de octubre de 2022

EL AUTOR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Eric Pavel Valencia Trujillo", written over a dotted line.

ERIC PAVEL VALENCIA TRUJILLO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

Ing. Olger Arellano MSc.

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Que después de haber examinado el presente trabajo de investigación elaborado por el señor estudiante Valencia Trujillo Eric Pavel certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado: "PROPUESTA DE REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN SAN MIGUEL DE URQUQUÍ" para la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico, aprobado la defensa, impresión y empastado.

MSc. Olger Gilberto Arellano Bastidas
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres por su apoyo incondicional en todo momento, por su confianza y por ser mi fuente de inspiración, siempre voy a estar agradecido por los valores que me enseñaron y el cariño que me brindan.

A mi abuelito Alfredo Trujillo, por ser un pilar en mi vida y por todo lo que hizo por mí, gracias por sus enseñanzas, consejos y por el cariño incondicional que siempre me brindo, un fuerte abrazo hasta el cielo.

A mi abuelita Rebeca Carrera, por confiar en mi desde pequeño, me faltó tiempo para agradecerle en vida, espero que se encuentre orgullosa de su nieto, y decirle gracias por cuidarme desde el cielo.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi madre y a mi padre por su cariño, su apoyo y por su sacrificio ya que nunca me faltó nada, son mi ejemplo para seguir y las personas que más admiro en este mundo.

Agradezco a mi familia, abuelitos y abuelitas, a mis tías y a mis tíos, a mis primos y a mis primas que siempre me han apoyado y de todos he aprendido valores.

Agradezco a mi tutor el Ingeniero Olger Arellano, por todas las enseñanzas que me ha brindado no solo en lo académico si no también en los valores.

Agradezco a mis amigos y mi pareja con los que compartí grandes momentos dentro y fuera de las aulas.

Agradezco a todas las personas que me apoyaron y formaron parte de esta gran etapa de mi vida.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	XVII
CONTEXTUALIZACIÓN	XVII
OBJETIVO GENERAL	XX
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	XX
JUSTIFICACIÓN	XX
ALCANCE	XXI

CAPÍTULO 1

1.1	Introducción	1
1.2	Diagnóstico Eléctrico	1
1.3	Diseño eléctrico	1
1.4	Rediseño eléctrico	2
1.5	Normas para instalaciones eléctricas	2
1.5.1	Norma Ecuatoriana	2
1.5.2	Normas Internacionales	3
1.5.2.1	<i>Norma ISO</i>	3
1.5.2.2	<i>Norma NEMA</i>	3
1.5.2.3	<i>Norma IEC</i>	4
1.6	Instalaciones eléctricas	5
1.7	Tipos de instalaciones eléctricas residenciales	5
1.8	Niveles de Voltaje	5
1.9	Distribución de la carga eléctrica	6
1.10	Partes de una instalación eléctrica	7
1.10.1	Acometida	7
1.10.2	Medidor eléctrico	9
1.10.3	Puesta a tierra	9
1.10.3.1	<i>Sistema de puesta a tierra en edificios</i>	9
1.10.3.2	<i>Componentes de la puesta a tierra</i>	10
1.11	Componentes de una instalación eléctrica de interior	11
1.11.1	Tablero general de protección	12
1.11.1.1	<i>Tableros de distribución</i>	12
1.11.1.2	<i>Ubicación de los tableros</i>	12
1.11.2	Protecciones	13

1.11.2.1	<i>Interruptores termomagnéticos</i>	13
1.11.2.2	<i>Interruptor diferencial</i>	15
1.11.3	Interruptor	16
1.11.4	Conmutador	17
1.11.5	Tomacorrientes	17
1.11.6	Conductores	18
1.11.6.1	<i>Normas de los conductores</i>	18
1.11.6.2	<i>Aislamiento de los conductores</i>	19
1.11.7	Sistema de iluminación	20
1.11.8	Lámparas incandescentes	22
1.11.9	Lámparas fluorescentes	22
1.11.10	Lámparas led	23
1.12	Simbología	24
1.13	Eficiencia energética	26

CÁPITULO 2

2.1	Descripción del lugar de estudio	27
2.2	Metodología	28
2.3	Materiales	29
2.3.1	Multímetro	30
2.3.2	Analizador de red Fluke 1748	31
2.3.3	AutoCAD	32
2.3.4	Luxómetro	32
2.4	Levantamiento de la información de las instalaciones eléctricas internas del edificio del GAD municipal de Urcuquí	33
2.4.1	Planos eléctricos	33
2.4.2	Acometida	33
2.4.3	Contador eléctrico	34
2.4.4	Ubicación de los tableros eléctricos	35
2.4.5	Levantamiento de información de los tableros eléctricos	35
2.4.5.1	<i>Tablero de distribución 1</i>	36
2.4.5.2	<i>Tablero de distribución 2</i>	37
2.4.5.3	<i>Tablero de distribución 3</i>	38
2.4.5.4	<i>Tablero de distribución 4</i>	40
2.4.5.5	<i>Tablero de distribución 5</i>	41
2.4.5.6	<i>Tablero de distribución 6</i>	42
2.4.5.7	<i>Tablero de distribución 7</i>	44

2.4.6	Conductores.....	45
2.4.7	Cuadros de carga.....	45
2.5	Análisis de los datos	49
2.5.1	Caída de Voltaje	49
2.5.2	Niveles Iluminación.....	49
2.5.3	Curva de voltaje	51
2.5.4	Curva de corriente	52
2.5.5	Curva de Potencia	53
2.5.6	Factor de Potencia.....	53
2.6	Puesta a tierra.....	55
2.7	Resumen estado actual de las instalaciones del GAD de Urcuquí.....	56

CÁPITULO 3

3.1	Introducción.....	57
3.2	Descripción de materiales.....	57
3.2.1	Software DIALux evo 8.0.....	57
3.2.2	Tratamiento químico Gel Benzoelectric	57
3.3	Ecuaciones utilizadas para el rediseño.....	58
3.4	Rediseño de iluminación.....	60
3.4.1	Cálculos del diseño de iluminación.....	60
3.4.2	Tablas del rediseño de iluminación	64
3.4.3	Total de luminarias en el rediseño	67
3.5	Rediseño de tomacorrientes	68
3.6	Distribución de los circuitos	70
3.6.1	Diseño tablero general	70
3.6.2	Diseño tableros de distribución.....	70
3.6.2.1	<i>Diseño del Tablero de distribución 1</i>	71
3.6.2.2	<i>Diseño del Tablero de distribución 2</i>	71
3.6.2.3	<i>Diseño del Tablero de distribución 3</i>	72
3.6.2.4	<i>Diseño del Tablero de distribución 4</i>	72
3.6.2.5	<i>Diseño del Tablero de distribución 5</i>	73
3.6.2.6	<i>Diseño del Tablero de distribución 6</i>	74
3.6.2.7	<i>Diseño del Tablero de distribución 7</i>	74
3.7	Planos Unifilares.....	74
3.8	Sistema de puesta a tierra.....	74
3.9	Diseño de la malla de puesta a tierra	75
3.10	Viabilidad económica.....	78

CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	84
BILIOGRAFÍA	85
ANEXOS	90
ANEXO A: Tabla de Conductores	90
ANEXO B: Tablas para el cálculo de iluminación	91
ANEXO C: Tabla de suelos y su resistividad	93
ANEXO D: Informe Técnico de sistemas	94
ANEXO E: Factor de Potencia	95
ANEXO F: DIAGNOSTICO PLANOS UNIFILARES	96
ANEXO G: DIAGNÓSTICO PLANOS ELÉCTRICOS	103
ANEXO H: REDISEÑO PLANOS UNIFILARES	109
ANEXO I: REDISEÑO PLANOS ELÉCTRICOS	117
ANEXO J: DATOS DEL ANALIZADOR DE RED	123
ANEXO K: PLANOS ARQUITECTÓNICOS	127
ANEXO L: PLANOS MALLA PUESTA A TIERRA	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución de la carga eléctrica.....	6
Figura 2: Distribución de la carga eléctrica.....	7
Figura 3: Conexión de la acometida.....	8
Figura 4: Interruptor termomagnético.....	15
Figura 5: Interruptor Diferencial.....	16
Figura 6: Interruptor simple y diagrama de conexión.....	17
Figura 7: Tomacorriente.....	18
Figura 8: Partes de una lámpara incandescente.....	22
Figura 9: Partes de una lámpara fluorescente.....	23
Figura 10: Lámpara LED.....	24
Figura 11: Edificio del GAD de San Miguel de Urucuquí.....	27
Figura 12: Diagrama de flujo de la metodología aplicada.....	29
Figura 13: Multímetro HYTAIS TS-200.....	30
Figura 14: Analizador de red Fluke 1748.....	31
Figura 15: Analizador de red Fluke 1748.....	32
Figura 16: Acometida aérea del GAD municipal de Urucuquí.....	34
Figura 17: Contador eléctrico.....	34
Figura 18: Tablero de distribución 1.....	36
Figura 19: Tablero de distribución 2.....	37
Figura 20: Tablero de distribución 3.....	39
Figura 21: Tablero de distribución 4.....	40
Figura 22: Tablero de distribución 5.....	41
Figura 23: Tablero de distribución 6.....	43
Figura 24: Tablero de distribución 7.....	44
Figura 25: Estado de los conductores.....	45
Figura 26: Toma de datos Luxómetro.....	50
Figura 27: Espectro de voltajes.....	51
Figura 28: Espectro de corrientes.....	52
Figura 29: Espectro de potencia.....	53
Figura 30: Espectro del factor de potencia.....	54
Figura 31: Conductor puesta a tierra primer piso.....	55
Figura 32: Conductor puesta a tierra segundo piso.....	55
Figura 33: Simulación de oficina del GAD de Urucuquí en DIALux.....	58
Figura 34: Resultados simulación de oficina del GAD de Urucuquí en DIALux.....	61
Figura 35: Luminaria Sylvania -2058168 OFFLYTE LINEAR 12x3 HO 4K S330G DALI	61

Figura 36: Diseño de la malla de puesta a tierra	63
Figura 37: Diseño de la malla de puesta a tierra_	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Características de la norma NEC	2
Tabla 1.2 Características de la norma ISO.....	3
Tabla 1.3 Características de la norma NEMA	4
Tabla 1.4 Características de la norma IEC.....	4
Tabla 1.5 Niveles de voltaje vigentes en el Ecuador según la regulación del ARCONEL	6
Tabla 1.6 Valor máximo de tensión de contacto aplicada a un ser humano	10
Tabla 1.7 Tamaño de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos.....	11
Tabla 1.8 Características interruptor Termomagnético	14
Tabla 1.9 Código de colores	19
Tabla 1.10 Características de los aislamientos de los conductores.....	20
Tabla 1.11 Nivel Mínimo de iluminación recomendado.....	21
Tabla 1.12 Simbología de instalaciones eléctricas	24
Tabla 2.1 Datos referenciales de la edificación GAD de Urcuquí	27
Tabla 2.2 TS-200 especificaciones técnicas	30
Tabla 2.3 Especificaciones del analizado de red Fluke 1748	31
Tabla 2.4 Especificaciones del Luxómetro TenmarS TM-204.....	33
Tabla 2.5 Circuitos controlados por el Tablero de distribución 1	37
Tabla 2.6 Circuitos controlados por el Tablero de distribución 2	38
Tabla 2.7 Circuitos controlados por el Tablero de distribución 3	39
Tabla 2.8 Circuitos controlados por el Tablero de distribución 4	41
Tabla 2.9 Circuitos controlados por el Tablero de distribución 5	42
Tabla 2.10 Circuitos controlados por el Tablero de distribución 6	43
Tabla 2.11 Circuitos controlados por el Tablero de distribución 7	44
Tabla 2.12 Cuadro de carga del Tablero de distribución 1	46
Tabla 2.13 Cuadro de carga del Tablero de distribución 2	46
Tabla 2.14 Cuadro de carga del Tablero de distribución 3	47
Tabla 2.15 Cuadro de carga del Tablero de distribución 4	47
Tabla 2.16 Cuadro de carga del Tablero de distribución 5	48
Tabla 2.17 Cuadro de carga del Tablero de distribución 6	48
Tabla 2.18 Cuadro de carga del Tablero de distribución 7	48
Tabla 2.19 Límites para el índice de nivel de voltaje	49
Tabla 2.20 Nivel de iluminación del GAD de Urcuquí.....	50
Tabla 2.21 Valores picos de voltaje.....	51
Tabla 2.22 Valores picos de las corrientes.....	52

Tabla 2.23 Valores picos de las potencias	53
Tabla 2.24 Valores picos del factor de potencia	54
Tabla 2.25 Diagnóstico del GAD de Urcuquí.....	56
Tabla 3.1 Características Sylvania -2058168 OFFLYTE LINEAR 12x3 HO 4K S330G DALI63	
Tabla 3.2 Diseño de iluminación primer piso	65
Tabla 3.3 Diseño de iluminación segundo piso	66
Tabla 3.4 Diseño de iluminación Tercer Piso	67
Tabla 3.5 Total luminarias diseño.....	67
Tabla 3.6 Diseño de Tomacorrientes Primer piso.....	68
Tabla 3.7 Diseño de Tomacorrientes Segundo piso.....	69
Tabla 3.8 Diseño de Tomacorrientes Tercer piso.....	69
Tabla 3.9 Tablero General de Control	70
Tabla 3.10 Diseño Tablero de distribución 1	71
Tabla 3.11 Diseño Tablero de distribución 2	71
Tabla 3.12 Diseño Tablero de distribución 3	72
Tabla 3.13 Diseño Tablero de distribución 4	73
Tabla 3.14 Diseño Tablero de distribución 5	73
Tabla 3.15 Diseño Tablero de distribución 6	74
Tabla 3.16 Diseño Tablero de distribución 7	74
Tabla 3.17 Tamaño de los conductores de tierra para canalización y equipos.....	76
Tabla 3.18 Costo del Rediseño para el edificio del GAD de Urcuquí.....	79
Tabla 3.19 Energía consumida al mes diagnóstico	80
Tabla 3.20 Energía consumida al mes rediseño.....	81
Tabla 3.21 Valor de ahorro	81

RESUMEN

La tecnología se renueva constantemente y cada vez se incorporan nuevos dispositivos eléctricos y electrónicos que facilitan el trabajo de las personas, por lo tanto, las instalaciones eléctricas deben ser actualizadas a nuevas tecnologías y tener en un periodo no tan corto un mantenimiento de las mismas con el propósito de mantener la seguridad y la fiabilidad de las instalaciones eléctricas. El edificio del Gobierno Autónomo descentralizado del cantón San Miguel de Urcuquí fue construido en 1988, desde ese entonces a las instalaciones eléctricas no se les han hecho un mantenimiento. El presente trabajo de grado propone el rediseño de las instalaciones eléctricas internas del edificio para obtener seguridad cumpliendo con los estándares técnicos propuestos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2018. Se realizó el diagnóstico de las instalaciones partiendo de la información obtenida de las visitas técnicas, pruebas en los tableros de distribución y el uso de herramientas eléctricas, además se elaboraron los planos eléctricos y planos unifilares de los tableros de distribución en los que se identificaron las áreas en las que se proponen cambios y modificaciones para la obtención de ahorro de energía y seguridad para el personal que trabaja dentro de la edificación. Los cambios y modificaciones que se sugieren en el rediseño fueron elaborados para cumplir con lo que indica la Norma Ecuatoriana de la Construcción, se realizó el cambio de iluminación, los puntos de accesos a la electricidad, tableros de distribución y el diseño de la malla de puesta a tierra. Entre los beneficios que conllevan los cambios sugeridos está el ahorro de la energía, la eficiencia laboral y la seguridad de los trabajadores.

Palabras clave: Instalaciones eléctricas de edificaciones, eficiencia eléctrica, planos eléctricos, puesta a tierra, normas de electrificación.

ABSTRACT

Technology is constantly being updated and new electrical and electronic devices are being incorporated every time that facilitate people's work, therefore, electrical installations must be updated to new technologies and have, in a not so short period, a maintenance of the same with the purpose of maintaining the safety and reliability of electrical installations. The building of the decentralized Autonomous Government of the San Miguel de Urququi canton was built in 1988, since then the electrical installations have not been maintained. This degree work proposes the redesign of the internal electrical installations of the building to obtain security in compliance with the technical standards proposed by the Ecuadorian Construction Standard 2018. The diagnosis of the installations was carried out based on the information obtained from the technical visits, tests on the distribution boards and the use of electrical tools, in addition, the electrical plans and single line drawings of the distribution boards were prepared in which the areas in which changes and modifications are proposed to obtain energy savings and safety for personnel working inside the building. The changes and modifications that are suggested in the redesign were elaborated to comply with what is indicated by the Ecuadorian Construction Standard, the change of lighting, access points to electricity, distribution boards and the design of the mesh of grounded. Benefits of suggested changes include energy savings, work efficiency, and worker safety.

Key words: Electrical installations of buildings, electrical efficiency, electrical plans, grounding, electrification standards

INTRODUCCIÓN

CONTEXTUALIZACIÓN

La tecnología todos los días se va innovando y cada vez llega a más persona a través de los diferentes tipos de dispositivos o aparatos eléctricos, debido a estos acontecimientos la generación, producción y distribución de energía es un tema de carácter importante para los países en desarrollo.

En lo que respecta a la energía eléctrica se ha convertido en parte de la vida diaria. Y está profundamente relacionada con los requerimientos actuales del hombre (Arízaga, 2015).

La electricidad es una de las principales formas de energía que se consumen en el mundo y constituye parte integral de la vida de los seres humanos, de hecho, el 14% del consumo energético de los ecuatorianos es electricidad. (Constante, 2016).

Según el autor el uso de la electricidad va a seguir creciendo con el pasar de los años, debido a esto las instalaciones eléctricas deben ser reguladas y diseñadas en base a las normas del NEC (Código Eléctrico Nacional) con el propósito de dar fiabilidad al usuario de las mismas, “El proyecto de instalaciones eléctricas debe realizarse bajo ciertas normas y requisitos mínimos basados principalmente en el Código Eléctrico Nacional, se debe cumplir con seguridad, confiabilidad, flexibilidad, facilidad de operación, mantenimiento, entre otros factores importantes”. (Soler, 2006).

Según lo estipulado por el NEC la instalación eléctrica debe garantizar la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que puedan surgir por el uso de la electricidad, así como el cumplimiento de estándares de calidad y continuidad del servicio. (vivienda, 2018), para la realización de una buena instalación eléctrica que de confiabilidad se debe seguir las normas en caso de no encontrar información específica en el NEC se debe consultar en el código eléctrico nacional vigente.

El nivel de voltaje en una instalación eléctrica es un parámetro muy importante ya que este determina el nivel de protecciones que se deben instalar, según la regulación del ARCONEL – 018/18; indica que para el país de Ecuador el rango para bajo voltajes es Voltaje menor o igual a 600 voltios [v]; (127/220, 120/240) (ARCONEL, 2020)

Existen muchos parámetros a tomar en cuenta cuando se realiza el diseño de una instalación eléctrica como lo son las normas que se van actualizando con el pasar de los años, las nuevas tecnologías que se van incorporando e innovando entre otras,” Para diseñar una instalación

eléctrica interior se toma en cuenta especificaciones dadas por textos y documentos que se aplican en algunos países o en otros casos, se considera las experiencias de algunos profesionales en el área” (Palacios, 2014)

Una instalación eléctrica de bajo voltaje se aplica comúnmente en domicilios, negocios, oficinas e incluso en algunos edificios, “Se denominan líneas interiores o, también líneas de consumo, a las instaladas en el interior de los edificios o estructuras. Comprenden desde el punto de conexión con la empresa suministradora de energía eléctrica, hasta los aparatos receptores (lámparas, timbres, cocinas, entre otros)”. (Alvarado, 2014)

La instalación eléctrica del GAD municipal de San Miguel de Urcuquí conto como parámetro de diseño para su construcción un estimado de carga instalada, con el transcurrir de los años la carga va a aumentar con la implementación de nuevos dispositivos eléctricos que no se tenían previstos , “En una red o circuito eléctrico los artefactos, equipos etc., se los conoce como cargas, ya que por medio de ellos la energía eléctrica se consume dependiendo de la intensidad de corriente que circule en los mismos.” (AGUIRRE, 2018)

El edificio del gobierno autónomo descentralizado de San Miguel de Urcuquí es una edificación de tres pisos que en 1988 entró en funcionamiento y no se tienen registros de los planos eléctricos de la edificación.

El edificio que actualmente se encuentra en operación tienes un aproximado de 91 empleados que laboran en el edificio en cada una de las áreas respectivas, que a través de los años las oficinas presentan ligeros cambios por diversos motivos.

La eficiencia energética como lo manifiesta en el archivo de trabajo (Dirección de Análisis y Estrategia de Energía , 2016) se trata de mejorar el uso que se le da a la energía eléctrica, en América Latina la implementación de políticas que regulen el uso de la eficiencia energética es lenta pero necesaria ya que la renovación de la tecnología y demás cambios generan resultados en los costos y beneficios en los sectores públicos.

Es un factor relevante ya que la eficiencia energética es la que hace posible la relación entre la energía consumida y el trabajo o producto a obtener sin disminuir la calidad del servicio para la cual ha sido diseñado. (Gilberto, 2015)

PROBLEMÁTICA

El edificio del GAD del cantón San Miguel de Urucuquí es una construcción antigua, la edificación fue diseñada para servir a la población, con el pasar de los años la población creció de acuerdo con el documento del plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2011-2031 del cantón San Miguel de Urucuquí la población se incrementó en un 8.97% de igual forma las funciones y los empleados que tenía el GAD aumentaron.

Teniendo en cuenta que la edificación es antigua y el crecimiento del aforo incrementó la carga instalada también lo hizo, las instalaciones eléctricas en la edificación tuvieron que soportar el incremento de dispositivos eléctricos y electrónicos que se han ido sumando a lo largo del tiempo.

La implementación de nuevos departamentos que cumplen con una función específica dentro del GAD provocó una modificación de las instalaciones eléctricas que no se tenía planeado en un principio, además no se tienen los planos eléctricos de la edificación y no se tienen conocimiento de cómo están distribuidas las cargas.

Dentro del GAD no existe un departamento que de mantenimiento eléctrico al edificio por lo que el estado de los puntos de conexión e iluminación no han sido revisado en años.

La antigüedad del edificio da una idea de cómo son las instalaciones eléctricas y con qué tecnología fue diseñado, lo más factible es realizar un diagnóstico de las instalaciones como parte de una prevención de riesgos o accidentes que se pueden presentar en el edificio.

El rediseño de las instalaciones eléctricas puede ser visto como una inversión ya que la información que se obtendría va a ser de gran relevancia para las autoridades del municipio ya que tomaría un papel importante en la toma de decisiones en futuros proyectos y a su vez como guía para reforzar la seguridad de los trabajadores en las diferentes áreas dentro del municipio ya que daría confiabilidad en los usuarios de la instalación.

OBJETIVO GENERAL

Realizar una propuesta de rediseño de las instalaciones eléctricas en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón San Miguel de Urucuquí mediante el diagnóstico del sistema eléctrico, para que cumpla con las normativas del sector eléctrico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los componentes y la normativa que se debe aplicar para el funcionamiento de las instalaciones eléctricas en bajo voltaje.
- Diagnosticar el estado de las instalaciones eléctricas del interior del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón San Miguel de Urucuquí.
- Rediseñar las instalaciones eléctricas del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón San Miguel de Urucuquí.

JUSTIFICACIÓN

El edificio del GAD municipal de San Miguel de Urucuquí fue creado en el año de 1988 actualmente cuenta con 91 empleados distribuidos en las diferentes áreas los mismos serán los beneficiarios del rediseño de las instalaciones ya que el estudio será para mejorar la calidad de los diferentes sitios de trabajo a través de la eficiencia eléctrica en el edificio.

Todos los cambios sugeridos y recomendaciones brindaran confianza y seguridad en todas las instalaciones eléctricas de la edificación cumpliendo con las Normas Ecuatorianas de la construcción (NEC) para mantener un ambiente de trabajo óptimo para los usuarios del mismo.

De acuerdo con la normativa ISO 9001:2015 en el apartado 7.1.3 Infraestructura: indica, “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.” (9001, 2015)

El rediseño de las instalaciones eléctricas en una edificación es importante ya que se puede mejorar tanto técnica y estéticamente las instalaciones, y evitar posibles fallas como es la fuga de la corriente eléctrica por conductores a tierra, puntos calientes o empalmes defectuosos.

Con la aplicación de la gestión de la energía en el edificio se trata de proporcionar condiciones de trabajo más seguros y confortables con la misma o menor cantidad de energía, esto genera beneficios como la reducción del consumo de energía, mejora la seguridad energética, reduce la contaminación y la dependencia energética.

ALCANCE

Se realizará el levantamiento del estado actual de las instalaciones eléctricas del edificio del GAD municipal de San Miguel Urcuquí, partiendo desde la acometida de la red pública, el tablero general de protecciones, los diferentes circuitos de iluminación y fuerza. Además, se identificarán los elementos eléctricos como son luminarias, comprobación de la sección y vida útil de los conductores, distribución de carga en donde se estima la renovación de la tecnología instalada para obtener ahorro en la planilla eléctrica mensual.

Al realizar la inspección de las instalaciones eléctricas del edificio se analizará la distribución de los circuitos existentes para poder identificar si existe un adecuado balance de carga o problemas como el deterioro de los conductores, malas instalaciones y puntos calientes.

Las modificaciones propuestas estarán referenciadas en las normas vigentes en el país como:

- NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción)
- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización)
- IEEE (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica) fuente referencial.

De acuerdo con la identificación de los circuitos eléctricos del edificio se realizará el plano eléctrico de cada una de las áreas de la institución, esto será realizado con la ayuda del software AutoCAD.

Con la toda la información obtenida y en base al plano actual del edificio se presentará un nuevo plano donde conste el rediseño de las instalaciones eléctricas, los cambios que se propondrán servirán para mantener las instalaciones del GAD municipal de San Miguel de Urcuquí dentro de la operación normal y segura.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción

Las instalaciones eléctricas en la edificación dependiendo del tipo pueden ser residenciales, comerciales e industriales, el voltaje suministrado en el Ecuador presente en las edificaciones son de un voltaje monofásico 120V/240V y un voltaje trifásico de 127V/220V, toda instalación eléctrica debe ser segura y eficiente diseñada y construida en base a las normas vigentes en el país y en base a normas internacionales con la finalidad de prevenir los riesgos eléctricos.

Toda instalación eléctrica debe mantener los niveles de eficiencia y seguridad alta, el mantenimiento en edificaciones es de carácter importante, de acuerdo con la norma ISO, “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.” (9001, 2015)

El estado de los elementos eléctricos debe mantenerse en buenas condiciones para optimizar la energía eléctrica que se consume en los diferentes equipos eléctricos, la energía eléctrica que se consume en una edificación debe ser usada de forma eficiente evitando el mal uso que genera pérdidas económicas

1.2 Diagnóstico Eléctrico

El diagnóstico de una instalación eléctrica es la información que se obtiene luego de realizar una inspección los elementos que lo conforman la instalación ya sea de forma visual o bajo pruebas, de acuerdo con (MARTÍNEZ & ANDRADE, 2015) se dice que una inspección es una evaluación de conformidad de la instalación eléctrica a través de mediciones, pruebas o comparaciones con requisitos específicos dados por las normas que rigen en el país.

1.3 Diseño eléctrico

Todas las áreas de un domicilio o industria fueron creadas en base a un diseño una idea de cómo va a ser la disposición y la organización de los elementos que conforman la instalación eléctrica como la iluminación, el tomacorriente, el interruptor entre otros, el diseño como lo especifica (Palacios, 2014) toma en cuenta especificaciones dadas por libros y documentos que se aplican en algunos países, o en otros casos se considera la experiencia de los profesionales en el área.

1.4 Rediseño eléctrico

El rediseño es volver a diseñar o modificar algo en base a un diseño previo, en este proyecto el rediseño está dirigido a la innovación de la tecnología de los elementos que componen el sistema eléctrico interno, que previamente fue estudiado bajo criterios técnicos, normas y regulaciones con el propósito de obtener unas instalaciones eléctricas seguras que ayuden en la obtención de ahorros en el consumo de la energía eléctrica.

1.5 Normas para instalaciones eléctricas

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

Las normas se ajustan a las condiciones de los países, pero tienen referencias de las normas IEEE, la ISO 9001, la INEN entre otras.

1.5.1 Norma Ecuatoriana

La norma que se aplica en la construcción de instalaciones eléctricas del Ecuador es el NEC (Norma Ecuatoriana de la construcción) la versión del año 2018, esta norma establece las especificaciones técnicas y requisitos mínimos que deben cumplirse en el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas interiores en la Tabla 1.1 se encuentran características de la normativa NEC, con el uso de la norma el objetivo es prevenir, minimizar o eliminar los riesgos de origen eléctrico, al ofrecer condiciones de seguridad para las personas y sus propiedades. (NEC, 2018)

Tabla 1.1 Características de la norma NEC

Norma Ecuatoriana de la Construcción	
Indica principios generales para:	<ul style="list-style-type: none">• Estudio de demanda y factor de demanda• Clasificación de vivienda según el área de construcción
Indica especificaciones técnicas para el diseño de:	<ul style="list-style-type: none">• Circuitos de iluminación• Circuitos de tomacorrientes• Cargas especiales• Puesta a tierra
Indica aspectos para la instalación de:	<ul style="list-style-type: none">• Interruptores y tomacorrientes• Tuberías y cajetines

Fuente: (NEC, 2018)

El NEC fue realizado en base a normas internacionales que se adaptó para las necesidades del país, esta normativa se lo utiliza como una referencia para la elaboración de instalaciones eléctricas interiores residenciales no inmóviles en bajo voltaje, en edificaciones nuevas, ampliaciones o modificaciones de instalaciones eléctricas existentes. (NEC, 2018)

1.5.2 Normas Internacionales

Las normas nacionales están referenciadas en muchas normas internacionales, países más desarrollados con nuevas tecnologías fueron comprobando y desarrollando estándares de aplicaciones, seguridad, calidad de la energía eléctrica, esta información fue repartida con muchos países para mejorar el desarrollo de estos.

Las normas que fueron una fuente imprescindible en la creación de las normas nacionales fueron: la norma Organización Internacional de Normalización (ISO), National Electrical Manufacturers Association (NEMA), International Electrotechnical Commission (IEC), Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

1.5.2.1 Norma ISO

La norma ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). Además, se encarga de establecer un marco de trabajo para obtener los objetivos energéticos de una organización, en la Tabla 1.2 se encuentran las características de la norma internacional. (ISO, 2015).

Tabla 1.2 Características de la norma ISO

Normas ISO
<ul style="list-style-type: none">• Las normas internacionales se realizan a través de los comités técnicos de ISO• Aplican en gestión de calidad• Determinan los requisitos para mantener un servicio o producto en óptima calidad• Promociona el uso de estándares comerciales e industriales.• Indica cuales son las Unidades de medida que debe usar el NEC

Fuente: (ISO, 2015)

ISO 9001:2015 en el apartado 7.1.3 Infraestructura: indica, “La organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para la operación de sus procesos y lograr la conformidad de los productos y servicios.” (ISO, 2015)

1.5.2.2 Norma NEMA

La norma NEMA (National Electrical Manufacturers Association) son estándares de seguridad que se debe esperar de productos eléctricos, esta organización proporciona certificaciones de seguridad de los productos si estos no tienen la certificación son propensos a que existan fallos de seguridad o de mantenimiento.

La Tabla 1.3 indica las características de la normativa NEMA y las principales diferencias que se tiene con las diferentes normas internacionales.

Tabla 1.3 Características de la norma NEMA

Norma NEMA	
Datos	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene su propia escala de seguridad • Se usa más en los Estados Unidos • Usa una simbología diferente a la del IEC • Las unidades de medida varían en comparación a las de IEC • Diferente nomenclatura

Fuente: (NEMA, 2018)

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

1.5.2.3 Norma IEC

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

En la Tabla 1.4 se encuentran las características de la norma IEC

Tabla 1.4 Características de la norma IEC

Norma IEC	
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Simbología eléctrica • Estándares para la elaboración de dispositivos eléctricos • Estándares para la elaboración de dispositivos eléctricos de protección
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Escala de seguridad IP • Usando de forma internacional

Fuente: (IEC, 2017)

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

1.6 Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas son una parte importante en la elaboración y construcción de casas, edificios, industrias entre otras, la energía eléctrica es un recurso importante por lo cual para las instalaciones deben planearse, proyectarse y ejecutarse por personal calificado (Rodríguez, 2015)

Las instalaciones eléctricas tienen que dar seguridad y confianza para esto el diseño esta realizado bajo normas que se apliquen en el país, los componentes deben ser seleccionados de acuerdo con el nivel de voltaje que se suministra.

En el país de Ecuador el nivel de voltaje que se presenta dentro de las edificaciones se considera según la regulación del ARCONEL – 018/18; indica rango para bajo voltaje, si el Voltaje es menor o igual a 600 voltios; (127/220, 120/240) (ARCONEL, 2020).

1.7 Tipos de instalaciones eléctricas residenciales

Existen varios criterios para determinar los tipos de instalaciones eléctricas, estas pueden ser por el uso, nivel de voltaje, aplicación, etc. Por la forma de instalación de la canalización se encuentran dos tipos las visibles y las ocultas que dependiendo de factores externos se optara por la selección de una de estas.

A continuación, una descripción de los tipos:

Ocultas: La instalación es fija e inmóvil, el cableado es distribuido por ductos eléctricos de PVC que protegen a los conductores que son empotrados en paredes, techos e incluso en suelos.

Visibles: La instalación es manipulable, el cableado es distribuido por canaletas, mangueras o ductos que se encuentran a simple vista, se los puede empotrar sobre las paredes y techos, para el caso de suelos existen materiales más resistentes.

1.8 Niveles de Voltaje

Los niveles de voltaje van variando de acuerdo con el país y los rangos que las normas determinen idóneas, En el país de Ecuador según el ARCONEL (Agencia de Regulación y Control de Electricidad) en la regulación 018-18; indica los niveles de voltaje vigentes en el país, los cuales se muestran en la Tabla 1.5.

Tabla 1.5 Niveles de voltaje vigentes en el Ecuador según la regulación del ARCONEL.

Bajo voltaje	Voltaje menor o igual a 600 V
Medio voltaje	Voltaje mayor a 600 V y menor o igual a 40 kV
Alto voltaje grupo 1	Voltaje mayor a 40 kV y menor o igual a 138 kV
Alto voltaje grupo 2	Voltaje mayor a 138 kV.

Fuente: (ARCONEL, 2020)

La energía eléctrica en el Ecuador es distribuida a una frecuencia de 60 Hz, el voltaje que suministran los transformadores monofásicos (120 V/240 V) y los transformadores trifásicos (127 V/220 V).

1.9 Distribución de la carga eléctrica

La termino carga en electricidad se le da a cualquier equipo o componente que consuma la electricidad suministrada, según la norma (NEC, 2018) se define a la carga como la potencia instalada o demandada en un circuito eléctrico.

La distribución de la carga debe ser planeada en el diseño en el que se debe presentar varios circuitos que sean independientes con el propósito de controlar los circuitos de una instalación eléctrica como se aprecia en la (Figura 1), esta distribución permite interrumpir un circuito específico para dar mantenimiento o una verificación de fallas en el sistema.

En las instalaciones eléctricas de bajo voltaje deben existir al menos tres circuitos independientes que son un circuito para iluminación o alumbrado, circuito para tomacorrientes de uso general y un circuito para tomacorrientes de uso específico. (Veliz & Ramirez, 2014)

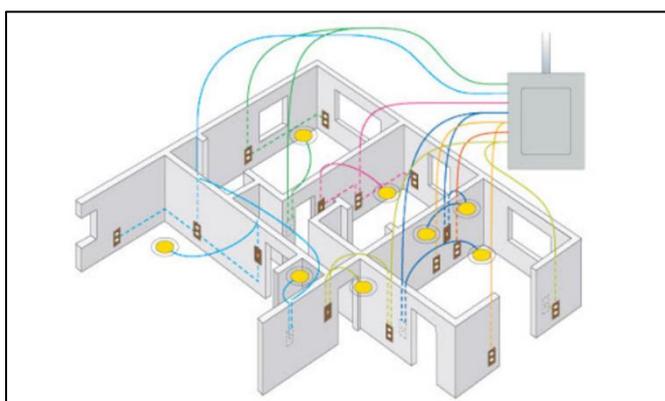


Figura. 1: Distribución de la carga eléctrica

Fuente: (Faradayos, 2015)

En edificaciones el diseño puede presentar más circuitos independientes, esto puede realizarse a partir de los metros de construcción o para obtener mayor control y orden en la instalación.

1.10 Partes de una instalación eléctrica

Las instalaciones eléctricas son un sistema de circuitos eléctricos que transportan la energía eléctrica en residencias, edificios, centros comerciales, industrias etc. Todas las instalaciones eléctricas poseen partes que son necesarias para el uso correcto de la energía eléctrica como se aprecia en la Figura 2.

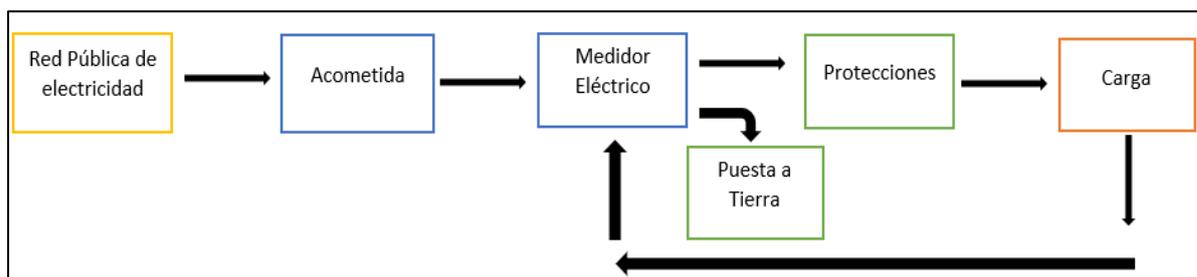


Figura. 2: Distribución de la carga eléctrica

Fuente: Autor

Entre las partes más importantes se encuentra la acometida, el medidor eléctrico, puesta a tierra y caja general de protecciones.

1.10.1 Acometida

La acometida como lo manifiesta (Educación, 2018) es la conexión entre la red de servicio público y el panel de alimentación que abastece al Usuario. También puede entenderse como acometida a la línea que puedes ser tanto aérea o subterránea, que por un lado se une con la red eléctrica de alimentación y por el otro es conectado al medidor eléctrico como se indica en la (Figura 3).

La sección del conductor debe tener la suficiente capacidad de conducción de la corriente para transportar sin problemas la de la carga que es alimentada, debe tener además una resistencia mecánica adecuada, de acuerdo con la norma (NEC, 2013) los conductores deben tener un tamaño nominal no menor a 8 AWG si son de cobre y 6 AWG si son de aluminio o lo que establezca la empresa eléctrica suministradora local.

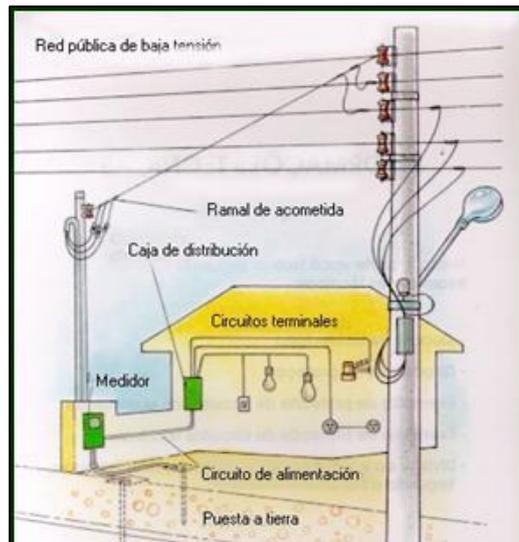


Figura.3: Conexión de la acometida
Fuente: (Educación, 2018)

Dentro de las normas del NEC indica que cualquier edificio o predio al que se le suministre energía eléctrica debe tener sólo una acometida.

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

Excepción 2: Edificios de gran superficie.

Excepción 3: Para distintos usos, por ejemplo, distintas tarifas.

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

Además, Se debe considerar que los conductores están fuera de un inmueble u otra estructura en cualquiera de las siguientes circunstancias:

- Si están instalados a más de 50 mm de concreto por debajo del inmueble u otra estructura
- Si están instalados en un edificio u otra estructura en una canalización empotrada a más de 50 mm de concreto o tabique.
- Si están instalados en una cámara de transformación.

Todas las indicaciones se encuentran en la Norma Ecuatoriana de construcción (NEC, 2013)

1.10.2 Medidor eléctrico

El sistema de medición de energía se lo utiliza para registrar y determinar el consumo de energía eléctrica de un circuito eléctrico como lo son las residencias, comercios o industrias, de esta forma se puede calcular el costo de la energía consumida de acuerdo con los reglamentos y políticas que la empresa distribuidora declare. (Diego & fernando, 2016)

Los medidores eléctricos son de dos tipos contadores electromecánicos y electrónicos, los dos equipos permiten registrar el consumo de energía durante un periodo de tiempo. La energía consumida es medida en Kilovatios-hora (kWh), con toda esta información la empresa distribuidora realiza la facturación de acuerdo con la energía consumida de forma mensual.

1.10.3 Puesta a tierra

La puesta a tierra es un circuito que sirve de protección ya que evita que las personas sufran una electrocución por averías internas o por motivos mayores, también protege a los equipos eléctricos de sobrecargas que se pueden dar de forma inoportuna fortuita por la red distribuidora.

La puesta a tierra se debe revisar al menos una vez al año para garantizar su continuidad, de igual forma todas las masas con posibilidad de ponerse en tensión por averías o defectos deben ser conectadas a tierra, se recomienda que los tomacorrientes se conecten a tierra. (Verduga & Zambrano, 2017)

Todos los equipos eléctricos, electrónicos, carcazas, gabinetes, racks y cualquier otro componente metálico de estos sistemas deben ser apropiadamente aterrizados de acuerdo con la norma ANSI/NFPA 70-250 (NEC), ANSI/TIA-607.

1.10.3.1 Sistema de puesta a tierra en edificios

Para las edificaciones el tablero de distribución principal debe conectarse a su propia varilla de puesta a tierra. Es importante que todos los circuitos de tomacorrientes y los circuitos de cargas especiales deben llevar un conductor de tierra independiente del conductor de neutro (NEC, 2018)

El conductor de tierra de los circuitos de tomacorrientes debe conectarse a la barra de tierra del tablero de distribución.

Es importante tener presente que el criterio fundamental para garantizar la seguridad de los seres humanos es la máxima energía eléctrica que pueden soportar, La máxima tensión de contacto aplicada al ser humano que se acepta, está dada en función del tiempo de despeje de la falla a tierra, de la resistividad del suelo y de la corriente de falla (NEC, 2013)

En la Tabla 1.6 se indican los valores de la tensión de contacto aplicada a un ser humano presente en la normativa NEC 15.1.10.0. y referenciada en la norma IEC 60364-4-44.

Tabla 1.6 Valor máximo de tensión de contacto aplicada a un ser humano

Tiempo de despeje de la falla (milisegundos)	Máxima tensión de contacto admisible (Voltios)
2000	50
750	67
500	80
400	100
300	125
200	200
150	240
100	320
40	500

Fuente: (NEC, 2013)

En todos los casos en los que exista la tensión de contacto aplicada a un ser humano el tiempo es muy corto independientemente del nivel de voltaje, es importante mantener las protecciones en un buen estado para disminuir accidentes imprevistos.

1.10.3.2 Componentes de la puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra está compuesto por diferentes elementos metálicos que desempeñan un rol específico para su correcta funcionalidad.

Electrodo de puesta a tierra

Entre los electrodos más comunes para sistemas de puesta a tierra son de acero cubiertos de cobre con dimensiones de: 18 mm de diámetro y 1,80 m de longitud. (Fernando, 2020)

Conductor

El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre, sólido o cableado, aislado. Su sección mínima debe estar de acuerdo con la sección del conductor mayor de la acometida o alimentador en la siguiente relación (NEC, 2018)

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

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de Construcción en la sección 8.6 indica la Tabla 1.7 para el calibre mínimo del conductor de puesta a tierra en relación con el valor de corriente de protección del circuito.

Tabla 1.7 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)

Los conductores más usados para la puesta a tierra son de cobre ya que tienen menos sección transversal y un aislamiento y los de aluminio la mayor parte son conductores sin protección de aislamiento.

1.11 Componentes de una instalación eléctrica de interior

Una instalación eléctrica de bajo voltaje se aplica comúnmente en domicilios, negocios, oficinas e incluso en algunos edificios, “Se denominan líneas interiores o, también líneas de consumo, a las instaladas en el interior de los edificios o estructuras. Comprenden desde el punto de conexión con la empresa suministradora de energía eléctrica, hasta los aparatos receptores (lámparas, timbres, cocinas, entre otros)”. (Alvarado, 2014)

Todas las partes de una instalación eléctrica son importantes, cada una de estas cumple con una misión específica y están hechos de materiales especiales para el ambiente que se necesite.

1.11.1 Tablero general de protección

La norma INEN en el numeral 2568 define al Tablero como, recinto independiente o recinto de apoyo para el alojamiento de equipos eléctricos y/o electrónicos. Por lo general, provistos de puerta y/o paneles laterales, doble fondos enteros o seccionados que pueden o no ser removibles (INEN, 2010)

Los tableros son equipos eléctricos de una instalación, que contienen 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)

1.11.1.1 Tableros de distribución

Los tableros se seleccionan en base al lugar en el que se lo va a colocar, el material del que este hecho, el número de servicios que se desea, todos los tableros de distribución deben presentar un diagrama unifilar de la conexión y deben cumplir con los requisitos de la NT INEN 2569

Los tableros de distribución son tableros que contienen dispositivos de protección y maniobra que permiten proteger y operar directamente sobre los circuitos en los que está dividida una instalación o parte de ella. (NEC, 2013)

El número de tableros de distribución depende de del diseño y del tamaño del edificio, para la división de cargas es necesario implementar más de un tablero de distribución que nos permite en el caso de estar frente a una falla el paro de las actividades de una parte del edificio y no de su totalidad.

Los tableros podrán ser montados empotrados o sobrepuestos en una pared si son de baja o mediana capacidad, tamaño y peso. Si los tableros son de gran capacidad, tamaño y peso, éstos deberán ser anclados directamente al piso o sobre una estructura de hormigón. (NEC, 2013)

1.11.1.2 Ubicación de los tableros

La instalación de los tableros de distribución debe ajustarse a los siguientes criterios:

a) Debe ser ubicado en un lugar permanentemente seco, que represente el punto más cercano a todas las cargas parciales de la instalación y en paredes de fácil acceso a personas que realicen labores de reconexión o mantenimiento.

b) En el lado interior de la tapa o puerta de los tableros debe colocarse obligatoriamente el diagrama unifilar con el listado de los circuitos a los que protege cada uno de los interruptores.

- c) Las cargas asignadas a las fases deben balancearse en todo cuanto sea posible.
- d) Por cada cinco salidas que se alimenten del tablero de distribución se debe dejar por lo menos una salida de reserva.
- e) Todo circuito debe tener necesariamente su respectivo dispositivo de protección de sobrecorriente.
- f) La altura de instalación debe ser a 1,60 metros desde el nivel del piso a la base del tablero.
- g) El tablero de distribución debe tener barra de neutro (aislada) y barra de tierra.

Todos los criterios antes mencionados se rigen bajo la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2018)

1.11.2 Protecciones

Las protecciones en una instalación eléctrica es sin duda un elemento de gran importancia debido a que protege a los usuarios y también a los dispositivos eléctricos. En una instalación eléctrica el usuario corre el riesgo de quedar sometido a voltajes por contacto directo y por contacto indirecto.

La Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC, 2013) indica que se entenderá que queda sometido a un voltaje por contacto directo, cuando toca con alguna parte de su cuerpo una parte del circuito o sistema que en condiciones normales esta energizada.

Es contacto indirecto cuando el usuario toca con alguna parte de su cuerpo una parte metálica de un equipo eléctrico que en condiciones normales esta desconectado, pero que en condiciones de falla se energiza. (NEC, 2013)

Los elementos de protección tienen que ser confiables y ser selectivos, para lo cual la elección de los dispositivos depende de la corriente nominal y la capacidad de corte de los equipos de protección. Independientemente del tipo de instalación eléctrica existen tres tipos de protecciones que deben ser implementadas. (AGUIRRE, 2018), (Apaza & Condor, 2016)

- Protección contra cortocircuitos.
- Protección contra sobrecargas.
- Protección contra electrocución

1.11.2.1 Interruptores termomagnéticos

Los interruptores termomagnéticos se encuentran ubicados en el tablero general de protección son dispositivos que interrumpen de forma automática el paso de la corriente

cuando estos detectan una intensidad mayor a la que debería circular en condiciones normales de funcionamiento. (Comisión Nacional del Agua, 2007)

Las causas que dan origen a la sobre intensidad son por sobrecargas o por cortocircuitos. Una vez que el interruptor termomagnético se acciono para volver a energizar el circuito una vez sea solventada la falla, es necesario activar el interruptor de forma manual.

En la Tabla 1.8 se encuentran las características de los interruptores termomagnéticos que se deben cumplir de acuerdo con el NEC

Tabla 1.8 Características Interruptor Termomagnético

Interruptor Termomagnético	
Dimensionamiento	Relacionado con la capacidad de los circuitos a proteger y al funcionamiento de las curvas de disparo intensidad-tiempo
Ubicación	Tableros de distribución tipo centro 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 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)

En la normativa (NEC, 2018) indica que los dispositivos de protección contra sobrecorrientes (sobrecargas y cortocircuitos) deben ser interruptores termomagnéticos automáticos fabricados bajo la Norma IEC 60898-1 como se aprecia en la (Figura 4), que cumplan con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091 y con las siguientes condiciones generales de instalación:



Figura. 4: Interruptor termomagnético

Fuente: (schneider, 2020)

Los interruptores termomagnéticos deben ser selectivos para identificar la falla y no activarse en presencias de picos en la corriente, estos interruptores dependiendo del fabricante pueden encontrarse para una sola línea o para dos líneas como en la (Figura3).

1.11.2.2 Interruptor diferencial

El interruptor diferencial es una protección automática que se encuentra ubicado en el tablero general de protección, tiene la función de proteger a las cargas que se encuentran conectadas y a las personas de contactos directos e indirectos, en la (Figura 5) se observa un interruptor diferencial que se acciona cuando la suma fasorial de las corrientes a través de los conductores de alimentación es superior a un valor preestablecido. (NEC, 2013)

Los interruptores diferenciales desconectan el circuito eléctrico cuando detecta corrientes de fuga ya que se encuentran en constante comparación de los valores de la corriente de entrada con la de la salida si esta es diferente se considera la presencia de una falla y el circuito es inmediatamente desconectado. (Dielectro Industrial, 2016)



Figura.5: Interruptor Diferencial

Fuente: (Schneider, 2021)

Los interruptores diferenciales son la principal protección de los seres vivos ya que si el valor de entrada es diferente al de la salida interpreta que en un punto esta corriente está fugándose o energizando de forma errónea una carcasa que puede ocasionar un accidente.

1.11.3 Interruptor

Los interruptores son dispositivos o también llamados accesorios eléctricos que permiten la conexión de la corriente y la desconexión (ON/OFF) en los conductores, según los fabricantes estos dispositivos pueden ser interruptores simples como el mostrado en la (Figura 6), interruptores dobles o dependiendo de su uso pueden llegar a tener mayor número de interruptores.

Para la ubicación e instalación de los interruptores el (NEC, 2018) establece las siguientes indicaciones:

- Para interruptores, conmutadores y pulsadores; la altura de instalación sobre el nivel de piso debe ser de 1,2 metros del lado de la apertura de la puerta y estos operativamente deben desconectar el conductor de fase.
- El interruptor al ser instalado en un lugar húmedo o al exterior de la vivienda debe alojarse en un gabinete para intemperie. No se deben instalar 15 interruptores en lugares mojados, espacios de bañeras o duchas, a menos que estén certificados para estos usos.

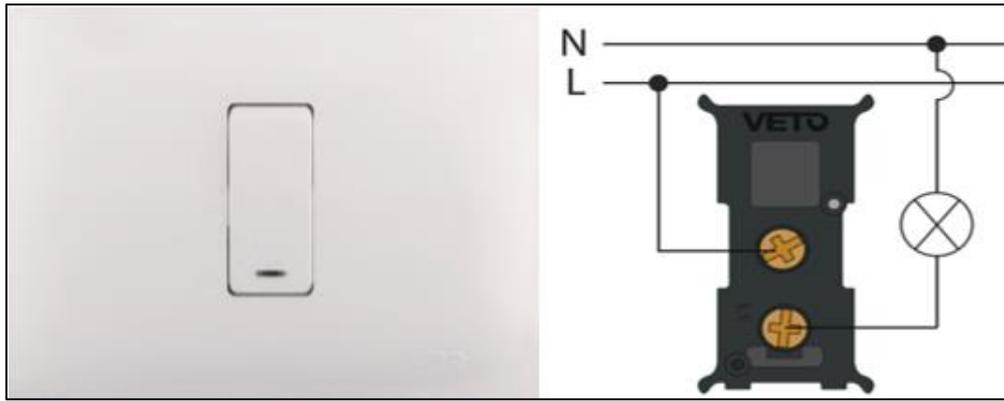


Figura. 6: Interruptor simple y diagrama de conexión

Fuente: (VETO, 2020).

Los interruptores simples para su conexión solo tienen dos servicios uno para la fase y el otro para el neutro, se diferencian de los conmutadores ya que estos presentan 3 servicios uno para la fase otro para el neutro y un tercero que sirve para la comunicación entre conmutadores.

1.11.4 Conmutador

El conmutador es un dispositivo que permite el control de la conexión y desconexión (ON/OFF) de la corriente eléctrica que pasa por los conductores desde dos lugares diferentes, su uso se los encuentra principalmente en el inicio y el final de las escaleras, en pasillos largos, en habitaciones amplias entre otros. (VETO, 2020)

La principal diferencia de un interruptor y un conmutador se encuentra en la conexión a un interruptor se le conecta un conductor de la fase y un conductor del neutro, mientras que al conmutador se conecta además de la fase y el neutro, un conductor independiente que es la conexión entre los conmutadores.

1.11.5 Tomacorrientes

Los tomacorrientes son dispositivos que forman parte de los accesorios eléctricos presentes en las instalaciones, representan un punto de conexión de la energía eléctrica con otro dispositivo que funcione con la corriente eléctrica. En el Ecuador los tomacorrientes presentan tres contactos uno para la fase otro para el neutro y un tercero para la tierra como se aprecia en la (Figura 7).

Para la ubicación e instalación de los tomacorrientes el (NEC, 2018) establece las siguientes indicaciones:

- Los tomacorrientes deben colocarse a 0,40 m del piso, exceptuando casos especiales como en baños y/o cocinas que pueden ser colocados sobre mesones a 0,10 m.
- 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.
- El tomacorriente para la cocina eléctrica debe ser tipo NEMA 10-50R, cumplir con lo indicado en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091 y las especificaciones del MEER.



Figura .7: Tomacorriente

Fuente: (LEVITON, 2019)

Los tomacorrientes dependiendo del nivel de voltaje 120v o 220v la disposición física de los contactos van a verse ligeramente modificados por cuestión de seguridad.

1.11.6 Conductores

Los conductores son elementos que permiten el paso de la energía eléctrica, los materiales de los que están hechos son de metales debido a su alta conductividad y bajas pérdidas, para evitar pérdidas de caída de voltaje se aumenta el número del conductor.

Dentro de los materiales más usados para la elaboración de conductores está el cobre y el aluminio debido a que poseen un alto nivel de conductividad, en algunos casos los conductores se los usa sin aislamiento que les recubra y proteja. El material que están hechos los aislamientos son el policloruro de vinilo (PVC), polietileno (PE), elastómero termoplástico (TPE) y el polietileno reticulado (XLPE).

1.11.6.1 Normas de los conductores

En el Ecuador se utiliza el sistema de calibración de conductores según la American WireGage (AWG) este sistema viene en unidades de pulgadas cuadradas, pero para coincidir con las normas internacionales se trabaja con milímetros cuadrados cuando se hable de la sección transversal. (Mercy & Diego, 2017)

La norma NEC en el apartado 15.1.8.0.1.1 indica que todas las disposiciones de la norma se realizaron considerando el uso de conductores de cobre aislados excepto en artículos en el que se acepte el conductor de cobre desnudo.

La sección mínima para usar en circuitos eléctricos interiores de iluminación será 14 AWG y en circuitos de tomacorrientes o fuerza será 12 AWG (NEC, 2013)

Para más aplicaciones y especificaciones de conductores consultar en Anexo A.

Todos los conductores para las instalaciones eléctricas deben ir colocados dentro de tuberías, las mismas que deben ser empotradas o sobrepuestas, para la identificación de los conductores como lo indica en la Tabla 1.9 se utiliza el código de colores.

Tabla 1.9 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)

La identificación de los conductores es importante para realizar y comprobar que la conexión se encuentra bien efectuada para evitar fallos en el funcionamiento de equipos que especifiquen su diagrama de conexión.

1.11.6.2 Aislamiento de los conductores

El aislamiento de un conductor se acopla dependiendo de su requerimiento o las necesidades, como modelo se tomó el material termoplástico el cual se caracteriza como tipo T, y su determinación según la normativa UT (Underwriters laboratories Inc.) se nombra a continuación: TW, THW, THHN, TTU. También se convergen los polímeros que se determinan como: R, RW, RHW, RH, RHH (Loaiza, 2016)

En la Tabla 1.10 Se encuentran las características y los materiales de los aislamientos de los conductores

Tabla 1.10 Características de los aislamientos de los conductores

Aislamiento de los conductores		
Materiales	PVC	Policloruro de Vinilo
	PE	Polietileno Termoplástico
	XLPE	Polietileno Reticulado
Características especiales	<ul style="list-style-type: none"> • Retardo a la propagación de la llama • Compuestos no halogenados • Baja emisión de humos • Resistencia a los rayos solares 	
Chaqueta	Protección y resistencia mecánica contra abolladuras	

Fuente: (Mercy & Diego, 2017)

En la normativa del Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) en el apartado 4.1.2 indica que los conductores deben estar aislados totalmente con PVC u otro material termoplástico que cumpla todos los requisitos, el aislamiento debe aplicarse directamente al conductor y este debe estar libre de poros, ampollas u otras imperfecciones apreciables con visión normal o corregida sin amplificación. (INEN , 2015)

En el caso en el que los conductores estén expuestos a la acción de: aceites, grasas, solventes, vapores, gases, humos u otras sustancias que puedan degradar las características del conductor o su aislamiento deberán seleccionarse de modo que las características típicas sean adecuadas al ambiente. (NEC, 2013)

1.11.7 Sistema de iluminación

El sistema de iluminación en los edificios es importante debido a que permiten que las labores del trabajo sean continuas por más tiempo, los componentes que forman parte del sistema son las iluminarias, los interruptores, conmutadores, lámparas de todo tipo, todos estos componentes permiten que se emita de forma artificial la luz.

La luz se entiende como la energía que se presenta en forma de radiaciones electromagnéticas y se percibe por el órgano visual. La ciencia que estudia la iluminación y las distintas formas de producción de luz, además de sus aplicaciones y control es la luminotecnica. (Chabla & Córdova, 2015)

La iluminación en las edificaciones tiene que ser buena debido a que por lo menos una quinta parte de la vida del hombre transcurre bajo alumbrado artificial, es preciso poner interés en los diseños del sistema de iluminación ya que es considerado un factor de seguridad, productividad y de rendimiento en el trabajo. (NEC, 2013)

Dentro de la normativa del NEC en el apartado 15.1.11.2.1. se establecen los niveles mínimos de iluminación en las diferentes áreas como se observa en la Tabla 1.11.

Tabla 1.11 Nivel Mínimo de iluminación recomendado

TIPO DE LOCAL	NIVEL MÍNIMO DE ILUMINACIÓN RECOMENDADO (lux)
Áreas de trabajo	300
Áreas de circulación (pasillos, corredores, etc.)	50
Escaleras, escaleras mecánicas	100
Áreas de parqueaderos cubiertos	30

Fuente: (NEC, 2013)

Los lugares menos recorridos el nivel de iluminación no es tan elevado como lugares en los que el personal va a pasar mucho más tiempo por lo que es importante mantener una buena iluminación en estas áreas.

En lugares como el estacionamiento los sensores que detecten el paso de personas son una buena opción para evitar que las luminarias pasen encendidas todo el tiempo evitando el gasto de energía que se resume en gastos económicos.

Tipos de luminarias

En los diseños de iluminación de los edificios se debe tener presente el tipo de luminaria que se va a utilizar, de esto depende un porcentaje de los costos y el ahorro de la energía eléctrica presente en la edificación.

Dentro de la Norma UNE-EN 60598-1, se define luminaria como aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas. (UNE, 2015)

Cada año van surgiendo nuevas tecnologías y en el tema de la iluminación, estas nuevas tecnologías están enfocándose en presentar mayor eficiencia energética y generar menos consumo de la energía eléctrica.

Existen diversos tipos de lámparas que se encuentran presentes en el mercado y que son utilizados en los circuitos eléctricos de iluminación de casas, edificios, industrias entre otras, las más usadas son las lámparas incandescentes, lámparas fluorescentes y lámparas LED.

1.11.8 Lámparas incandescentes

Las lámparas incandescentes son las más antiguas que fueron creadas, la emisión de luz se debe al paso de la corriente por un filamento de tungsteno el cual se calienta por el efecto Joule, en la (Figura 8) se pueden apreciar las partes de una lámpara incandescente, este tipo de lámpara presenta un rendimiento muy bajo esto debido a que la energía consumida se convierte en calor. (Guaman & Posligua, 2015)

El color que emite la lámpara incandescente es de color cálido amarillo, además tienen un bajo costo en el mercado y la vida útil de la lámpara es de 1000 horas dependiendo de cuánto tiempo se mantiene encendida la lámpara, si la lámpara tiene largos periodos de tiempo en funcionamiento el desgaste del filamento será más rápido.

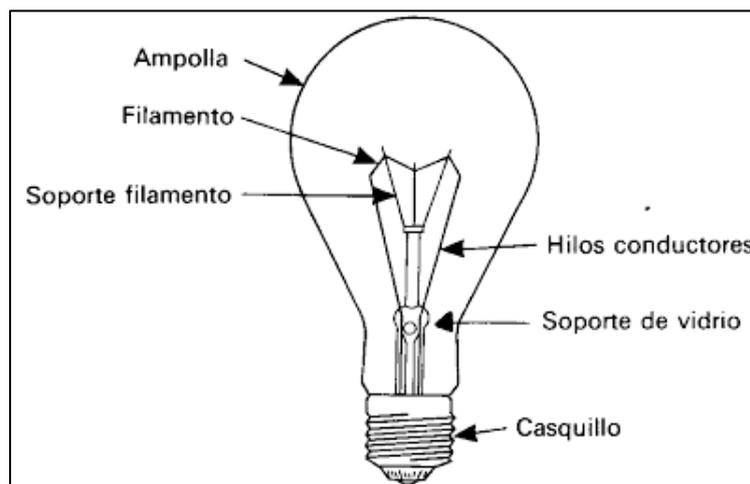


Figura.8: Partes de una lámpara incandescente

Fuente: (ATK, 2009)

Las lámparas incandescentes son las únicas a las cuales se podían comprobar si en verdad estaban quemadas, una forma era observando si partes del filamento estaban por la bombilla esparcida o si los hilos conductores no estaban unidos.

1.11.9 Lámparas fluorescentes

Las lámparas fluorescentes generan la luz en la película fluorescente que recubre la pared interna de un tubo de vidrio, esto se produce debido a que interiormente presenta dos electrodos envueltos en un gas que al paso de la corriente producen la iluminación, las partes de la lámpara fluorescentes se pueden apreciar en la Figura 9. (Carrasco, 2018)

Este tipo de lámparas poseen una eficiencia energética mayor al de las lámparas incandescentes y su vida media es de igual forma superior. En la conexión cambia ya que no pueden ser conectados de forma directa al circuito eléctrico por lo que se utiliza un controlador de corriente que se lo denomina balastro.

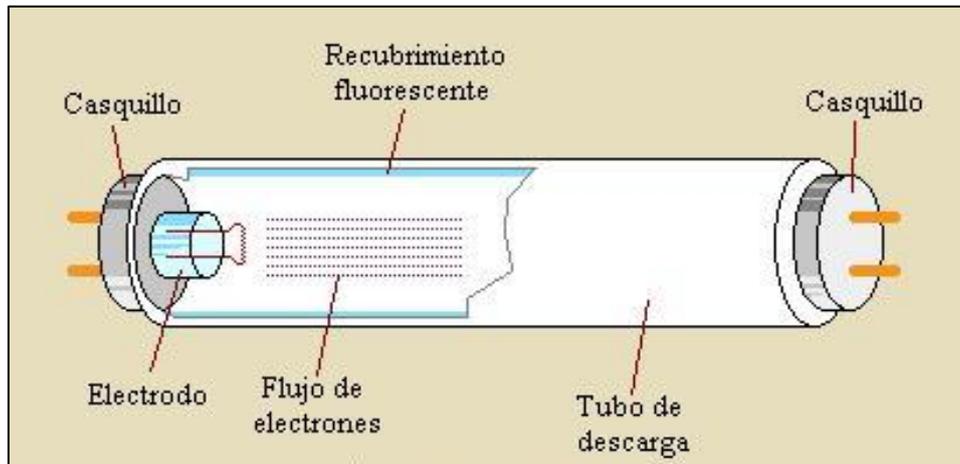


Figura. 9: Partes de una lámpara fluorescente

Fuente: (Gómez, 2011)

Las lámparas fluorescentes al recibir un fuerte impacto se rompían, lo que provocaba la liberación de los gases inertes que son tóxicos y perjudican la salud de las personas que inhalan el gas, por estas desventajas se optaron por lámparas que no contengan gas en su interior.

1.11.10 Lámparas led

Las siglas LED, son la abreviatura de su nombre en el idioma inglés (Diodo Electro Luminiscente), es una nueva tecnología que se está implementando en todos los puntos de iluminación, se ha comprobado que en su uso existe un bajo consumo de potencia, de voltaje y en cierta forma ecológica. (Vargas, 2015)

Presenta varias ventajas sobre el resto de las lámparas como la eficiencia, son más económicas y duran mayor tiempo, debido a que en el funcionamiento no se utilizan gases es la mejor opción para evitar aumentar la contaminación.

Las lámparas led por fuera presentan un diseño similar al de una lámpara fluorescente esto se puede ver con más detalle en la (Figura 10).

Cada año la tecnología LED se va mejorando ya que presenta gran acogida en el mercado tanto por su precio como por las ventajas que presentan, además su flexibilidad da oportunidad de crear nuevos diseños de diferentes tamaños y para diferentes áreas.



Figura. 10: Lámpara LED

Fuente: (Oliva, 2018)

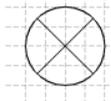
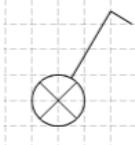
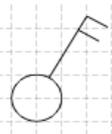
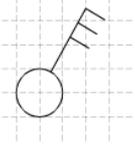
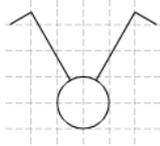
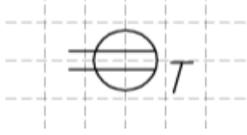
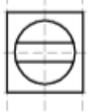
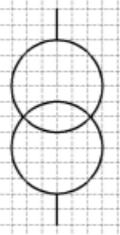
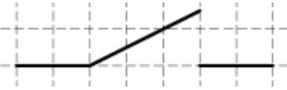
Las lámparas LED por las ventajas que posee a diferencia de sus competencias hacen que se la elección segura dentro del mercado ya que la emisión de luz es eficiente y optimiza el consumo de energía

1.12 Simbología

La simbología que se utiliza en los planos de las instalaciones eléctricas de interiores como lo indica la normativa NEC, esta referenciada en la normativa Norma IEC 60617 la cual se muestra en la Tabla 1.12

Tabla 1.12 Simbología de instalaciones eléctricas

Símbolo	Denominación	Símbolo	denominación
	Circuito de Iluminación (grosor de la 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
Símbolo	Denominación	Símbolo	denominación
	Tomacorriente doble monofásico con puesta a tierra		Tomacorriente doble monofásico de piso
	Luminaria fluorescente simple		Luminaria fluorescente triple
	Caja de Conexión		Conexión de Puesta a tierra
	Fusible		Transformador en general
	Interruptor termomagnético		Interruptor tipo cuchilla

Fuente: (NEC, 2018)

Los planos eléctricos deben tener una leyenda en la que se identifiquen la simbología y lo que representa, en el país de Ecuador la simbología usada es la que se muestra en la Tabla 1.6 que es extraída de la normativa NEC.

1.13 Eficiencia energética

La eficiencia eléctrica es un tema que causa impacto en el sector de la economía en todo el mundo, debido a esto muchos estudios liderados y controlados por el Estado ecuatoriano a través del MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable) se enfocan en la obtención de un texto guía para el mejoramiento de la eficiencia energética. (Galán, 2017)

La eficiencia energética en edificaciones según el INER (Instituto de Eficiencia Energética y Energías Renovables) es un estudio que busca la optimización de los recursos que se utilizan en el proceso de construcción u obtención de un servicio o producto, de esta forma se busca minimizar el consumo de la energía eléctrica manteniendo los niveles calidad en la producción y en el servicio

Para la obtención de la eficiencia energética se mejoran las instalaciones eléctricas del interior del edificio, comprobando que no existan fugas de corriente, otra forma de optimizar la energía eléctrica es cambiando el tipo de luminaria por una de tipo LED con instalaciones de sensores de movimiento en pasillos menos transcurridos y en parqueaderos.

CÁPITULO 2

DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERNAS DEL EDIFICIO DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

El capítulo se enfoca en la presentación de los resultados que se obtuvieron del análisis del estado de las instalaciones eléctricas internas del edificio del gobierno autónomo descentralizado del cantón San Miguel de Urququí conforme a las regulaciones de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNNR) y la norma vigente.

2.1 Descripción del lugar de estudio

El edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón San Miguel de Urququí, se encuentra entre la calle Guzmán y la calle Antonio Ante como se muestra en la (Figura 11)



Figura. 11: Edificio del GAD de San Miguel de Urququí

Fuente: (Google, 2021)

La edificación entró en operación el 21 de abril de 1988, dentro de la Tabla 2.1 se describen datos referenciales del edificio.

Tabla 2.1 Datos referenciales de la edificación GAD de Urququí

Ubicación Geográfica	Latitud: 0.41°
	Longitud: 78.193°
Área de construcción	1195.21 m ²
Consumo de energía mensual promedio / año	1362.5 KW-h
Plantas	3

Fuente: (Google, 2021)

El edificio del GAD no registra una planificación o acción de mantenimiento eléctrico de las instalaciones internas, no se tiene información del estado de estas.

En el edificio del GAD de Urcuquí consta de 91 empleados que realizan sus labores dentro del edificio, a eso se suman 93 trabajadores que de igual forma trabajan para el municipio, pero lo hacen fuera de la instalación.

Las diferentes áreas de trabajo que operan en la edificación se muestran en el Anexo K en los planos arquitectónicos, la distribución por pisos es de la siguiente forma:

Primer piso: Rentas, Recaudación, Avalúos y catastros, planificación, Talento humano, Registro de la propiedad, Dirección de desarrollo social, Obras públicas, Agua potable.

Segundo piso: Escenario, Cocina, Audio, Salón auditorio, Asesoría jurídica, Secretaría General, Alcaldía, Sala de sesiones, Contabilidad, Tesorería, Tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs), Dirección financiera, Sistemas, Médico ocupacional, bodega de dirección financiera.

Tercer piso: Gestión Ambiental y minas

2.2 Metodología

Para la realización del presente trabajo se optó por aplicar una metodología para la obtención un diagnóstico de las instalaciones eléctricas internas del GAD de Urcuquí, con el objetivo de reconocer y analizar el estado actual en el que se encontraban las conexiones.

El procedimiento se realizó de forma ordenada en etapas, estas se muestran en un diagrama de flujo en la Figura 12.

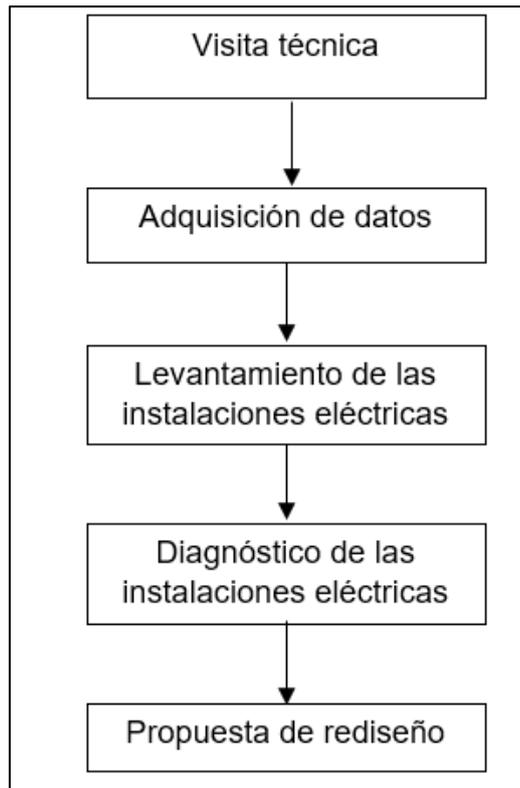


Figura. 12: Diagrama de flujo de la metodología aplicada

De la visita técnica que se realizó, se obtuvo la información para identificar la infraestructura del edificio, la ubicación de los elementos eléctricos como el tablero general de protección, los paneles eléctricos, las cajas de revisión.

Se programó visitas los fines de semana, para realizar interrupciones de la energía eléctrica para identificar los circuitos instalados y sus componentes tanto de fuerza como de iluminación.

Para completar el análisis se realizó la instalación de un analizador eléctrico en el edificio, con el cual se obtuvo los datos de los parámetros como: corriente, voltaje, energía y factor de potencia.

De los resultados obtenidos del diagnóstico de la edificación se identificó cuáles son los cambios que se proponen para mejorar las instalaciones eléctricas internas, para mantener un ambiente de trabajo adecuado.

2.3 Materiales

Para el cumplimiento del diagnóstico se emplearon dispositivos eléctricos para conocer el estado actual de las instalaciones las herramientas que más se utilizó se describen a continuación.

2.3.1 Multímetro

El multímetro fue de utilidad para comprobar el nivel de voltaje en los puntos de inicio y fin de los diferentes circuitos, además se lo utilizó para identificar la polaridad de los conductores.

El multímetro que se utilizó para realizar todas las comprobaciones fue el HYTAIS TS-200 en la Figura 13 se aprecia el modelo.



Figura. 13: Multímetro HYTAIS TS-200

El diseño es intuitivo y fácil de manejar, todas las especificaciones técnicas se encuentran en la Tabla 2.2

Tabla 2.2 TS-200 especificaciones técnicas

Parámetros	Resolución	Rango
Voltaje AC	600 (V)	+/- (1.2% + 5)
Voltaje DC	600 (V)	+/- (0.8% + 5)
Corriente	2000 (Ma)/ 20 (A) / 600 (A)	+/- (2.5% + 5%)
Resistencia	2000 omega / 2000K Omega	+/- (1.0% + 5)
Frecuencia	50 Hz – 60 Hz	+/- (0.5% + 5)
Temperatura Ambiente	5°- 35°	

Fuente: (HYTAIS, s.f.)

El modelo del multímetro tiene integrado una pinza amperimétrica con la cual se realizó las pruebas para determinar la existencia de fugas de corriente en las instalaciones eléctricas internas.

2.3.2 Analizador de red Fluke 1748

La Figura 14 muestra el analizador de red de marca Fluke serie 1748 el cual fue instalado en la acometida del edificio del GAD de Urcuquí con la ayuda de la empresa EMELNORTE.



Figura. 14: Analizador de red Fluke 1748

Fuente: (Fluke, 2017)

Las características del Analizador de red se muestran en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Especificaciones del analizado de red Fluke 1748

Rango voltaje	1000 V
Corriente entrada directa	6000 A
Frecuencia	42.5 Hz a 69 Hz
Entrada auxiliar	± 10 V CC
Resolución	Muestreo síncrono de 16 bits
Impedancia de entrada	10 M Ω
Banda ancha	42,5 Hz – 3,5 kHz
Eficiencia	≥ 68.2 %
Tipo de circuitos	Monofásico de fase abierta

Fuente: (Fluke, 2017)

El instrumento Fluke 1748 recolectó la información en un tiempo de 7 días en intervalos de 10 minutos como lo indica la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

2.3.3 AutoCAD

El software AutoCAD es el software que se utilizó para realizar los planos eléctricos de la edificación, la Universidad Técnica del Norte gracias a un convenio con la empresa Autodesk, permite el acceso a las licencias para el libre uso del software.

Los planos que se elaboran con el software AutoCAD permiten plasmar con claridad la información recolectada, además la interfaz es ideal para plasmar diseños en 2D, empresas profesionales utilizan este software para la presentación de sus planos eléctricos.

2.3.4 Luxómetro

La Figura 15 muestra el luxómetro que se utilizó, de la marca Tenmars serie TM-204, con el dispositivo se obtuvo mediciones de la iluminación presente en cada una de las áreas internas del edificio del GAD de Urcuquí.



Figura. 15: Analizador de red Fluke 1748

La Tabla 2.4 muestra las características del luxómetro Tenmars serie TM-204

Tabla 2.4 Especificaciones del Luxómetro TenmarS TM-204

Sensor	Fotodiodo y filtro de silicio
Rango de medición	200, 2000, 20000, 200000 lux 20, 200, 2000, 20000 Pie-candela
Precisión	+/- 8% (otra fuente de luz visible) +/- 3% (calibrado a lámpara incandescente)
Desviación angular de las características del coseno	30° -- +/-2% 60° -- +/-6% 80° -- +/-25%
Batería	9 V

Fuente: (GMM Technoworld Pte Ltd, 2019)

El dispositivo toma datos en pie-candela y en Lux, para el diagnóstico del edificio se tomaron datos en lux para compararlos con los datos de iluminación del NEC.

2.4 Levantamiento de la información de las instalaciones eléctricas internas del edificio del GAD municipal de Urcuquí

La inspección dentro del edificio se ejecutó para determinar los componentes eléctricos que lo conforman y el estado actual de los mismos e identificar si cumplen con la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Para la identificación de los circuitos eléctricos y los componentes se realizó los respectivos planos eléctricos unifilares.

2.4.1 Planos eléctricos

Los planos eléctricos del edificio se los realizó con el objetivo de identificar de manera ordenada los circuitos de fuerza e iluminación presentes en el mismo, identificando el calibre de los conductores como se puede visualizar en el Anexo F y el Anexo G, cabe mencionar que el edificio no cuenta con los planos eléctricos, lo que complicó la identificación de los circuitos.

2.4.2 Acometida

La acometida presente en el edificio del GAD municipal de Urcuquí es de tipo aérea, está conformada por tres conductores #6 AWG tipo THHN de cobre, la acometida ingresa por la puerta principal como se muestra en la Figura 16.



Figura. 16: Acometida aérea del GAD municipal de Urucuquí

La acometida tiene 2 fases más el neutro, los cuales antes de alimentar las cargas son conectados al contador eléctrico del GAD de Urucuquí.

2.4.3 Contador eléctrico

El medidor instalado por EMELNORTE S.A, es del tipo Elster electrónico bifásico, el número del medidor es B3-12890 como se muestra en la Figura 17



Figura. 17: contador eléctrico

El contador eléctrico se encuentra dentro de una caja térmica grande restringiendo el acceso, el medidor si presenta puesta a tierra, además se encuentra con la señalización de riesgo eléctrico.

2.4.4 Ubicación de los tableros eléctricos

La ubicación de los paneles está distribuida en todos los pisos de forma estratégica y con accesibilidad inmediata, en la planta baja se encuentran tres tableros, en el segundo piso de igual forma se encuentran 3 tableros de distribución y en el tercer piso 1 solo tablero.

Para la identificación de los diferentes tableros se los llamarán de la siguiente forma:

Planta baja

- T.D1 = Tablero de distribución 1 (pasillo entrada principal)
- T.D2 = Tablero de distribución 2 (pasillo cerca de baños)
- T.D3 = Tablero de distribución 3 (pasillo frente a talento humano)

Segunda planta

- T.D4 = Tablero de distribución 4 (pasillo frente a tesorería)
- T.D5 = Tablero de distribución 5 (pasillo frente a secretaría general)
- T.D6 = Tablero de distribución 6 (auditorio)

Tercera planta

- T.D7 = Tablero de distribución 7 (Baño)

2.4.5 Levantamiento de información de los tableros eléctricos

El levantamiento de la información se realizó en el tablero general y en cada uno de los tableros de distribución, se abrió la tapa de los tableros y se obtuvo la información del número de circuitos, número de protecciones y calibre de los conductores.

Para determinar los circuitos tanto de fuerza como iluminación se coordinó el corte de energía de cada una de las protecciones en cada tablero eléctrico, y en orden se fue encendiendo uno a la vez, las protecciones e identificando los circuitos que pertenecen a cada interruptor termo magnético.

Todos los tableros existentes en la edificación son de distribución, no existe un tablero general que controle a los demás tableros, además de la protección del medidor existen unos conductores que alimentan las oficinas de rentas, recaudación, catastros y planificación.

Todos los cortes de energía se realizaron los sábados para evitar contratiempos en las labores del personal del municipio de Urcuquí

2.4.5.1 Tablero de distribución 1

El tablero de distribución 1, se encuentra ubicado en el pasillo del ingreso principal, en la planta baja en la Figura 18 se muestra la conexión del tablero.

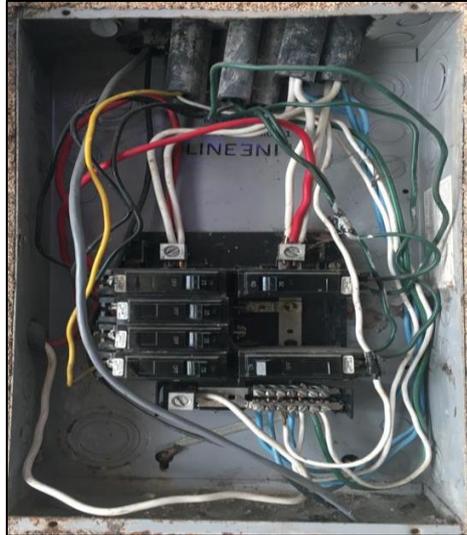


Figura. 18: Tablero de distribución 1

El tablero de distribución 1, presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 8 servicios.
- Alimentación de 2 fases + neutro, los conductores son de cobre, calibre #8 AWG tipo THHN.
- Presenta 6 servicios activos y 2 inactivo.
- Los interruptores termo magnéticos son de 20 A de un solo polo.

En la Tabla 2.5 se muestra los circuitos pertenecientes a cada protección en el tablero.

Tabla 2.5 Circuitos controlados por el Tablero de distribución 1

N°	Descripción	Protección (A)	N°	Descripción	Protección (A)
1	Circuito 1: Luminarias pasillo exterior	20	5	Circuito 4: Luminarias pasillo general y baños	20
2	Circuito 2: Luminarias talento humano	20	6	Vacío	-
3	Circuito 3: Luminarias dirección de desarrollo social	20	7	Vacío	-
4	Circuito 4: Luminarias pasillo exterior	20	8	Circuito 4: Luminarias dirección de desarrollo social, recaudación, rentas y pasillo espera	20

El tablero de distribución 1 se encuentra con la respectiva tapa, en la entrada de las líneas al tablero también se encuentran presentes 4 conductores que son los que alimentan las diferentes cajas de distribución.

2.4.5.2 Tablero de distribución 2

El Tablero de distribución 2 se encuentra empotrando en una pared del pasillo cerca de los baños de la planta baja, en la Figura 19 se muestra la conexión del tablero.

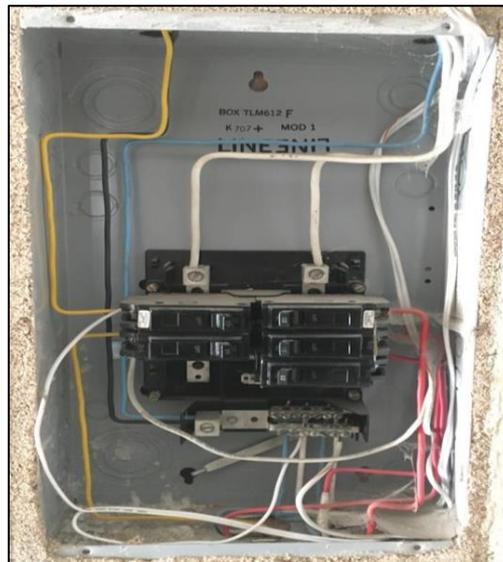


Figura. 19: Tablero de distribución 2

El tablero de distribución 2, presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 6 servicios.
- Alimentación de 2 fases + neutro, los conductores son de cobre, calibre #8 AWG tipo THHN.
- Presenta 5 servicios activos y 1 inactivo.
- Los interruptores termo magnéticos son de 20 A de un solo polo.

En la Tabla 2.6 se muestra los circuitos pertenecientes a cada protección en el tablero.

Tabla 2.6 Circuitos controlados por el Tablero de distribución 2

N°	Descripción	Protección (A)	N°	Descripción	Protección (A)
1	Circuito 1: Luminarias dirección de agua potable y la unidad de agua potable y alcantarillado	20	4	Circuito 4: Tomacorrientes Obras Publicas y dirección agua potable	20
2	Circuito 2: Tomacorrientes de bodega dirección de desarrollo social	20	5	Circuito 5: Tomacorrientes Unidad de Agua potables y alcantarillado	20
3	vacío	-	6	Circuito 6: Tomacorrientes Dirección de desarrollo social	20

El tablero de distribución 2 se encuentra con la respectiva tapa, controla la parte derecha del edificio.

2.4.5.3 Tablero de distribución 3

El tablero de distribución 3 se encuentra empotrado en el pasillo frente a talento humano en la planta baja, en la Figura 20 se muestra la conexión del tablero.

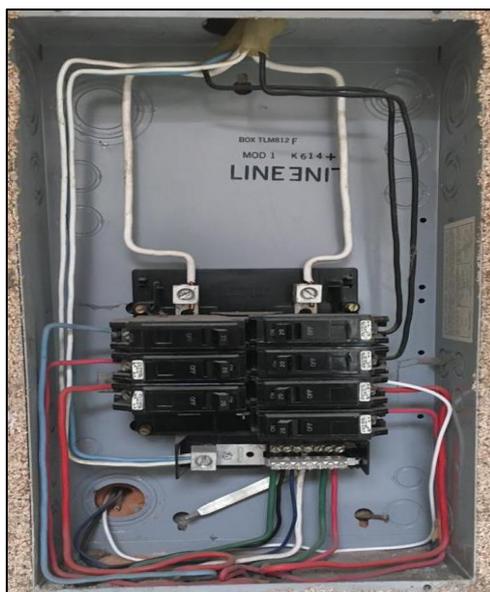


Figura. 20: Tablero de distribución 3

El tablero de distribución 3 presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 8 servicios
- Alimentación de 2 fases + neutro, los conductores son de cobre, calibre #8 AWG tipo THHN.
- Presenta 7 servicios activos y 1 inactivo.
- Los interruptores termo magnéticos son de 20 A de un solo polo.

En la Tabla 2.7 se muestra los circuitos pertenecientes a cada protección en el tablero.

Tabla 2.7 Circuitos controlados por el Tablero de distribución 3

N°	Descripción	Protección (A)	N°	Descripción	Protección (A)
1	Circuito 1: Luminarias oficina bodega	20	5	Circuito 5: Luminarias registro de la propiedad y obras publicas	20
2	Circuito 2: Tomacorrientes oficina bodega	20	6	Circuito 6: Luminarias planificación	20
3	Circuito 3: Luminarias pasillo exterior	20	7	Circuito 7: Tomacorrientes talento humano, rentas y pasillo espera	20
4	Vacío	-	8	Circuito 8: Tomacorrientes registro de la propiedad, planificación y catastros	20

El tablero de distribución 3 se encuentra con la respectiva tapa, controla la parte posterior del edificio.

2.4.5.4 *Tablero de distribución 4*

El tablero de distribución 4 se encuentra empotrado en el pasillo frente a tesorería en la segunda planta, en la Figura 21 se muestra la conexión del tablero.



Figura. 21: Tablero de distribución 4

El tablero de distribución 4 presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 6 servicios
- Alimentación de 2 fases + neutro, los conductores son de cobre, calibre #8 AWG tipo THHN.
- Presenta 4 servicios activos y 2 inactivos.
- Los interruptores termo magnéticos son 3 de 40 A de un solo polo, y un interruptor termo magnético de 15 A de un solo polo

En la Tabla 2.8 se muestra los circuitos pertenecientes a cada protección en el tablero.

Tabla 2.8 Circuitos controlados por el Tablero de distribución 4

N°	Descripción	Protección (A)
1	Circuito 1: Luminarias tesorería, contabilidad, TICs, dirección financiera, bodega financiera, medico ocupacional, sistemas y baños.	15
2	Circuito 2: Tomacorrientes de médico ocupacional, bodega financiera y baños	40
3	Circuito 3: Tomacorrientes de tesorería, contabilidad, TICs, dirección financiera	40
4	Circuito 4: Tomacorrientes de Sistemas.	40
5	Vacío	-
6	Vacío	-

El tablero de distribución 4 se encuentra sin la tapa, controla la parte derecha y parte de la posterior del segundo piso.

2.4.5.5 *Tablero de distribución 5*

El tablero de distribución 5 se encuentra empotrado en el pasillo frente a secretaría general en la segunda planta, en la Figura 22 se muestra la conexión del tablero.



Figura. 22: Tablero de distribución 5

El tablero de distribución 5 presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 6 servicios
- Alimentación de 2 fases + neutro, los conductores son de cobre, calibre #8 AWG tipo THHN.
- Presenta 3 servicios activos y 3 inactivos.
- Los interruptores termo magnéticos son 2 de 15 A de un solo polo, y un interruptor termo magnético de 30 A de un solo polo

En la Tabla 2.9 se muestra los circuitos pertenecientes a cada protección en el tablero.

Tabla 2.9 Circuitos controlados por el Tablero de distribución 5

N°	Descripción	Protección (A)
1	Circuito 1: Luminarias del pasillo, copiadora y audio	15
2	Circuito 2: Tomacorrientes del pasillo y secretaría general	40
3	Circuito 3: <ul style="list-style-type: none"> • Tomacorrientes de secretaría general, alcaldía, asesoría jurídica, sala de sesiones y copiadora. • Luminarias de balcón, secretaría, alcaldía, sala de sesiones y asesoría jurídica 	40
4	Vacío	-
5	Vacío	-
6	Vacío	-

El tablero de distribución 5 se encuentra con la respectiva tapa, controla la del norte y el occidente del segundo piso, se comprobó que un interruptor termo magnético controla circuitos de fuerza y de iluminación.

El Circuito 3 se encuentra alimentado por una extensión que da energía a los tomacorrientes de la copiadora.

2.4.5.6 Tablero de distribución 6

El tablero de distribución 6 se encuentra empotrado en la parte interna del auditorio en la segunda planta, en la Figura 23 se muestra la conexión del tablero.



Figura. 23: Tablero de distribución 6

El tablero de distribución 6 presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 4 servicios
- Alimentación de 1 fases + neutro, los conductores son de cobre, calibre #8 AWG tipo THHN, de la entrada de la línea 1 se realiza un puente y se alimenta la línea 2.
- Presenta 4 servicios activos.
- Los interruptores termo magnéticos son 4 de 40 A de un solo polo.

En la Tabla 2.10 se muestra los circuitos pertenecientes a cada protección en el tablero.

Tabla 2.10 Circuitos controlados por el Tablero de distribución 6

N°	Descripción	Protección (A)	N°	Descripción	Protección (A)
1	Circuito 1: Tomacorrientes del auditorio, utilería y copiadora	40	3	Circuito 3: Tomacorrientes Salón	40
2	Circuito 2: Luminarias del salón y utilería	40	4	Circuito 4: <ul style="list-style-type: none"> • Luminarias escenario • Tomacorrientes escenario 	40

El tablero de distribución 6 se encuentra con la respectiva tapa, controla la parte del norte y el Este del segundo piso, las luminarias del auditorio se prenden directamente desde el interruptor termo magnético.

2.4.5.7 **Tablero de distribución 7**

El tablero de distribución 7 se encuentra empotrado en el baño perteneciente a la tercera planta, en la Figura 24 se muestra la conexión del tablero.

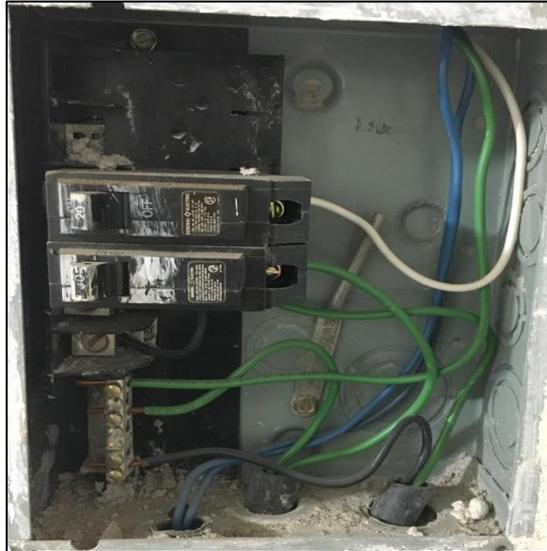


Figura. 24: Tablero de distribución 7

El tablero de distribución 7 presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 4 servicios
- Alimentación de 1 fases + neutro, los conductores son de cobre, calibre #8 AWG tipo THHN, de la entrada de la línea 1 se realiza un puente y se alimenta la línea 2.
- Presenta 2 servicios activos y 2 servicios inactivos.
- Los interruptores termo magnéticos son de 20 A y 30 A de un solo polo.

En la Tabla 2.11 se muestra los circuitos pertenecientes a cada protección en el tablero.

Tabla 2.11 Circuitos controlados por el Tablero de distribución 7

N°	Descripción	Protección (A)
1	Circuito 1: Luminarias de gestión ambiental y minas	20
2	Circuito 2: Tomacorrientes gestión ambiental y minas	30
3	Vacío	-
4	Vacío	-

El tablero de distribución 7 se encuentra con la respectiva tapa, controla toda la tercera planta del edificio.

2.4.6 Conductores

En los circuitos eléctricos actuales del edificio, los conductores se encuentran en desorden con diferentes calibres y colores, algunos de estos se encuentran expuestos sin canalizaciones y el asilamiento se encuentra defectuoso como se muestra en la Figura 25.



Figura. 25: Estado de los conductores

Los conductores sin una protección o aislamiento adecuado pueden causar daños al personal que opera en el edificio, de acuerdo con lo que especifica el Norma Ecuatoriana de la Construcción; capítulo 15: 15.1.9.0.5; menciona que se protegerá al operador o usuario de una instalación o equipos eléctricos contra los contactos directos e indirectos (NEC, 2013).

2.4.7 Cuadros de carga

La carga instalada en el edificio del GAD de Urcuquí refleja la cantidad de luminarias y cargas que operan dentro la instalación, en la Tabla de la 2.12 hasta la Tabla 2.18 se detalla los cuadros de carga por cada tablero de distribución y se describe datos de potencias, calibres y corrientes.

La computadora se considera un valor de carga de 200 W, las impresoras 6.8 W y las impresoras más grandes tienen un consumo de 72 W.

Tabla 2.12 Cuadro de carga del Tablero de distribución 1

Circuito	Cargas							Corriente (A)	Potencia (W)
	Computadoras 200 W	Impresoras		Focos Led 40 W	Otros Focos	Lámparas			
		6.8 W	72 W			2x40 W	3x40 W		
1					4(20W)			0.67	80
2					1(15W)	1		0.79	95
3					3(15W)	3		2.38	285
4				4				1.33	160
5					7(32W)	4		4.53	544
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8					1(15W)		5	5.13	615
Carga Total Instalada								14.83	1779

Tabla 2.13 Cuadro de carga del Tablero de distribución 2

Circuito	Cargas							Corriente (A)	Potencia (W)
	Computadoras 200 W	Impresoras		Focos Led 40 W	Otros Focos	Lámparas			
		6.8 W	72 W			2x40 W	3x40 W		
1				3	2(30W)			1.5	180
2	1							1.67	200
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	7	3						11.84	1420.4
5	7	2	1					12.38	1485.6
6	9	4						15.23	1827.2
Carga Total Instalada								42.62	5113.2

Tabla 2.14 Cuadro de carga del Tablero de distribución 3

Circuito	Cargas							Corriente (A)	Potencia (W)
	Computadoras 200 W	Impresoras		Focos Led 40 W	Otros Focos	Lámparas			
		6.8 W	72 W			2x40 W	3x40 W		
1				5				1.67	200
2	2							3.33	400
3					3(30W)			0.75	90
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5						3	3	5	600
6							5	5	600
7	5	3						8.50	1020.4
8	13	8	1					22.72	2726.4
Carga Total Instalada								46.97	5636.8

Tabla 2.15 Cuadro de carga del Tablero de distribución 4

Circuito	Cargas							Corriente (A)	Potencia (W)
	Computadoras 200 W	Impresoras		Focos Led 30 W	Otros Focos	Lámparas			
		6.8 W	72 W			2x40 W	3x40 W		
1				6		11		8.83	1060
2	1							1.67	200
3	13	8						22.12	2654.4
4	1							1.67	200
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carga Total Instalada								34.29	4114.4

Tabla 2.16 Cuadro de carga del Tablero de distribución 5

Circuito	Cargas							Corriente (A)	Potencia (W)
	Computadoras 200 W	Impresoras		Focos Led 30 W	Otros Focos	Lámparas			
		6.8 W	72 W			2x40 W	3x40 W		
1				4		9		7	840
2	1	1						1.72	206.8
3	6	5	2	12		3		16.48	1978
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carga Total Instalada								25.2	3024.8

Tabla 2.17 Cuadro de carga del Tablero de distribución 6

Circuito	Cargas							Corriente (A)	Potencia (W)
	Computadoras 200 W	Impresoras		Focos Led 30 W	Otros Focos	Lámparas			
		6.8 W	72 W			2x40 W	3x40 W		
1									
2				15		2		5.08	610
3					6(25W)			1.25	150
4									
Carga Total Instalada								6.33	760

Tabla 2.18 Cuadro de carga del Tablero de distribución 7

Circuito	Cargas							Corriente nominal (A)	Potencia (W)
	Computadoras 200 W	Impresoras		Focos Led 30 W	Otros Focos	Lámparas			
		6.8 W	72 W			2x40 W	3x40 W		
1				6		2		2.83	340
2	7	4						11.89	1427.2
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carga Total Instalada								14.72	1767.2

El tablero de distribución 3 que se encuentra ubicado en el primer piso presenta mayor consumo de potencia en la edificación con un consumo de 5636.8 (W), el mayor número de oficinas y personal que utiliza dispositivos eléctricos se encuentran alimentados por el tablero de distribución 3.

2.5 Análisis de los datos

La información que se obtuvo del analizador de red Fluke 1748, ayudó a la detección de los problemas existentes en las instalaciones eléctricas, con las gráficas se detectó los puntos críticos de cada parámetro medido, los datos del analizador de red se muestran en el Anexo J.

En el análisis del estado de las instalaciones eléctricas se hizo el seguimiento para determinar el cumplimiento con las especificaciones declaradas en La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC - 2018)

2.5.1 Caída de Voltaje

El valor del nivel de voltaje que se entrega en la acometida debe mantener el mismo nivel o no sobrepasar los límites que se indican en la Regulación ARCERNNR 002/020 del que se muestran en la Tabla 2.19

Tabla 2.19 Límites para el índice de nivel de voltaje

Nivel de Voltaje	Rango admisible
Alto Voltaje (Grupo 1 y Grupo 2)	± 5.0 %
Medio Voltaje	± 6.0 %
Bajo Voltaje	± 8.0 %

Fuente: (ARCERNNR, 2020)

Para el edificio del GAD municipal de Urcuquí se considera el nivel de bajo voltaje y el rango con el que se trabaja es del ± 8.0 % esto aplica tanto en el voltaje de línea y de fase (240/120V).

2.5.2 Niveles Iluminación

La iluminación presente en las diferentes áreas de la edificación se obtuvo con el uso de un luxómetro Tenmars serie TM-204 como se muestra en la Figura 26.



Figura. 26: Toma de datos Luxómetro

Los valores finales mostrados en la Tabla 2.20 son el promedio de diferentes muestras tomadas de diferentes puntos de un área.

Tabla 2.20 Nivel de iluminación del GAD de Urcuquí

Pisos	Áreas	Iluminación medida (Lux)	Iluminación recomendada (NEC)
Primer Piso	Rentas	300	300
	Recaudación	302	300
	Avalúos y catastros	278	300
	Planificación	309	300
	Talento humano	302	300
	Registro de la propiedad	140	300
	Dirección de desarrollo social	95	300
	Obras publicas	184	300
	Agua potable	125	300
	Bodega	305	300
	Pasillo	131	100
Segundo Piso	Auditorio	310	300
	Asesoría jurídica	120	300
	Bodega financiera	150	300
	Médico ocupacional	325	300
	Dirección financiera	320	300
	TICs	322	300
	Tesorería	324	300
	Sala de sesiones	270	300
	Alcaldía	310	300
	Secretaría General	133	300
	Baños	68	100
	Pasillos	250	100
Tercer Piso	Gestión ambiental y minas	355	300

La Tabla 1.11 indica los niveles mínimos de iluminación recomendados por el NEC, el 47,82% de las áreas de la edificación incumplen con el nivel mínimo de iluminación una causa de esto son los diferentes tipos de luminarias presente en la edificación.

2.5.3 Curva de voltaje

De acuerdo con la regulación del ARCERNNR-002/20, en la que se habla de la calidad de servicio eléctrico en la distribución, en el literal 8.2 se indican los rangos de voltaje admitidos, en la Figura 27 se muestra el espectro de los voltajes de las dos fases que se obtuvieron de los datos del analizador de red.

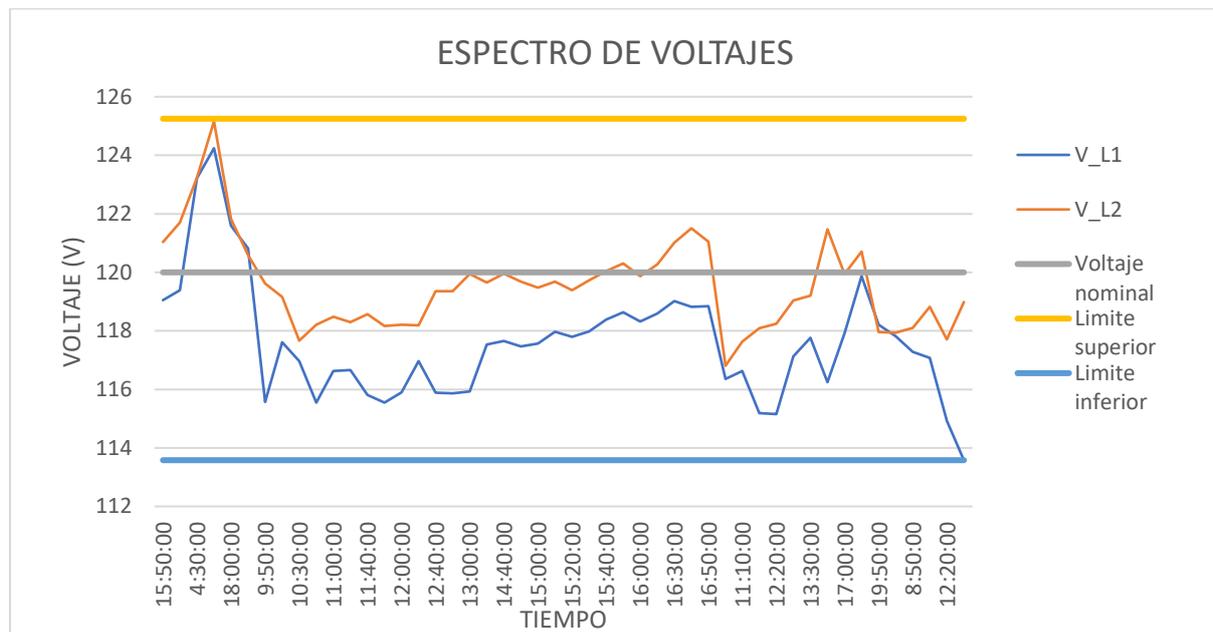


Figura. 27: Espectro de voltajes

El rango para bajo voltaje es de $\pm 8\%$ del voltaje nominal de 120 V, en la Tabla 2.21 se reflejan los valores mínimos y máximos de las dos fases.

Tabla 2.21 Valores picos de voltaje

Fases	Voltaje (V)	
	MIN	MAX
L1	113,58	125,25
L2	115,66	125,60

La fase 1 si cumple con los valores límites permitidos para el nivel de voltaje, la fase 2 también cumple con los valores límites permitidos para el nivel de voltaje.

2.5.4 Curva de corriente

Las curvas del voltaje de acuerdo con la Figura 28 indican que la fase 1 es la que presenta un paso de corriente más elevado que el de la fase 2.

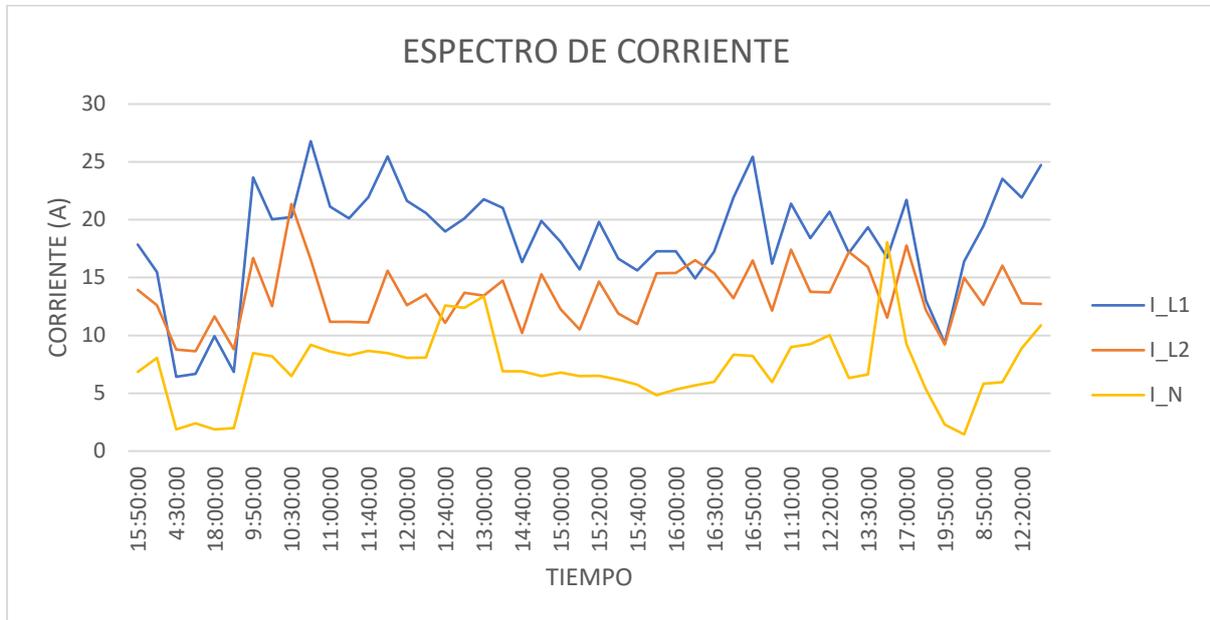


Figura. 28: Espectro de corrientes

En la Tabla 2.22 se muestran los valores picos de la curva de las corrientes, de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción en el literal 5.1 capacidad de corriente, menciona que el calibre del conductor debe soportar por lo menos el 125% del valor de la corriente de protección del circuito (NEC, 2018).

Tabla 2.22 Valores picos de las corrientes

Fases	CORRIENTE (A)	
	MIN	MAX
L1	5,96	30,37
L2	8,08	25,86

La primera fase presenta el valor de corriente más alto, el desbalance indica que existe un calentamiento del conductor que se refleja en un deterioro mayor al de la segunda fase.

2.5.5 Curva de Potencia

La Figura 29 muestra la curva de potencias de las dos fases, la tercera curva de color gris es la potencia total que es utilizada por las cargas instaladas en el edificio.

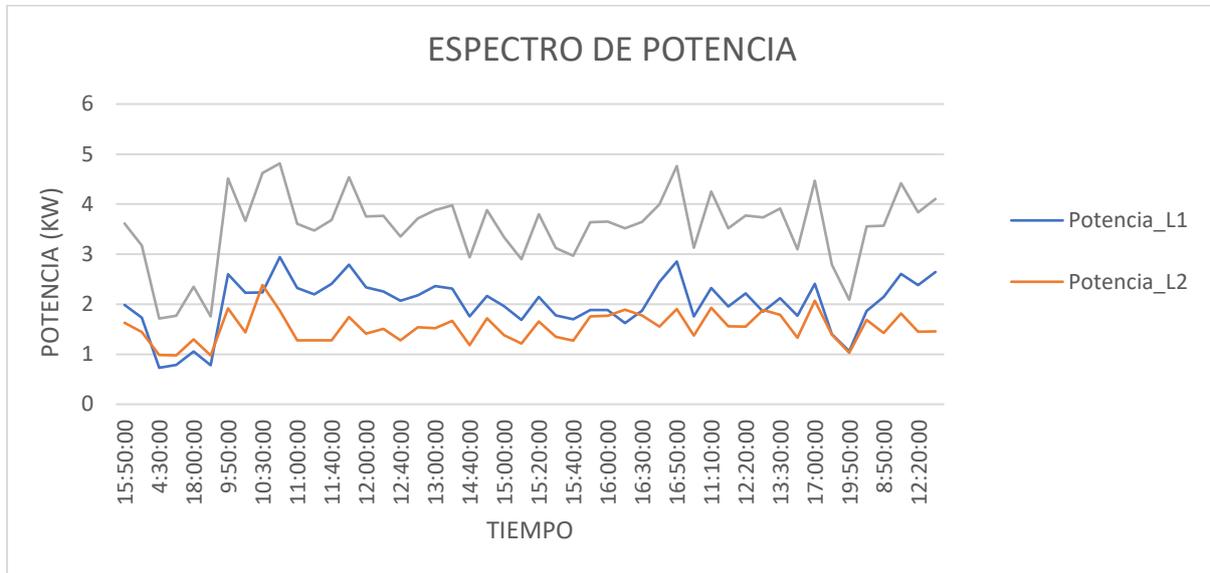


Figura. 29: Espectro de potencia

Las curvas demuestran que la fase 1 tiene más carga instalada que la fase 2, en la Tabla 2.23 se identifica que el pico más alto de las potencias se encuentra en la fase 1.

Tabla 2.23 Valores picos de las potencias

Fases	POTENCIAS (W)	
	MIN	MAX
L1	694,67	3400,14
L2	911,02	2915,40

La fase 1 energiza más circuitos eléctricos que la fase 2, por eso los picos más altos se encuentran en dicha fase.

2.5.6 Factor de Potencia

La Figura 30 muestra las curvas del factor de potencia del sistema bifásico una por cada línea y la total.

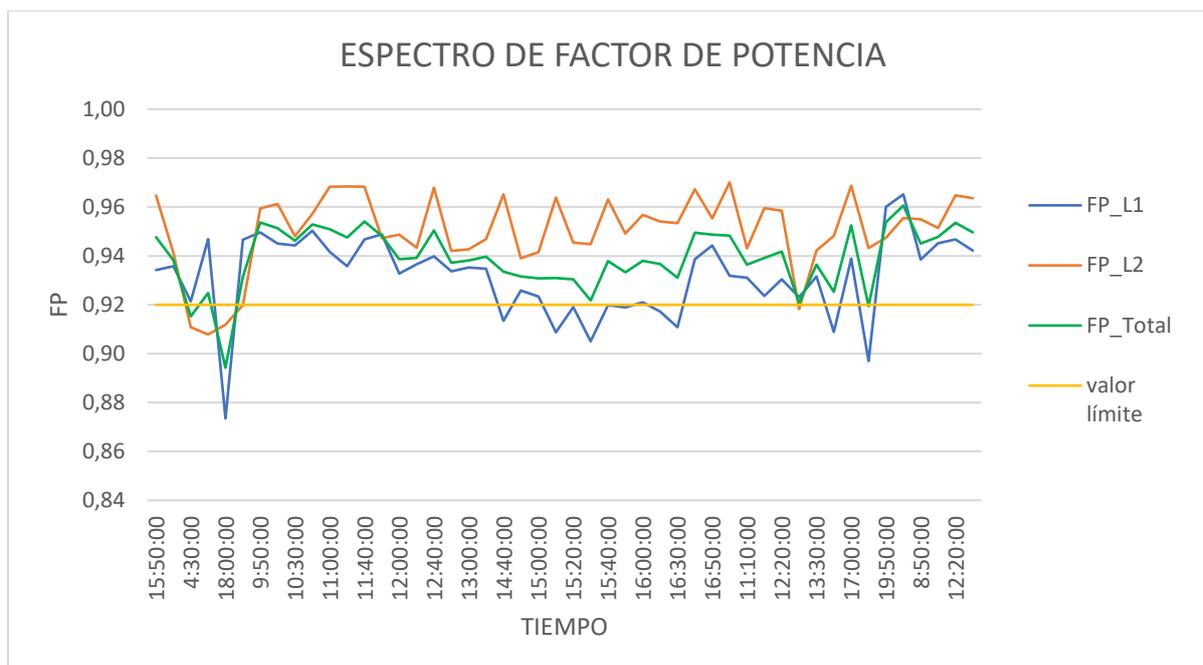


Figura. 30: Espectro del factor de potencia

En la Tabla 2.24 se muestran los valores registrados por el analizador de red, de acuerdo con el pliego tarifario en el apartado 10 Factor de potencia el valor permitido por la empresa distribuidora es de 0.92 (ARCONEL, 2020)

Tabla 2.24 Valores picos del factor de potencia

Líneas	FACTOR DE POTENCIA	
	MIN	MAX
L1	0,86	0,98
L2	0,87	0,98

Los datos demuestran que el factor de potencia en la edificación en promedio de los siete días de medición (0.93) se encuentra sobre el límite establecidos (0.92), los datos bajos duran un corto periodo de tiempo y luego se estabilizan por encima de la media.

La tarifa de consumo del GAD de Urucuquí es Oficiales sin Demanda (Baja Tensión) de categoría general, de acuerdo con el pliego tarifario 2022 numeral 10 Factor de Potencia, como se muestra en el Anexo E indica que la penalización por bajo factor de potencia se aplica a los consumidores con medición de energía reactiva. (ARCERNNR, 2022)

La edificación del GAD de Urucuquí de acuerdo con lo que indica el pliego tarifario no es penalizado por el factor de potencia, por esta razón no es necesario aplicar acciones de corrección.

2.6 Puesta a tierra

El edificio del GAD de Urcuquí tiene un sistema de conexión de puesta a tierra (las masas están conectados a tierra) TT un conductor de cobre, calibre #8 AWG tipo THHN

En el primer piso son pocas las áreas que tienen la conexión de puesta a tierra, estas son planificación, registro de la propiedad y la bodega.

En la Figura 31 se muestra los conductores de puesta a tierra presentes del primer piso ubicados en la parte posterior de la edificación.



Figura. 31: Conductor puesta a tierra primer piso

En el segundo piso solo el área de dirección financiera tiene un conductor de puesta a tierra en los tomacorrientes, el cual se conecta a una varilla independiente, el conductor entre los tomacorrientes y la varilla se encuentra desconectado como se muestra en la Figura 32.



Figura. 32: Conductor puesta a tierra segundo piso

En el tercer piso las instalaciones de puesta a tierra no están presentes por lo que se debe mejorar la puesta a tierra de la edificación del GAD de Urcuquí.

2.7 Resumen estado actual de las instalaciones del GAD de Urcuquí

En la Tabla 2.25 se muestra en síntesis el estado actual de las instalaciones eléctricas internas del GAD de Urcuquí.

Tabla 2.25 Diagnóstico del GAD de Urcuquí

Instalaciones	Valoración		Observación
	No necesita intervención	Si necesita intervención	
Nivel de Iluminación		X	47,82% de las áreas incumplen con el nivel mínimo de iluminación, presentan diferentes lámparas
Tomacorrientes		X	Pocos puntos de conexión.
Conductores	X		Pocas áreas se encuentran con los conductores expuestos
Tablero General de control		X	No tiene un tablero general de control
Tableros de distribución	X		Cumplen con las normas
Caída de voltaje	X		La caída de voltaje está dentro de los rangos permitidos
Factor de Potencia	X		No es penalizado por la empresa distribuidora.
Puesta a tierra		X	La puesta a tierra es casi inexistente.
Distribución de carga		X	La fase uno tiene más carga.

Las instalaciones eléctricas internas del GAD de Urcuquí deben ser mejoradas en los aspectos que se menciona en la Tabla 2.25 debido al incumplimiento de la Normativa Eléctrica de la Construcción.

CÁPITULO 3

REDISEÑO ELÉCTRICO DEL EDIFICIO DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN SAN MIGUEL DE URCUQUÍ

3.1 Introducción

Con el diagnóstico realizado en la edificación del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón San Miguel de Urcuquí se detectaron algunos problemas que incumplen con la normativa eléctrica vigente.

El objetivo del rediseño es mejorar la distribución de los circuitos, mejorar el nivel de iluminación de las oficinas, diseñar un sistema de puesta a tierra que cumpla con la Norma Ecuatoriana de Construcción, los nuevos diseños se presentan en planos eléctricos.

3.2 Descripción de materiales

Para la realización de rediseño de la edificación del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón San Miguel de Urcuquí se requirió de los materiales como el software DIALux, tratamiento químico y ecuaciones necesarias para los distintos cálculos de dimensionamiento.

3.2.1 Software DIALux evo 8.0

El software DIALux permite diseñar y calcular el nivel de iluminación en un punto o área específica, mediante una simulación 3D se puede tener una vista previa al resultado final, dentro del software existen catálogos de fabricantes en los que se detallan los parámetros y características de las luminarias.

3.2.2 Tratamiento químico Gel Benzoelectric

La adicción del Gel ayuda a disminuir la resistividad del suelo, con este tratamiento se mantiene la humedad por un periodo prolongado y no es afectado por la variación de los factores externos como el clima, la bolsa como se aprecia en la Figura 33 tiene un peso de 12 kg.



Figura. 33: Diseño de la malla de puesta a tierra

Fuente: (EcuamineralesGB, 2019)

El producto ofrece las siguientes características:

- Alto porcentaje de vida útil
- Estabilidad
- No es corrosivo
- Se compacta fácilmente y se adhiere fuertemente
- No es toxico
- Alto porcentaje de reducción

Por recomendaciones del producto para resistencias que van desde los 50 hasta los 200 ohmios por metro, la dosis es de un saco por metro cúbico, para la malla de puesta a tierra diseñada se prevé usar un total de 5 bolsas del Gel benzoelectric.

3.3 Ecuaciones utilizadas para el rediseño

Para los respectivos dimensionamientos se utilizó fórmulas para la realización de los cálculos en los temas de iluminación, malla de puesta a tierra.

- **Ecuaciones iluminación**

Para el rediseño de la iluminación se necesitan las siguientes fórmulas

- **Área**

Para determinar el área de trabajo donde se va a aplicar el nivel de iluminación.

$$AT = L \times A \tag{EC.1}$$

Donde: AT – Área total [m^2]; L – largo [m]; A – ancho [m]

- **Índice local**

El índice local es la relación que se obtiene de la geometría del área o local.

$$K = \frac{AT}{H(L + A)} \tag{EC.2}$$

Donde: K – índice local; AT – Área total [m^2]; L – largo [m]; A – ancho [m]; H – altura [m]

- **Flujo total**

El flujo total es la potencia luminosa que es emitida por una fuente de luz que incide en un área.

$$QT = \frac{E \times AT \times FM}{FU} \tag{EC.3}$$

Donde: QT – flujo total [lm]; AT – Área total [m^2]; FM – factor de mantenimiento; FU – factor de utilización; E – nivel de iluminación [lx]

- **Número de lámparas**

Para la determinación del número de lámparas

$$NL = \frac{QT}{FL} \tag{EC.4}$$

Donde: NL – Número de lámparas; QT – flujo total [lm]; FL – flujo luminoso de la luminaria

- **Malla de puesta a tierra**

Para los cálculos de la resistencia de la malla de puesta a tierra se aplica la ecuación obtenida de la norma IEEE 80-2013.

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] \quad (\text{EC.5})$$

ρ = Es la resistividad del terreno

L_T = Longitud total del conductor

A = Área de la malla de puesta a tierra.

h = Profundidad de enterramiento de la malla de puesta a tierra.

3.4 Rediseño de iluminación

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

En las oficinas del GAD de San Miguel de Urucuquí, existe la iluminación natural sin embargo solo el 52.18% de las oficinas cumplen con un adecuado nivel de iluminación, una de las causas es la variedad de tipos de iluminación.

Para el rediseño del sistema de iluminación se optó por la aplicación de un software que realice el cálculo para cumplir con el nivel de iluminación requerido en las oficinas de trabajo.

3.4.1 Cálculos del diseño de iluminación

Para el diseño se toma como referencia la oficina de Unidad de agua potable y alcantarillado, el nivel de iluminación en oficinas según el NEC es de 300 Luxes, el mismo nivel que se debe mantener a una altura de 0.80 m del suelo, en la Figura 34 se aprecia la simulación que se obtuvo del software DIALux.



Figura. 34: Simulación de oficina del GAD de Urququí en DIALux

Los puntos donde se realizaron las medidas de iluminación se tomaron de la superficie de las mesas (71cm) y a una altura general de la habitación de 1.60m, los resultados se demuestran en la Figura 35.

General						
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
2 Superficie de cálculo 1	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura: 1.600 m	593	157	2474	0.26	0.063
Objetos de resultado de superficies						
3 Objeto de resultado de superficies 1 (Muebles)	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]	305	258	385	0.85	0.67
	Densidad lumínica [cd/m ²]	48.5	41.1	61.3	0.85	0.67
1 Objeto de resultado de superficies 2	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]	441	0.44	730	0.001	0.001

Figura. 35: Resultados simulación de oficina del GAD de Urququí en DIALux

Los resultados obtenidos con el software cumplen con los límites que se establecen por el NEC y es viable la utilización del software para los cálculos de iluminación del GAD de Urququí.

- **Datos del área de trabajo**

Largo (L) = 6.29 m

Ancho (A) = 5.50 m

Altura (H) = 2.50 m

Nivel de iluminación (E) = 300 lx

- **Área**

Con la aplicación de la Ecuación 1 se obtuvo el área total es igual a $34.65m^2$

- **Índice del local**

Con la aplicación de la Ecuación 2 se obtuvo que el valor del índice local es 1.17

- **Factor de reflexión**

En el Anexo B se pueden ver la tabla de factor de reflexión

Pared = 0.3

Techo = 0.5

- **Tipo de luminaria**

En el edificio del GAD de San Miguel de Urququí presenta varios tipos de luminarias fluorescentes y focos incandescentes, para el rediseño se propone la utilización de luminarias LED modelo Sylvania -2058168 OFFLYTE LINEAR 12x3 HO 4K S330G DALI la cual se muestra en la Figura 36, con la cual se realizó la simulación en el Software DIALux.

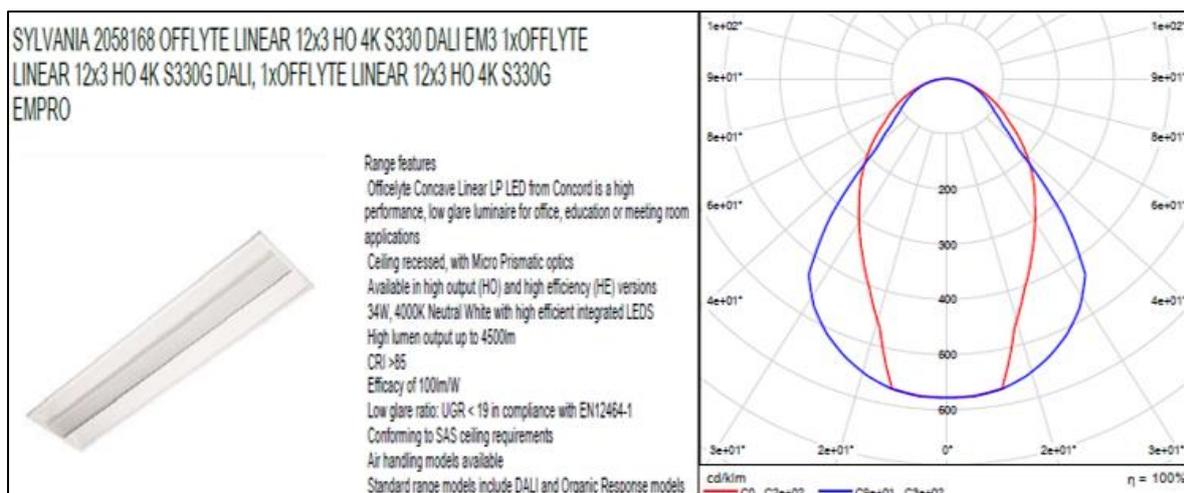


Figura. 36: Luminaria Sylvania -2058168 OFFFLYTE LINEAR 12x3 HO 4K S330G DALI

Las características de la Luminaria se presentan en la Tabla 3.1

Tabla 3.1 Características Sylvania -2058168 OFFFLYTE LINEAR 12x3 HO 4K S330G DALI

Flujo luminoso	4503 lm
Potencia	40 W
Rendimiento lumínico	93.8 lm/W
Seguridad	IP 40
Color	Blanco neutro
Control de deslumbramiento	< 20
Temperatura de color	4000 K

Fuente: (SYLVANIA, 2020)

Con el uso de las luminarias LED se puede optar por un ahorro de energía ya que tienen características optimizan su funcionamiento y consumo.

- **Factor de Utilización**

Para obtener el valor del factor de utilización se empleó la Tabla que se muestra en el Anexo B con el índice local (K) obtenido previamente

Factor de utilización (FU) = 0.31

- **Factor de Mantenimiento**

Para obtener el valor del factor de mantenimiento se empleó la Tabla que se muestra en el Anexo B

Factor de mantenimiento (FM) = 0.91

- **Flujo total**

Con la aplicación de la Ecuación 3 se obtuvo que el valor del flujo total es 30514.35 lm

- **Número de lámparas**

Para obtener el número de lámpara el flujo luminoso varia por el modelo de lámpara a usar en este caso FL = 4503 lm

Con la aplicación de la Ecuación 4 se obtuvo que el número de lámparas es 6.77 que redondeando da un valor de 8.

Por diseño se considera utilizar 4 luminarias de 2 lámparas cada una dando como resultado un total de 8 lámparas para el área calculado, dando el mismo resultado que el software, se utilizará lo recomendado por el software para aplicar la iluminación en el edificio del GAD de Urcuquí.

3.4.2 Tablas del rediseño de iluminación

En las Tablas 3.2 hasta la Tabla 3.4 se muestran las áreas y los datos de las luminarias que se proponen en el rediseño para mejorar el nivel de iluminación de la edificación cumpliendo con las especificaciones técnicas de la Normativa Ecuatoriana de la Construcción.

Tabla 3.2 Diseño de iluminación primer piso

Diseño Primer Piso					
Áreas	Iluminación (LUX)	Luminarias			Número de Luminarias
		Tipo	Flujo luminoso (lm)	Potencia (W)	
Rentas	300	LED	4503	40	2
Recaudación	300	LED	4503	40	2
Avalúos y catastros	300	LED	4503	40	4
Planificación	300	LED	4503	40	4
Oficina bodega	300	LED	4503	40	3
Pasillo espera	100	LED	4503	40	6
Talento humano	300	LED	4503	40	2
Registro de la Propiedad	300	LED	4503	40	5
Dirección de desarrollo social	300	LED	4503	40	6
Obras publicas	300	LED	4503	40	2
Agua potable	300	LED	4503	40	5
Baños	100	LED	4503	40	4
Pasillo General	100	LED	4503	40	9
Total					54

Tabla 3.3 Diseño de iluminación segundo piso

Diseño Segundo Piso					
Áreas	Iluminación (LUX)	Luminarias			Número de Luminarias
		Tipo	Flujo luminoso (lm)	Potencia (W)	
Copiadora	300	LED	4503	40	3
Auditorio	300	LED	4503	40	11
Utilería	300	LED	4503	40	2
Asesoría jurídica	300	LED	4503	40	2
Baños	100	LED	4503	40	4
Bodega financiera	300	LED	4503	40	3
Médico ocupacional	300	LED	4503	40	1
Sistemas	300	LED	4503	40	1
Secretaría General	300	LED	4503	40	2
Alcaldía	300	LED	4503	40	5
Sala de sesiones	300	LED	4503	40	4
Tesorería y contabilidad	300	LED	4503	40	2
Tic's	300	LED	4503	40	2
Dirección Financiera	300	LED	4503	40	2
Balcón	100	LED	4503	40	2
Pasillos	100	LED	4503	40	9
Total					55

Tabla 3.4 Diseño de iluminación Tercer Piso

Diseño Tercer Piso					
Áreas	Iluminación (LUX)	Luminarias			Número de Luminarias
		Tipo	Flujo luminoso (lm)	Potencia (W)	
Gestión ambiental y minas	300	LED	4503	40	5
Bodega	300	LED	4503	40	1
Baño	100	LED	4503	40	1
Total					7

Para mejora el nivel de iluminación se propone unificar el tipo de luminarias presente en la edificación del GAD de Urcuquí a un tipo LED debido a que presenta mejores características de ahorro de energía.

3.4.3 Total de luminarias en el rediseño

En la Tabla 3.5 se muestra el resultado total de las luminarias que se utilizarán para el rediseño.

Tabla 3.5 Total luminarias diseño

Pisos	DIAGNÓSTICO		REDISEÑO	
	Número de luminarias	Potencia (W)	Número de luminarias	Potencia (W)
Primer piso	66	3449	54	2160
Segundo piso	68	3260	55	2200
Tercer piso	8	340	7	280
Total	142	7049	116	4640

El total de luminaria en el rediseño es menor al que se encuentra instalado actualmente, todas las luminarias son LED para obtener ahorro en el consumo de energía, en el Anexo I en los planos eléctricos de iluminación del rediseño se aprecia la ubicación de las luminarias.

3.5 Rediseño de tomacorrientes

Los tomacorrientes, como se muestra en el diagnóstico están deteriorados y se necesitan más puntos de conexión para alimentar los diferentes dispositivos que se utilizan a diario en las oficinas del GAD de Urcuquí.

En la Tabla 3.6 hasta la Tabla 3.8 se muestran las áreas y los datos de los tomacorrientes que se proponen para el rediseño, para los cálculos de la potencia de los tomacorrientes se considera una carga de 200 W por tomacorriente como lo indica la Normativa Ecuatoriana de la Construcción.

Tabla 3.6 Diseño de Tomacorrientes Primer piso

Áreas	DIAGNÓSTICO		REDISEÑO	
	Número de Tomacorrientes	Potencia (W)	Número de Tomacorrientes	Potencia (W)
Rentas	2	400	2	400
Recaudación	4	800	4	800
Avalúos y catastros	4	800	4	800
Planificación	8	1600	8	1600
Oficina bodega	3	600	3	600
Pasillo espera	6	1200	6	1200
Talento humano	4	800	4	800
Registro de la Propiedad	5	1000	5	1000
Dirección de desarrollo social	12	2400	13	2600
Obras publicas	5	1000	5	1000
Agua potable	8	1600	8	1600
Baños	-	-	-	-
Pasillo General	-	-	1	200
Total	61	12200	63	12600

Tabla 3.7 Diseño de Tomacorrientes Segundo piso

Áreas	DIAGNÓSTICO		REDISEÑO	
	Número de Tomacorrientes	Potencia (W)	Número de Tomacorrientes	Potencia (W)
Copiadora	4	800	6	1200
Auditorio	11	2200	11	2200
Escenario	2	400	2	400
Utilería	4	800	4	800
Asesoría jurídica	2	400	2	400
Baños	2	400	2	400
Bodega financiera	5	1000	5	1000
Médico ocupacional	3	600	3	600
Sistemas	2	400	2	400
Secretaría General	7	1400	7	1400
Alcaldía	3	600	3	600
Sala de sesiones	6	1200	6	1200
Tesorería y contabilidad	6	1200	6	1200
TICs	5	1000	5	1000
Dirección Financiera	5	1000	5	1000
Balcón	2	400	2	400
Pasillos	1	200	1	200
Total	70	14000	72	14400

Tabla 3.8 Diseño de Tomacorrientes Tercer piso

Áreas	DIAGNÓSTICO		REDISEÑO	
	Número de Tomacorrientes	Potencia (W)	Número de Tomacorrientes	Potencia (W)
Gestión ambiental y minas	7	1400	8	1600
Bodega	1	200	-	-
Baño	1	200	1	200
Total	9	1800	9	1800

En el rediseño se reubicaron tomacorrientes a lugares en los que se utilizan más dispositivos eléctricos y se agregaron unos nuevos tomacorrientes, los cambios se encuentran en los planos de rediseño en el apartado Anexo I.

3.6 Distribución de los circuitos

Para la distribución de los circuitos se deben modificar los tableros de distribución y crear un tablero general, los circuitos de fuerza y los de iluminación tienen que ser independientes y tener una protección individual cumpliendo con lo indicado por la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

3.6.1 Diseño tablero general

La presencia de un tablero general es necesario para controlar todo el sistema eléctrico de la edificación, la ubicación de tablero debe ser a un costado del medidor eléctrico, la línea 1 presenta más circuitos alimentados, para el rediseño que se propone como se muestra en la Tabla 3.9 la línea 1 actuará en el primer piso y en el segundo y tercer piso actuará la línea 2.

Tabla 3.9 Tablero General de Control

N°	Descripción	Protección (A)	N°	Descripción	Protección (A)
	Línea 1			Línea 2	
1	Circuito 1: Alimentación tablero de distribución 1 y 2	60	4	Circuito 4: Alimentación tablero de distribución 4,5 y 6	60
2	Circuito 2: Alimentación tablero de distribución 3	50	5	Circuito 5: Alimentación tablero de distribución 7	20
3	Vacío	-	6	vacío	-

El tablero de distribución 2, presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 6 servicios.
- Alimentación de 2 fases + neutro, los conductores son de cobre, calibre #8 AWG tipo THHN.
- Presenta 4 servicios activos y 2 inactivos.

3.6.2 Diseño tableros de distribución

La distribución de los circuitos de cada uno de los tableros fue diseñada para equilibrar las cargas modificando los tableros existentes para alimentar a las oficinas más cercanas a cada uno de los tableros.

3.6.2.1 *Diseño del Tablero de distribución 1*

El tablero de distribución 1 tiene 8 servicios, se ubica en el primer piso en medio del pasillo de la entrada principal, en la Tabla 3.10 se describe los circuitos que alimenta.

Tabla 3.10 Diseño Tablero de distribución 1

N°	Descripción	Áreas	Calibre conductor	Protección
1	Iluminación	Pasillo exterior	14	1P/20 A
2	Iluminación	Talento humano	14	1P/20 A
3	Iluminación	Dirección de desarrollo social	14	1P/20 A
4	Iluminación	Pasillo general y baños	14	1P/20 A
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-
7	Tomacorrientes	Dirección de desarrollo social	12	1P/40 A
8	Tomacorrientes	Talento humano y pasillo general	12	1P/20 A

Los principales cambios del tablero de distribución 1 son la separación de los circuitos ya que alimenta tanto a circuitos de iluminación como a circuitos de fuerza, controla la parte frontal del primer piso.

3.6.2.2 *Diseño del Tablero de distribución 2*

El tablero de distribución 2 tiene 6 servicios, se ubica en el primer piso frente a los baños, en la Tabla 3.11 se describe los circuitos que alimenta.

Tabla 3.11 Diseño Tablero de distribución 2

N°	Descripción	Áreas	Calibre conductor	Protección
1	Iluminación	Dirección de agua potable y unidad de agua potable	14	1P/20 A
2	Iluminación	Obras públicas y registro de la propiedad	14	1P/20 A
3	-	-	-	-
4	Tomacorrientes	Obras públicas y dirección de agua potable	12	1P/20 A
5	Tomacorrientes	Unidad de agua potable	12	1P/20 A
6	Tomacorrientes	Registro de la propiedad	12	1P/20 A

El tablero de distribución 2 ahora controla la parte posterior y la parte occidental del primer piso, la ubicación del tablero no fue alterada.

3.6.2.3 *Diseño del Tablero de distribución 3*

El tablero de distribución 3 tiene 8 servicios, se ubica en el primer piso frente a Talento humano, en la Tabla 3.12 se describe los circuitos que alimenta.

Tabla 3.12 Diseño Tablero de distribución 3

N°	Descripción	Áreas	Calibre conductor	Protección
1	Iluminación	Oficina bodega	14	1P/15 A
2	Tomacorrientes	Oficina bodega	12	1P/20 A
3	Iluminación	Pasillo espera	14	1P/20 A
4	-	-	-	-
5	Iluminación	Rentas, recaudación y catastros	14	1P/20 A
6	Iluminación	Planificación	14	1P/20 A
7	Tomacorrientes	Rentas, recaudación y pasillo espera	12	1P/30 A
8	Tomacorrientes	Planificación y catastros	12	1P/30 A

El tablero de distribución 3 ahora controla la parte sur y este del primer piso, la ubicación del tablero no se vio modificada.

3.6.2.4 *Diseño del Tablero de distribución 4*

El tablero de distribución 4 tiene 6 servicios, se ubica en el segundo piso frente a Tesorería, en la Tabla 3.13 se describe los circuitos que alimenta.

Tabla 3.13 Diseño Tablero de distribución 4

N°	Descripción	Áreas	Calibre conductor	Protección
1	Iluminación	Tesorería, contabilidad, TICs, dirección financiera bodega financiera, medico ocupacional, sistemas y baños	14	1P/20 A
2	Tomacorrientes	Tesorería, contabilidad y TICs	12	1P/40 A
3	Tomacorrientes	Dirección financiera y medico ocupacional	12	1P/40 A
4	Tomacorrientes	Sistemas, bodega financiero y baños	12	1P/40 A
5	-		-	-
6	-		-	-

El tablero de distribución 4 ahora controla la parte sur y oeste del segundo piso, la ubicación del tablero no se vio modificada.

3.6.2.5 *Diseño del Tablero de distribución 5*

El tablero de distribución 5 tiene 6 servicios, se ubica en el segundo piso frente a secretaría general, en la Tabla 3.14 se describe los circuitos que alimenta.

Tabla 3.14 Diseño Tablero de distribución 5

N°	Descripción	Áreas	Calibre conductor	Protección
1	Iluminación	Alcaldía, secretaría general, sala sesiones y balcón	14	1P/20 A
2	Tomacorrientes	Alcaldía y secretaría general	12	1P/30 A
3	Iluminación	Accesoría jurídica, pasillo y copiadora	14	1P/20 A
4	Tomacorrientes	Accesoría jurídica, sala sesiones, balcón y pasillo	12	1P/30 A
5	-		-	-
6	-		-	-

El tablero de distribución 5 ahora controla la parte del norte del segundo piso, la ubicación del tablero no se vio modificada y se separó los circuitos para iluminación y de fuerza.

3.6.2.6 *Diseño del Tablero de distribución 6*

El tablero de distribución 6 tiene 4 servicios, se ubica en el segundo piso en el auditorio, en la Tabla 3.15 se describe los circuitos que alimenta.

Tabla 3.15 Diseño Tablero de distribución 6

N°	Descripción	Áreas	Calibre conductor	Protección
1	Tomacorrientes	Auditorio	12	1P/20 A
2	Iluminación	Auditorio y utilería	14	1P/20 A
3	Tomacorrientes	Utilería, copiadora, audio y escenario	12	1P/30 A
4	Iluminación	Escenario	14	1P/10 A

El tablero de distribución 6 ahora controla la parte del este del segundo piso, la ubicación del tablero no se vio modificada y se separó los circuitos para iluminación y de fuerza.

3.6.2.7 *Diseño del Tablero de distribución 7*

El tablero de distribución 7 tiene 4 servicios, se ubica en el tercer piso en el baño, en la Tabla 3.16 se describe los circuitos que alimenta.

Tabla 3.16 Diseño Tablero de distribución 7

N°	Descripción	Áreas	Calibre conductor	Protección
1	Iluminación	Gestión ambiental y minas	14	1P/20 A
2	Tomacorrientes	Gestión ambiental y minas	12	1P/20 A

El tablero de distribución 7 controla todo el piso tres, la ubicación del tablero no se vio modificada para evitar gastos innecesarios.

3.7 Planos Unifilares

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

3.8 Sistema de puesta a tierra

En el diagnóstico realizado de las instalaciones eléctricas internas de la edificación del GAD de Urcuquí, el sistema de puesta a tierra es ineficiente, por lo que es necesario realizar

un diseño de un sistema de puesta a tierra que sea funcional, viable y cumpla con lo establecido por el NEC.

Para el diseño se propone una malla de puesta a tierra que puede ser implementado en la parte posterior del edificio, para el cálculo se optó por las fórmulas establecidas en la norma IEEE Std 80-2013.

3.9 Diseño de la malla de puesta a tierra

Para el diseño el valor de la resistencia de la malla de puesta a tierra debe ser menor a 5 ohmios cumpliendo con lo establecido por el NEC.

De acuerdo con el estudio de (Rosero & Chiluisa, 2011) indica que el tipo de suelo que predomina en el área geográfica del cantón de Urcuquí es arenoso – arcilloso, en el Anexo C la tabla muestra que para el tipo de arena arcillosa la resistividad del suelo es de 50 ohmios por metro.

Calibre del conductor para la malla de puesta a tierra

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

El conductor de la acometida es el No. 6 AWG, por lo tanto, el conductor de la puesta a tierra será de cobre calibre 1/0 AWG.

Calibre del conductor de tierra para los tomacorrientes

Para determinar el calibre del conductor de tierra se utiliza la Tabla 3.17

Tabla 3.17 Tamaño de los conductores de tierra para canalización y equipos.

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos Conduit, etc (A)	Sección transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre*	
	mm^2	AWG o kcmil	mm^2	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,3	12
20	3,3	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,26	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6
200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,66	3	52,2	1
500	33,62	2	53,5	1/0
600	42,2	1	67,44	2/0
800	53,5	1/0	85,02	3/0
1000	67,44	2/0	107,21	4/0
1200	85,02	3/0	126,67	250kcmil
1600	107,21	4/0	177,43	350kcmil

Fuente: (NEC, 2018)

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

Datos

- N = número de varillas = 4
- L = longitud de las varillas = 1.80 m
- A = área de la malla de puesta a tierra = $4m^2$
- h = profundidad de aterramiento = 0.8 m
- LT = longitud total del conductor = 12 m
- ρ = resistividad del suelo = 20 [Ω .m].

Diseño

El diseño de la malla de puesta a tierra se muestra en la Figura 37.

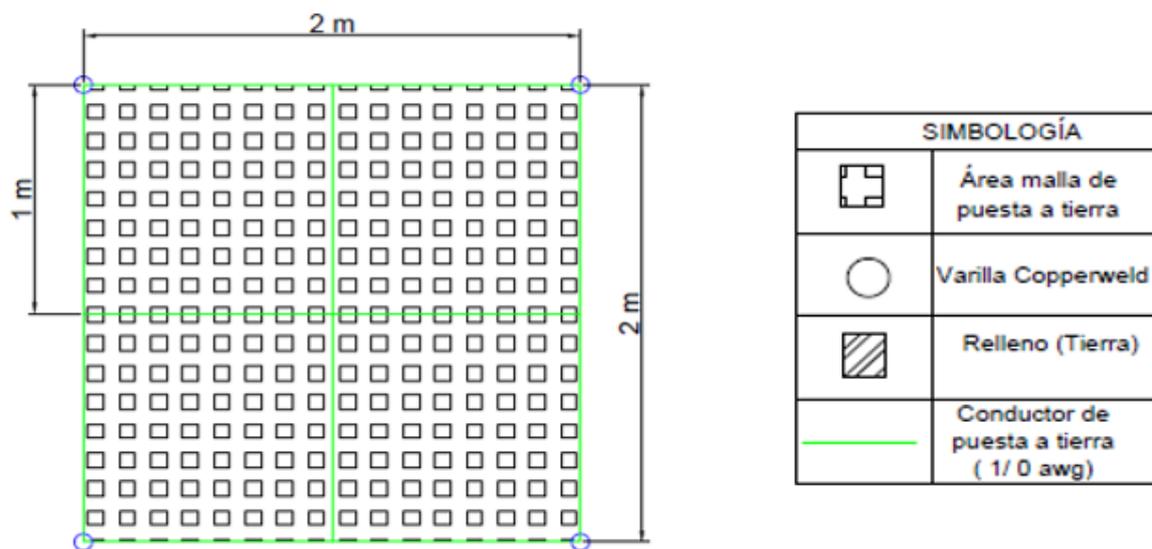


Figura. 37: Diseño de la malla de puesta a tierra

Las uniones con la varilla y entre conductores son realizados por una suelda exotérmica, la ubicación del sistema de puesta a tierra está previsto realizarse en la parte posterior de la edificación a un costado de oficina bodega como se aprecia en el Anexo L.

Mejoramiento del terreno para disminuir la resistencia de puesta a tierra

Se conoce que el suelo no posee ningún tratamiento, y para reducir la resistividad del suelo se propone realizar un tratamiento químico en el área de la malla de puesta a tierra, con la aplicación de la mejora química la reducción de la resistencia de puesta a tierra varía entre el 40% y el 85% del valor original sin tratamiento.

De acuerdo con los resultados obtenidos del uso del Gel benzoeléctrico por (Aguilar, 2010), menciona que la resistencia del suelo inicial era de 50 ohmios y luego de aplicar el Gel benzoeléctrico obtuvo una resistencia final de 20 ohmios.

El resultado que se prevé después de utilizar el tratamiento químico en la malla de puesta a tierra del GAD de Urcuquí es la disminución de la resistividad del suelo inicial hasta un valor mínimo de 20 ohmios.

Determinación de la resistencia de la malla de puesta a tierra

Una vez determinado todos los datos y área donde se construirá el sistema de puesta a tierra, se calcula la resistencia de la malla de puesta a tierra con la Ecuación 5.

El valor de la resistencia de malla de puesta a tierra es de $R_g = 4.704$ ohmios, el valor es menor a los 5 ohmios cumpliendo con la indicado por el NEC.

3.10 Presupuesto económico

La información que se obtuvo del diagnóstico, indica que las instalaciones eléctricas en la mayoría de las pruebas realizadas no cumplen con los estándares que se encuentran en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, por lo tanto, las soluciones propuestas en ese trabajo de grado son una inversión que se recuperará a largo plazo.

La inversión en este proyecto generará beneficios además del económico en la productividad laboral, la seguridad del personal y la eficiencia de los trabajadores, los beneficiados de forma directa son los trabajadores que operan dentro del edificio y los beneficiarios indirectos son los ciudadanos del cantón San Miguel de Urquí.

Costo total del Rediseño

El presupuesto referencial que se obtuvo de los materiales son precios que se obtuvieron en la página de mercado libre EC en el mes de octubre del 2022 como se aprecia en la Tabla 3.18.

Tabla 3.18 Costo del Rediseño para el edificio del GAD de Urcuquí

PRESUPUESTO REFERENCIAL				
DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDA D	PRECIO C/U	TOTAL
INTERRUPTORES Y TOMACORRIENTES				
Interruptor simple	8	C/U	3.25	26.00
Interruptor doble	3	C/U	4.50	13.50
Tomacorriente doble	10	C/U	3.50	35.00
TABLERO ELÉCTRICO Y PROTECCIONES				
Tablero bifásico, 6 servicios, montaje tipo superficie/empotrada	3	U	35.60	106.80
Interruptor Termomagnético 1P- 20 A tipo GE THQE	4	C/U	6.70	26.80
Interruptor Termomagnético 1P- 30 A tipo GE THQE	4	C/U	9.10	36.40
Interruptor Termomagnético 1P- 50 A tipo GE THQE	1	C/U	10.80	10.80
Interruptor Termomagnético 1P- 60 A tipo GE THQE	2	C/U	12.00	24.00
CONDUCTORES				
Conductor de cobre tipo THHN #12 AWG	10	100 m	48.90	489.00
Conductor de cobre tipo THHN #14 AWG	10	100 m	35.00	350.00
Conductor de cobre tipo THHN #10 AWG	10	100 m	80.00	800.00
Canaletas 32x12	500	2 m	5.00	2500.00
PUESTA A TIERRA				
Conductor de cobre tipo THHN # 1/0 AWG	12	m	6.00	72.00
Varillas Copperweld (5/8" x1.80m)	4	C/U	11.00	44.00
Conectores de bronce	4	C/U	1.10	4.40
Gel benzoeléctric. 25kg	6	U	20.00	120.00
Soldura exotérmica	5	U	8.00	40.00
LUMINARIAS				
Luminaria led sylvania -2058168 offlyte linear	116	C/U	20	2320.00
MANO DE OBRA				
Punto de tomacorriente	144	pto	16.25	2340
Punto de Iluminación	116	pto	45.51	5279.16
Subtotal			USD	14.637,86
Costos indirectos			20%	2.927,57
TOTAL			USD	\$17.565,43

Los valores de costo de mano de obra están calculados en base a los análisis de precios unitarios (Apu), estos valores referenciales varían dependiendo del municipio en donde se realicen los proyectos.

Beneficios económicos

Los ingresos se los obtiene del ahorro que producen los cambios propuestos al GAD, en la Tabla 3.19 se aprecia el total de energía que se consume al mes, los datos coinciden con los datos del analizador de red instalado en el GAD de Urcuquí.

Tabla 3.19 Energía consumida al mes diagnóstico

DIAGNÓSTICO					
CARGAS	CANTIDAD	POTENCIA (W)	HORAS	Energía Watts	Energía al mes (KWh/mes)
COMPUTADORAS	47	200	6	56.400	1128
IMPRESORAS	25	6.8	1/4	42.5	0.85
IMPRESORAS	5	72	1/4	90	1.8
LUMINARIAS	7	3x40	9	7.410	148.2
LUMINARIAS	8	2x40	9	5.600	112
LUMINARIAS	83	30	9	22.410	448.2
MICROONDAS	1	800	1/4	200	4
CAFETERA	3	900	1/4	675	13.5
SERVIDOR	1	150	24	3.600	72
TOTAL				96428	1928.55
ENERGIA (USD/KWh)			Tarifa	0.093	\$ 179.35

Los valores del consumo de energía al mes se los compara con los cambios de luminarias propuestos en el rediseño como se muestra en la Tabla 3.20

Tabla 3.20 Energía consumida al mes rediseño

CARGAS	CANTIDAD	POTENCIA	HORAS	Energía Watts	Energía al mes (KWh/mes)
COMPUTADORAS	47	200	6	56.400	1128
IMPRESORAS	25	6.8	1/4	42.5	0.85
IMPRESORAS	5	72	1/4	90	1.8
LUMINARIAS	70	40	9	25.200	504
MICROONDAS	1	800	1/4	200	4
CAFETERA	3	900	1/4	675	13.5
SERVIDOR	1	150	24	3.600	72
TOTAL				86207.5	1724.15
ENERGIA (USD/KWh)			Tarifa	0.093	\$ 160.34

Con el cambio de las luminarias se ahorraría 19.01 dólares al mes en la planilla de luz emitida por la empresa distribuidora.

En el municipio algunos dispositivos eléctricos por la ausencia de la protección de puesta a tierra de servicio se deben retirar de su operación por averías internas, de acuerdo con el informe del técnico de sistemas del GAD de Urcuquí que se encuentra en el ANEXO D, al año un promedio de 10 CPU, 3 impresoras, 2 pantallas, 1 servidor y 6 luminarias deben ser reparadas.

En la tabla 3.21 se muestra el valor promedio de ahorro a un año que obtendrá la edificación del Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Urcuquí con los cambios mencionados en este trabajo.

Tabla 3.21 Valor de ahorro

Ahorro			
VARIABLES	Cantidad	Valor x unidad	Ahorro 1 año
CPU	10	60	600
Impresoras	3	20	60
Pantallas	2	10	20
Servidores	1	1250	1250
Luminarias	6	25	150
Planilla	12	19.01	228.12
TOTAL			\$ 2308.12

El proyecto presentado ofrece además de los beneficios económicos, beneficios como la seguridad de las personas que trabajan en el GAD de Urcuquí, por medio de la prevención de accidentes eléctricos, por otro lado, los cambios mencionados también servirán para alargar la vida útil de los componentes eléctricos y electrónicos.

CONCLUSIONES

- Después de un análisis se determinó que la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) contiene toda la información necesaria para la elaboración de diseños para instalaciones eléctricas de bajo, medio y alto voltaje, además presenta la simbología utilizada para la creación de planos eléctricos, para la elaboración de un sistema de puesta a tierra la normativa IEEE 80-2013 presenta las fórmulas que se deben aplicar para obtener un sistema de puesta a tierra eficiente.
- El diagnóstico de las instalaciones eléctricas internas de la edificación del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón San Miguel de Urquí, muestra los resultados del estado de deterioro de los componentes eléctricos, además de no prestar importancia en la realización de mantenimientos periódicos, de igual forma no presenta un sistema de seguridad de puesta a tierra en la edificación.
- Los cambios que se proponen en el rediseño de las instalaciones fueron realizados en base a los estándares de calidad de la normativa, buscando alternativas como la unificación del tipo de luminaria a una Led, una nueva distribución de los circuitos en los tableros de distribución, la implementación de un tablero general, cambios en la ubicación tomacorrientes, el diseño del sistema de puesta a tierra, entre otros con el fin de obtener ahorro de energía manteniendo la eficiencia.
- La implementación de un sistema de puesta a tierra es obligatoria en cualquier instalación eléctrica, por lo tanto, se elaboró el diseño de la malla de puesta a tierra con una resistencia menor a los 5 Ohmios de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción, la malla de puesta a tierra proporciona la seguridad de las personas previniendo la ocurrencia de accidentes eléctricos producidos por descargas eléctricas, además se propone la implementación de una puesta a tierra de servicio para alargar la vida útil de los dispositivos eléctricos.

RECOMENDACIONES

- La implementación de una dirección de electricidad, que realice el mantenimiento de las instalaciones y componentes eléctricos en la edificación del GAD municipal de Urcuquí, además que resuelva todos los problemas presenten en la edificación y de su criterio técnico especial sobre los componentes que se requieran una modificación.
- Es importante la planificación y creación de un plan de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, con el fin de alargar la vida útil de los componentes eléctricos y en consecuencia la integridad de los dispositivos electrónicos y eléctricos que forman parte del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón San Miguel de Urcuquí.
- Se podría realizar un estudio y análisis económico en el sistema de iluminación en el que se utilicen paneles fotovoltaicos para la alimentación de las luminarias de la edificación del GAD municipal del cantón San Miguel de Urcuquí, con el fin de reducir el consumo de energía reflejados en las planillas emitidas por la empresa distribuidora.
- Una investigación que demuestre la viabilidad y la eficiencia en la implementación de sensores de movimiento para el encendido de las luminarias y los temporizadores para el uso de los dispositivos como computadoras e impresoras en la edificación del GAD municipal del cantón San Miguel de Urcuquí.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, P. M. (2010). Diseño y construcción de puesta a tierra para el colegio técnico industrial Gualaceo, basado en las recomendaciones prácticas para el aterrizamiento en sistemas eléctricos comerciales e industriales de la IEEE. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/405/13/UPS-CT001929.pdf>
- AGUIRRE, M. A. (2018). *ESTUDIO DE CARGA Y DISEÑO DE INSTALACIONES*. Quito. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19365/4/CD-8747.pdf>
- Alvarado, J. S. (noviembre de 2014). *Rediseño de los Sistemas Eléctricos de Emergencia del Hospital*. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/5822/redise%C3%B1o-sistemas-el%C3%A9ctricos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Apaza, E. P., & Condor, R. J. (2016). *ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS*. Cusco. Obtenido de http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/2260/253T20160058_TC.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- ARCERNNR. (2020). *Regulación 002-20*. Obtenido de <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2021/01/Regulacion-002-20.pdf>
- ARCERNNR. (2022). *Pliego tarifario de servicio público de energía eléctrica*. Obtenido de https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/05/Pliego-Tarifario-Servicio-Publico-de-Energia-Elctrica_-Ano-2022.pdf
- ARCONE. (2020). *PLIEGO TARIFARIO PARA LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN CODIFICADO*. Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/01/2-Pliego-Tarifario-SPEE-2020.pdf>
- Arízaga, E. S. (2015). *EFICIENCIA DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN CUENCA*. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22992/3/Tesis.pdf>
- ATK, J. (2009). *Bombilla incandescente*. Obtenido de <http://jorgeatk.blogspot.com/2009/03/bombilla-incandescente-filamento.html>
- Carrasco, L. B. (2018). *CONDICIONES SUBESTÁNDAR DE ILUMINACIÓN Y SU INCIDENCIA EN LA ILUMINACIÓN DE LA EMPRESA ARBORIENTE S.A.* Ambato. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28815/1/Tesis_%20t1492ms%20hi.pdf
- Chabla, L., & Córdova, D. (2015). *EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ALUMBRADO PÚBLICO DEL CENTRO HISTÓRICO DE CUENCA: TELEGESTIÓN Y SUSTITUCIÓN DE LUMINARIAS*. CUENCA. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21652/1/tesis.pdf>

- Constante, J. (03 de agosto de 2016). ¿Cómo se genera la energía eléctrica en Ecuador? *El Telegrafo*. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/punto/1/como-se-genera-la-energia-electrica-en-ecuador>
- Comision Nacional del Agua. (2007). *Diseño de instalaciones eléctricas*. coyoacán. Obtenido de https://www.academia.edu/14721295/Dise%C3%B1o_de_instalaciones_el%C3%A9ctricas_2_
- Diego, S., & fernando, V. (2016). *diseño e implementacion de un medidor de energia electronico para vivienda, con orientacion a la prevencion de consumo y ahorro energetico*. Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12893/1/UPS-CT006717.pdf>
- Dielectro Industrial. (2016). *El interruptor diferencial*. Instalectra. Obtenido de <http://www.instalectra.org/Revistas/1del2016.pdf>
- Dirección de Análisis y Estrategia de Energía . (2016). *Estado de la eficiencia energética en Ecuador: identificación de oportunidades* . CAF. Obtenido de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00385.pdf>
- EcuamineralesGB. (2019). Obtenido de: <https://agroshow.info/agroexponente/ecuaminerales-gb/>
- Educación, M. d. (2018). *Manual de electricidad residencial*. unidad, nicaragua triunfa. Obtenido de <https://www.mined.gob.ni/biblioteca/wp-content/uploads/2018/08/Manual-de-Electricidad-Residencial.pdf>
- Faradayos. (2015). *Funciones y partes principales del panel de distribución eléctrico*. Obtenidos de <http://faradayos.blogspot.com/2013/05/panel-caja-breakers-partes-funcion.html>
- Fernando, A. P. (2020). *REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EL EDIFICIO DE COORDINACIÓN ZONA 1 MINISTERIO DE EDUCACIÓN*. Ibarra. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10590/2/04%20MEL%20088%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Fluke. (2006). *Fluke 1748*. Obtenido de https://www.cedesa.com.mx/pdf/fluke/fluke-1740_serie-1740_serie_sheet.pdf
- Galán, C. A. (2017). *Diseño de estrategias de gestión ambiental para mejorar la*. Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/22252/1/TESIS%20MGA%20037%20mejorar%20la%20eficiencia%20energetica%20en%20la%20edificac.pdf>
- GAONA, I. L. (2019). *CONVERSIÓN DE UN POZO PRODUCTOR EN INYECTOR*,. Quito. Obtenido de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20064>

- Gilberto, A. B. (2015). *Estudio y análisis de eficiencia energética del sistema eléctrico del hospital IESS*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12484/1/T-ESPE-049717.pdf>
- GMM Technoworld Pte Ltd. (2019). Obtenido de: <https://testmeter.sg/>
- Gómez, P. R. (2011). *Lámparas de bajo consumo (Lámparas compactas fluorescentes o CFL)*. Obtenido de <http://diver-noticias.blogspot.com/2011/07/>
- Guaman, M., & Posligua, N. (2015). *Diseño de iluminación con luminarias tipo led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas*. Guayaquil. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10253/1/UPS-GT001344.pdf>
- HYTAIS. (s.f.). *TD200 SERIES OF INSTRUCTIONS*. Obtenido de <https://picclick.co.uk/HYTAIS-TS202-Digital-Clamp-Meter-Multimeter-True-RMS-303588834591.html>
- IEC. (2017). *IEC 61439-1*. Obtenido de: <https://www.legrand.es/documentos/Guia-Normativas-Potencia-Legrand.pdf>
- INEN . (2015). *ALAMBRES Y CABLES CON AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO*. Quito. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/n-te-inen-2345-1.pdf>
- INEN. (2010). *TABLEROS, GABINETES, CAJAS DE PASO, CAJAS DE ALUMBRADO, RACKS Y ACCESORIOS DE RACK. REQUISITOS*. Quito. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2568.pdf>
- ISO. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad-requisitos*. Ginebra. Obtenido de: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- León, L., & Orellana, F. (2014). *MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DEL ALUMBRADO PÚBLICO DE UNA ARTERIA DE CIRCULACIÓN VEHICULAR DE LA CIUDAD DE CUENCA, MEDIANTE LA SUSTITUCION POR TECNOLOGIA LED*. Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5312/1/tesis.pdf>
- LEVITON. (2019). *Triptico Leviton*. Bogotá. Obtenido de <https://electroenchufe.com/wp-content/uploads/2019/10/Triptico-Leviton-2019.pdf>
- Loaiza, L. R. (2016). *Proyecto y diseño de instalaciones en media y baja tensión para un edificio*. Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5410/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-75.pdf>
- MARTÍNEZ, H., & ANDRADE, Y. (2015). *DIAGNÓSTICO A LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA INSTITUCIÓN*. Pereira. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5727/62131924M385.pdf?jsessionid=6D7476975B8F4DC1A6AAA6E82B821BB8?sequence=1>
- Mercy, C., & Diego, J. (2017). *REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA EN LA UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI*

CUMPLIENDO LAS NORMATIVAS REGIONALES VIGENTES. Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4377/1/PI-000575.pdf>

NEC, (2013). *INSTALACIONES ELECTROMECHANICAS*. convenio miduvi.

NEC. (2018). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. obtenido de : <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>

NEMA. (2018). *Enclosures for Electrical Equipmen*. obtenido de: <https://www.nema.org/standards/view/Enclosures-for-Electrical-Equipment>

Oliva. (2018). *Manual de iluminación*. Obtenido de <https://olivailuminacion.com/media/pdf/descargas/Manual-de-iluminacion-2018.pdf>

Palacios, D. L. (2014). *Levantamiento y rediseño adecuado de las instalaciones eléctricas del monasterio de la inmaculada concepción del canton Otavalo provincia de Imbabura*. Quito. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8700>

Rodriguez, J. C. (2015). *Instalaciones eléctricas . trillas*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/476331222/proyectos-residenciales-e-industriales>

Rosero, A. J., & Chiluisa, L. N. (2011). *PROPUESTA PARTICIPATIVA PARA REPOBLACION FORESTAL EN IBARRA*. Obtenido de: <https://1library.co/document/yjoj12z-propuesta-participativa-repoblacion-forestal-canton-urcuqui.html>

schneider. (2020). *Termomagnéticas, Diferenciales y Limitadores*. Obtenido de <https://www.se.com/ar/es/product-range-download/65817-protecciones-easy9/?parent-subcategory-id=1665&selected-node-id=12368277349#/documents-tab>

Schneider. (2021). *Protection, Control, and Energy Automation*. Obtenido de <https://www.se.com/mx/es/download/document/0100CT1901/>

SYLVANIA. (2020). obtenido de: <https://www.sylvania-lighting.com/product/en-int/categories/>

Soler, R. M. (marzo de 2006). *Diseño de la instalaciones eléctricas del centro comercial METROPOLIS BARQUISIMETO*. Obtenido de https://www.academia.edu/29654846/Tesis_instalaciones_electricas

UNE. (2015). *Luminarias*. Madrid. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/449940137/UNE-EN-60598-1-2015>

Vargas, V. R. (2015). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA UTILIZACION DE LUMINARIAS TIPO LED EN LA FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO*. Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3795/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-55.pdf>

- Veliz, C., & Ramirez, G. (2014). *LEVANTAMIENTO DE LOS PLANOS ARQUITECTONICOS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN Y REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIDAD EDUCATIVA SALESIANA "DOMINGO COMIN"*. Guayaquil. obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7378/1/UPS-GT000761.pdf>
- Verduga, J., & Zambrano, W. (2017). *Analisis tecnico sobre los efectos generados por equipos de induccion en el consumo electrico residencial del edificio holsol*. Chone. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12893/1/UPS-CT006717.pdf>
- VETO. (2020). *Interruptores boton delgado*. Obtenido de <https://www.vetoelectric.com/wp-content/uploads/2020/06/FTPRES29085.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: Tabla de conductores

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

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

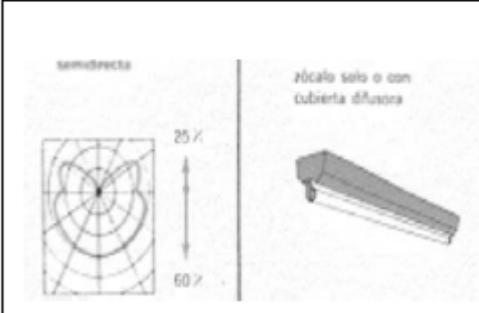
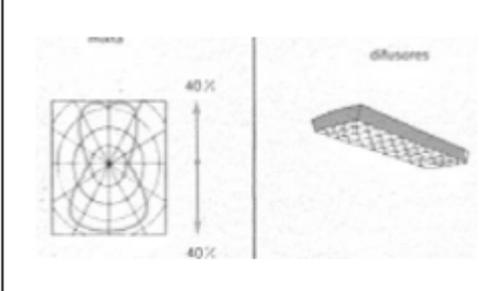
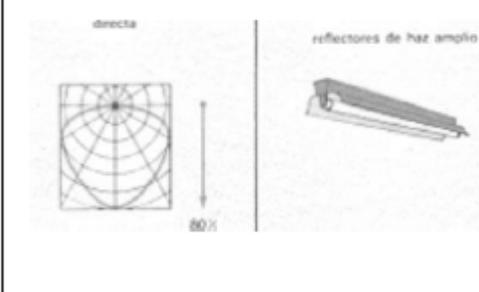
* A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta norma, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no se debe superar 15 A para 14 AWG, 20 A para 12 AWG y 30 A para 10 AWG, todos de cobre.

ANEXO B: Tablas para el cálculo de iluminación

Factor de reflexión.

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

Factor de Utilización

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

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

ANEXO C: Tablas de suelos y su resistividad

TIPOS DE SUELOS Y SUS RESISTIVIDADES

NATURALEZA DEL TERRENO	Resistividad en $\Omega \cdot m$
Terrenos Pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba Húmeda	5 a 100
Arcilla Plástica	50
Marga y Arcillas Compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena Arcillosa	50 a 500
Arena Silíceas	200 a 300
Suelo Pedregoso Cubierto de Césped	300 a 500
Suelo Pedregoso Desnudo	1,500 a 3,000
Calizas Blandas	100 a 300
Calizas Compactas	1,000 a 5,000
Calizas Agrietadas	500 a 1,000
Pizarras	50 a 300
Roca de Mica o Cuarzo	500 a 5000
Granito y Gres procedentes de Alteraciones	1,500 a 10,000
Roca Ígnea	5,000 a 15,000

ANEXO D: Informe Técnico de sistemas



GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO
SAN MIGUEL DE URQUQUÍ



MEMORANDUM GADMU-TS-2022-086-M

FECHA: 05 de julio del 2022
PARA: Ing. Rosalba Salcedo, DIRECTORA ADMINISTRATIVA
DE: Mario Farinango, TÉCNICO EN SISTEMAS
ASUNTO: INFORME

Por medio del presente y en respuesta al MEMORANDO Nro. 136-PSM-2022 del 04 de julio del 2022, me permito presentar un informe estadístico de los dispositivos que han sufrido daños, han sido reparados y otros que han sido destinados para dar de baja durante los últimos 5 años. Debo mencionar que los equipos que han sido destinados para el proceso de baja muchos de ellos han cumplido su ciclo de vida útil y en otros casos ya no han tenido vigencia tecnológica para la consecución de repuestos que permitan ponerlos en funcionamiento nuevamente. A continuación se presenta un detalle de equipos informáticos que han sufrido daños y han sido reparados por el área de Sistemas:

	DISPOSITIVOS CON PROBLEMAS	DISPOSITIVOS REPARADOS		DISPOSITIVOS PARA BAJA	
		CANT.	VALOR USD	CANT.	VALOR USD
CPU	60	50	3.000,00	10	0,00
SERVIDORES	4	4	5.000,00	0	0,00
MONITORES	15	10	100,00	5	0,00
IMPRESORAS	25	15	300,00	10	0,00
PLOTTERS	3	2	150,00	1	0,00
SCANNERS	3	0	0,00	3	0,00
TOTAL		76	8.550,00	24	0,00

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Mario Farinango
TÉCNICO EN SISTEMAS

c.c. Procuraduría Sindica

DIRECCIÓN: Calle Guzmán y Antonio Ante (esq)
CONTACTOS: (06) 2 939 211 Fax: (06) 2 939 477
E-MAIL: municipiourcuqui@andinanet.net
www.urcuqui.gob.ec
IMBABURA - ECUADOR

05 JUL 2022
12h48

ANEXO E: Factor de Potencia

 <p style="font-size: 8px; margin: 0;">AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES</p>	<p>INFORME INSTITUCIONAL GGPGE.GPSCCC.02.FO.01 Acta de Aprobación N° 0011 Fecha Aprobación: 23-11-2020</p>	<p>Versión: 01</p>
---	--	---------------------------

9.2 Consumidores Industriales en Medio y Alto Voltaje - FGDI

Para los consumidores industriales en medio y alto voltaje (numerales 5.4 y 6.2) que disponen de un registrador de demanda horaria, el factor de gestión de la demanda (FGDI) se obtiene de la siguiente manera:

$$FGDI = \begin{cases} 0.50 & \text{si } \frac{DP}{DM} < 0.6 \\ 0.5833 \times \frac{DP}{DM} + 0.4167 \times \left(\frac{DP}{DM}\right)^2 & \text{si } 0.6 \leq \frac{DP}{DM} \leq 0.9 \\ 1.00 & \text{si } 0.9 < \frac{DP}{DM} \leq 1.0 \end{cases}$$

9.3 Vehículos Eléctricos - FGDVE⁷

Para los consumidores de la categoría general en bajo voltaje para vehículos eléctricos; así como, en medio y alto voltaje para las estaciones de carga rápida de vehículos eléctricos:

$$FGDVE = \begin{cases} 0.60 & \text{si } DM \text{ se registra en los periodos de demanda media o base} \\ 1.00 & \text{si } DM \text{ se registra en los periodos de demanda punta} \end{cases}$$

10. FACTOR DE POTENCIA

Se aplica para aquellos consumidores de la categoría general, con medición de energía reactiva, para lo cual se debe considerar:

$$P_{B_{FP}} = \begin{cases} P_{B_{FP}} = 0 & \text{si } FP_r \geq 0.92 \\ P_{B_{FP}} = B_{FP} \times FSPEE_i & \text{si } FP_r < 0.92 \rightarrow B_{FP} = \frac{0.92}{FP_r} - 1 \end{cases}$$

Donde:

$P_{B_{FP}}$ = Penalización por bajo factor de potencia

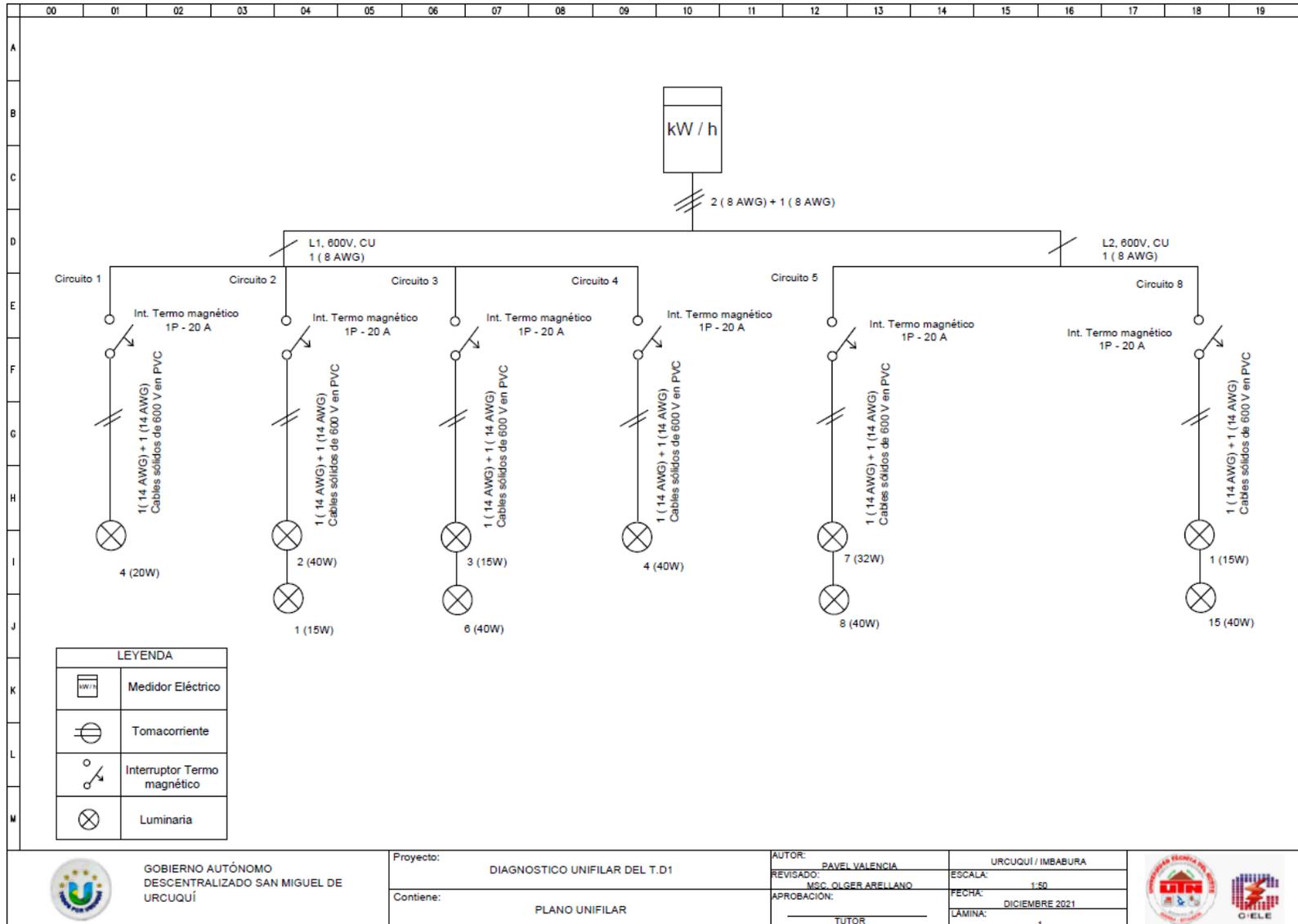
FP_r = Factor de potencia registrado o calculado

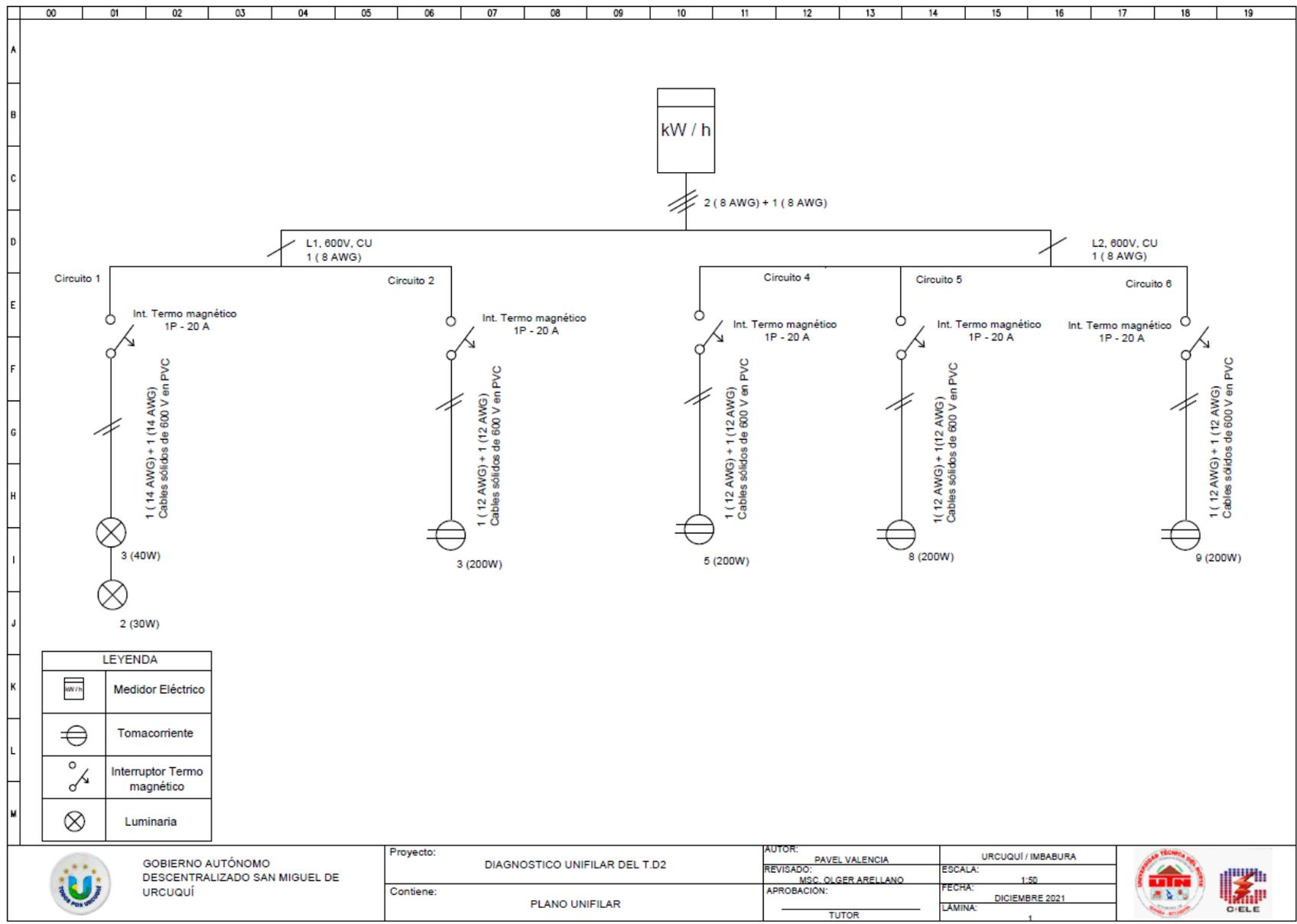
B_{FP} = Factor de penalización

$FSPEE_i$ = Factura por servicio público de energía eléctrica inicial

Cuando el valor del factor de potencia registrado o calculado en el periodo de consumo sea inferior a 0,60, para cualquier tipo de consumidor de categoría general con medición de energía reactiva, la distribuidora, previa notificación, podrá suspender el servicio público de energía eléctrica hasta que el consumidor adecue sus instalaciones a fin de superar dicho valor límite.

ANEXO F: DIAGNÓSTICO PLANOS UNIFILARES





LEYENDA	
	Medidor Eléctrico
	Tomacorriente
	Interruptor Termo magnético
	Luminaria

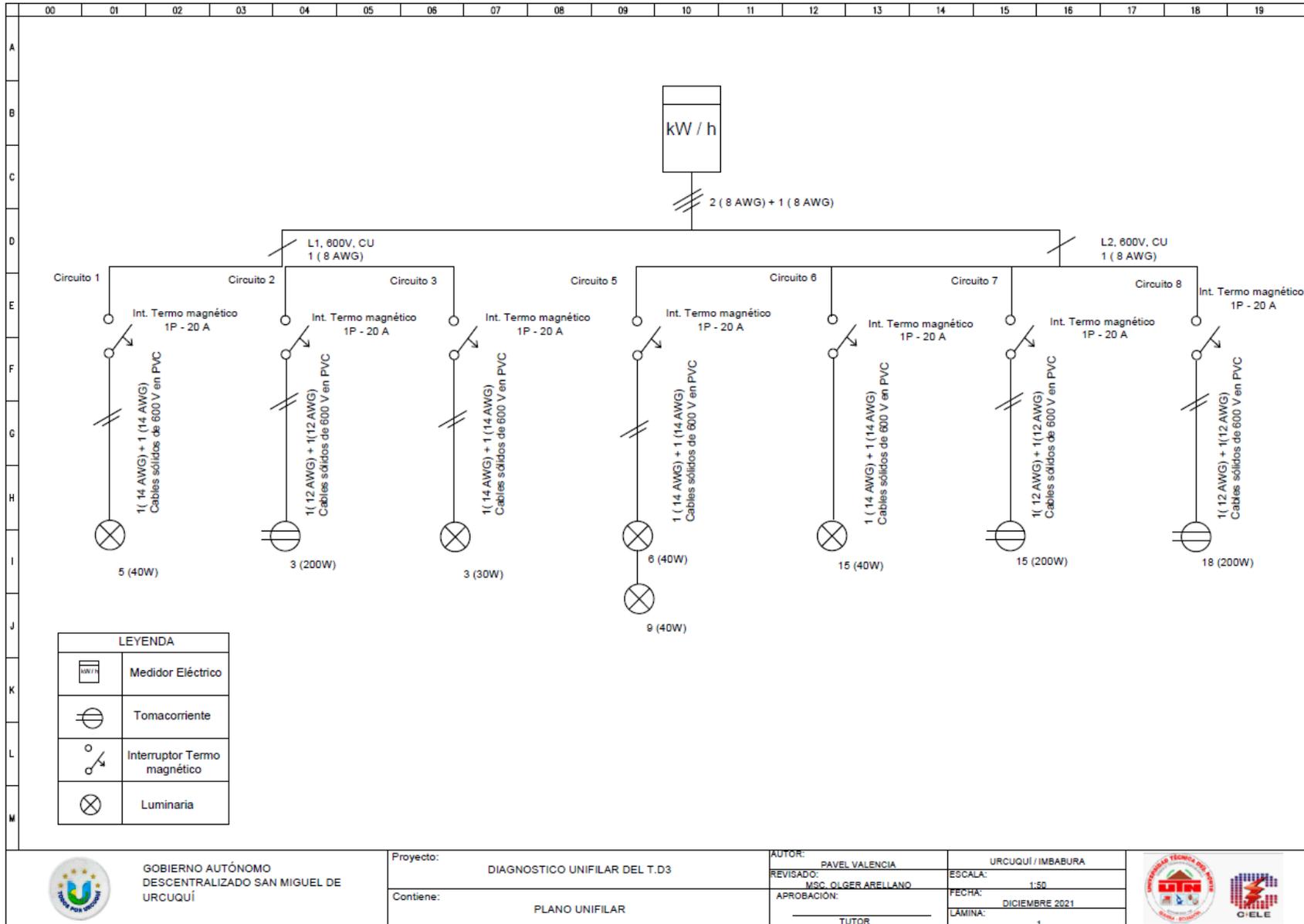


GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE
URCUQUÍ

Proyecto:	DIAGNOSTICO UNIFILAR DEL T.D2
Contiene:	PLANO UNIFILAR

AUTOR:	PAVEL VALENCIA	URCUQUÍ / IMBABURA
REVISADO:	MSC. OLGER ARELLANO	ESCALA: 1:50
APROBACION:		FECHA: DICIEMBRE 2021
TUTOR:		LAMINA: 1



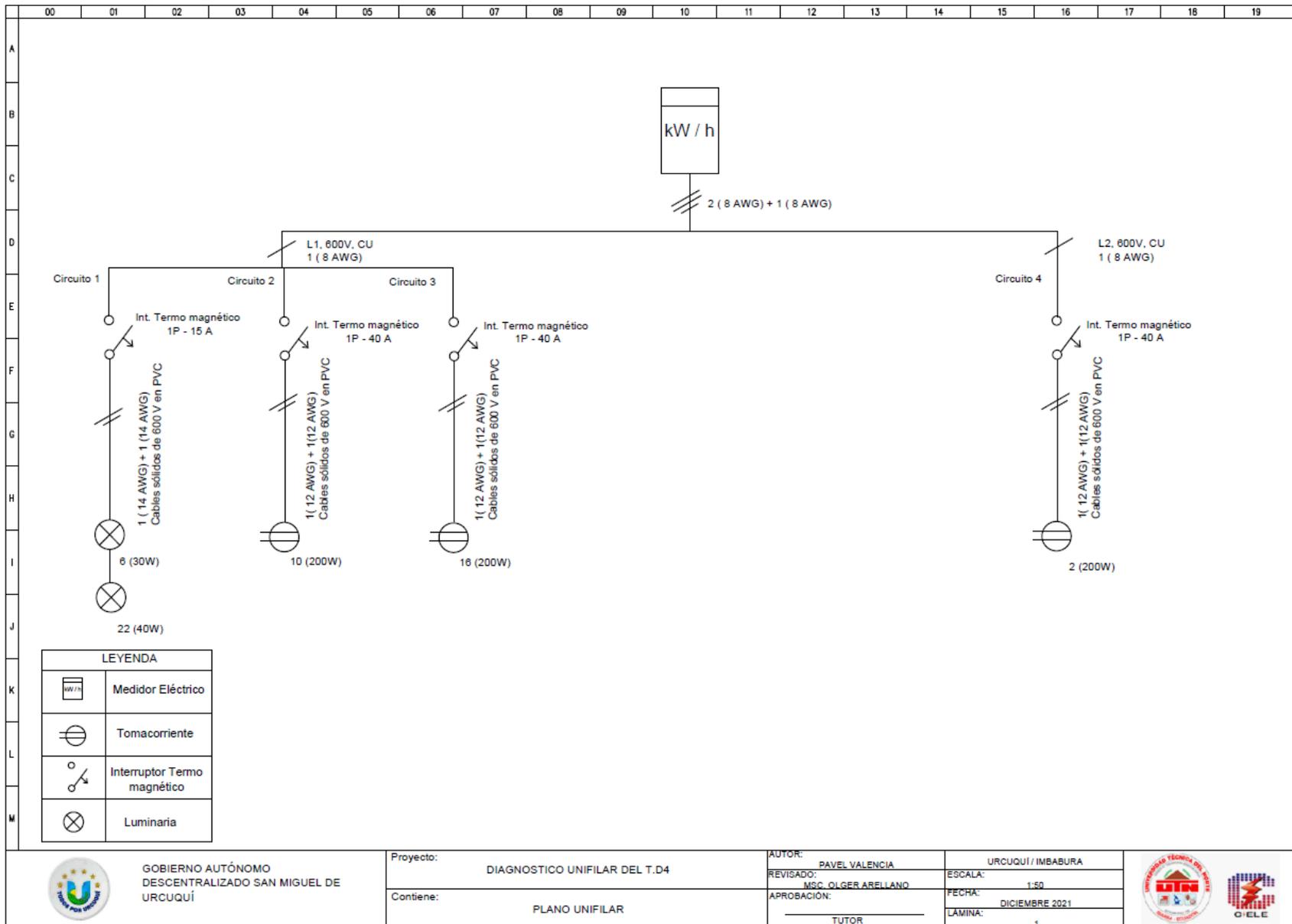


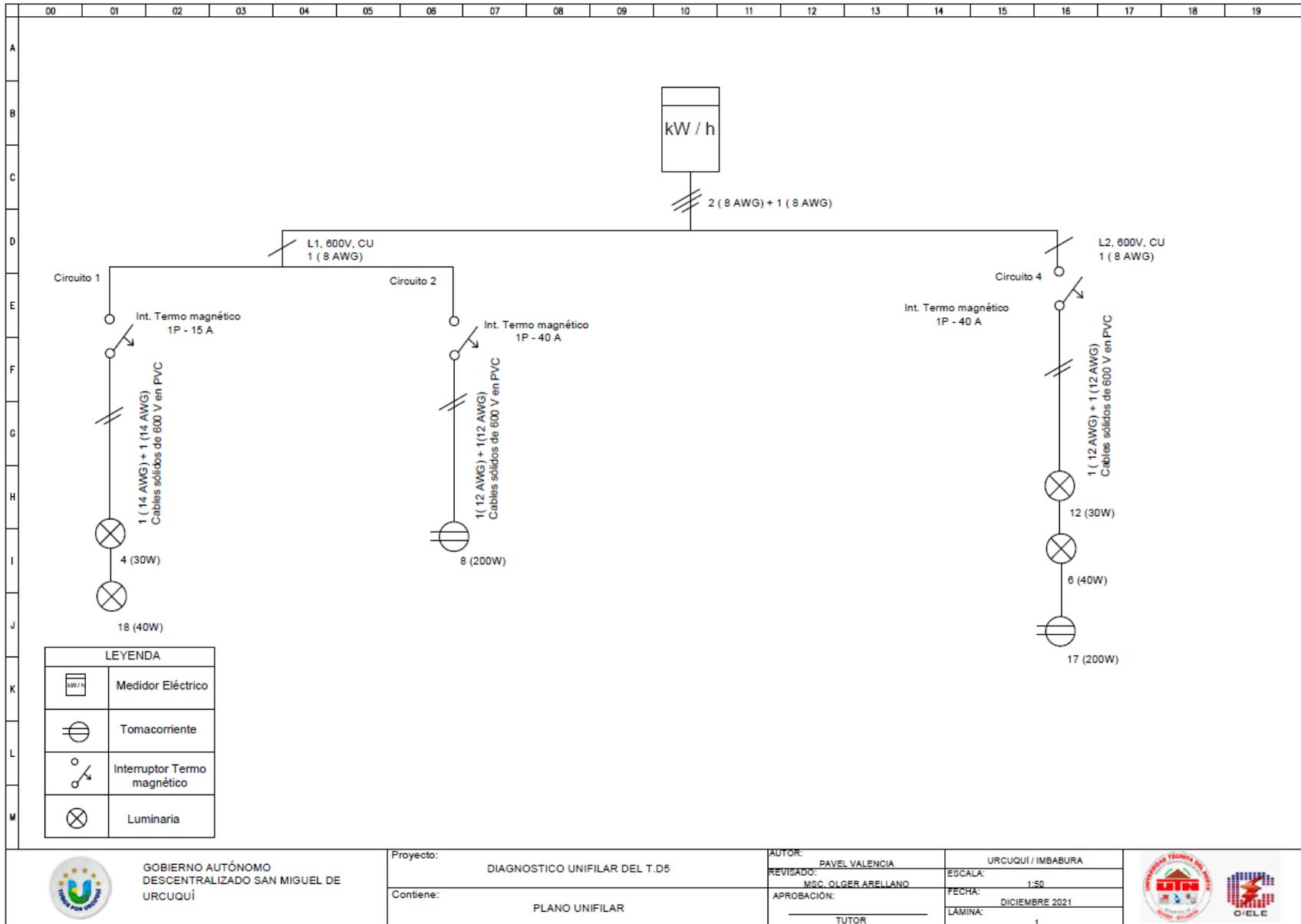
GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE
URCUQUÍ

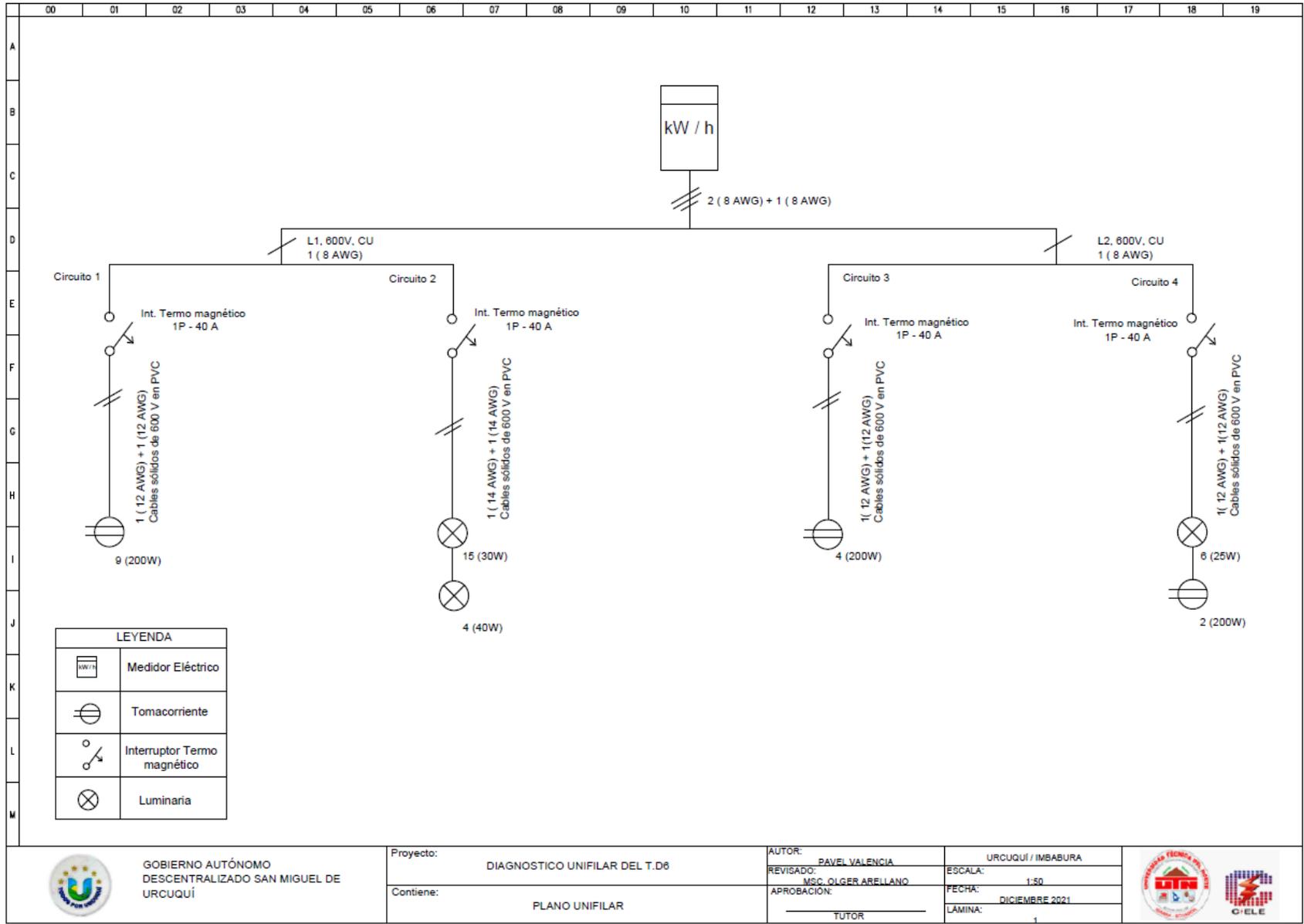
Proyecto: DIAGNOSTICO UNIFILAR DEL T.D3
Contiene: PLANO UNIFILAR

AUTOR: PAVEL VALENCIA	URCUQUÍ / IMBABURA
REVISADO: MRC. OLGER ARELLANO	ESCALA: 1:50
APROBACION: TUTOR	FECHA: DICIEMBRE 2021
	LAMINA: 1









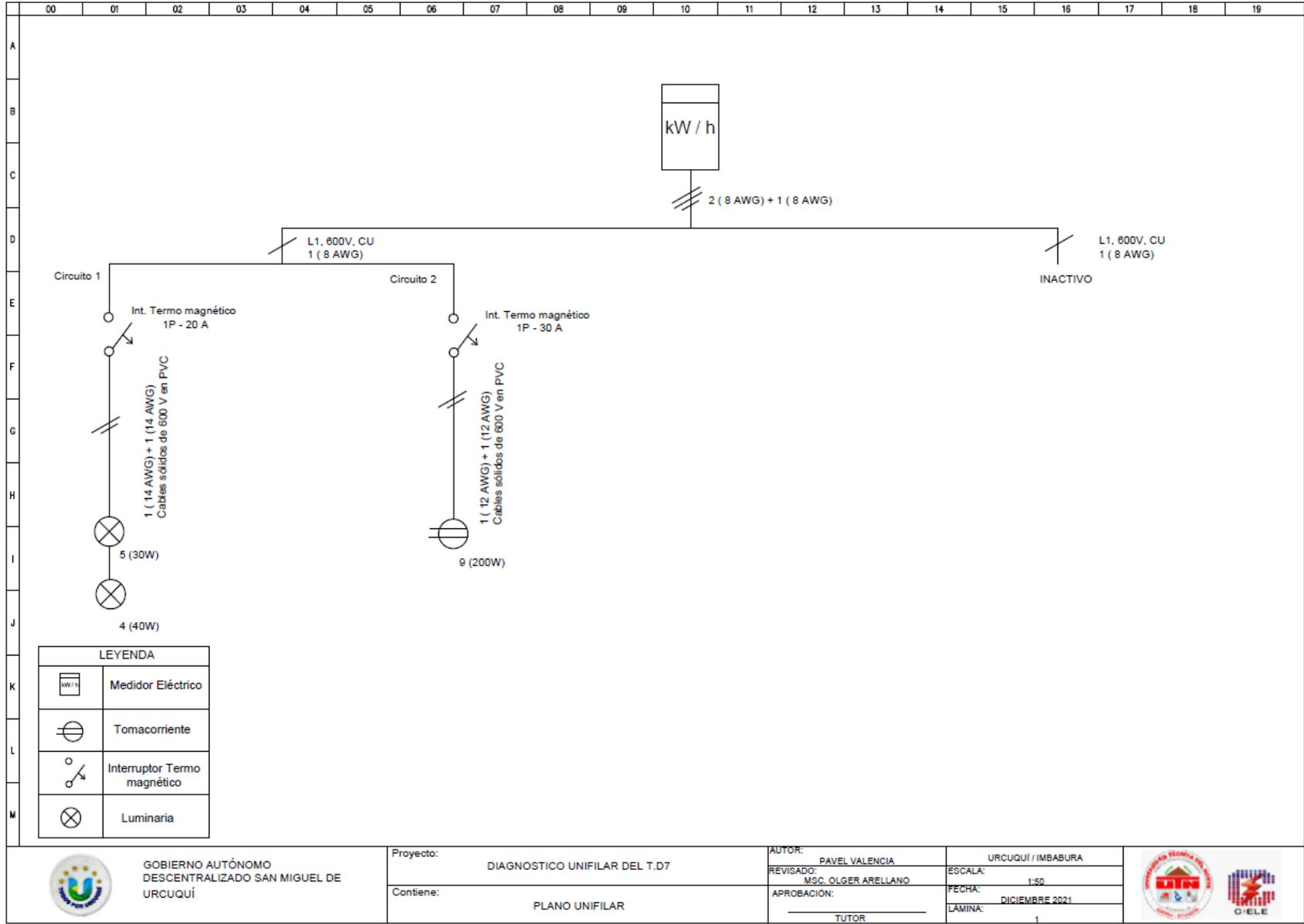
GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE
URCUQUÍ

Proyecto: DIAGNOSTICO UNIFILAR DEL T.D6
Contiene: PLANO UNIFILAR

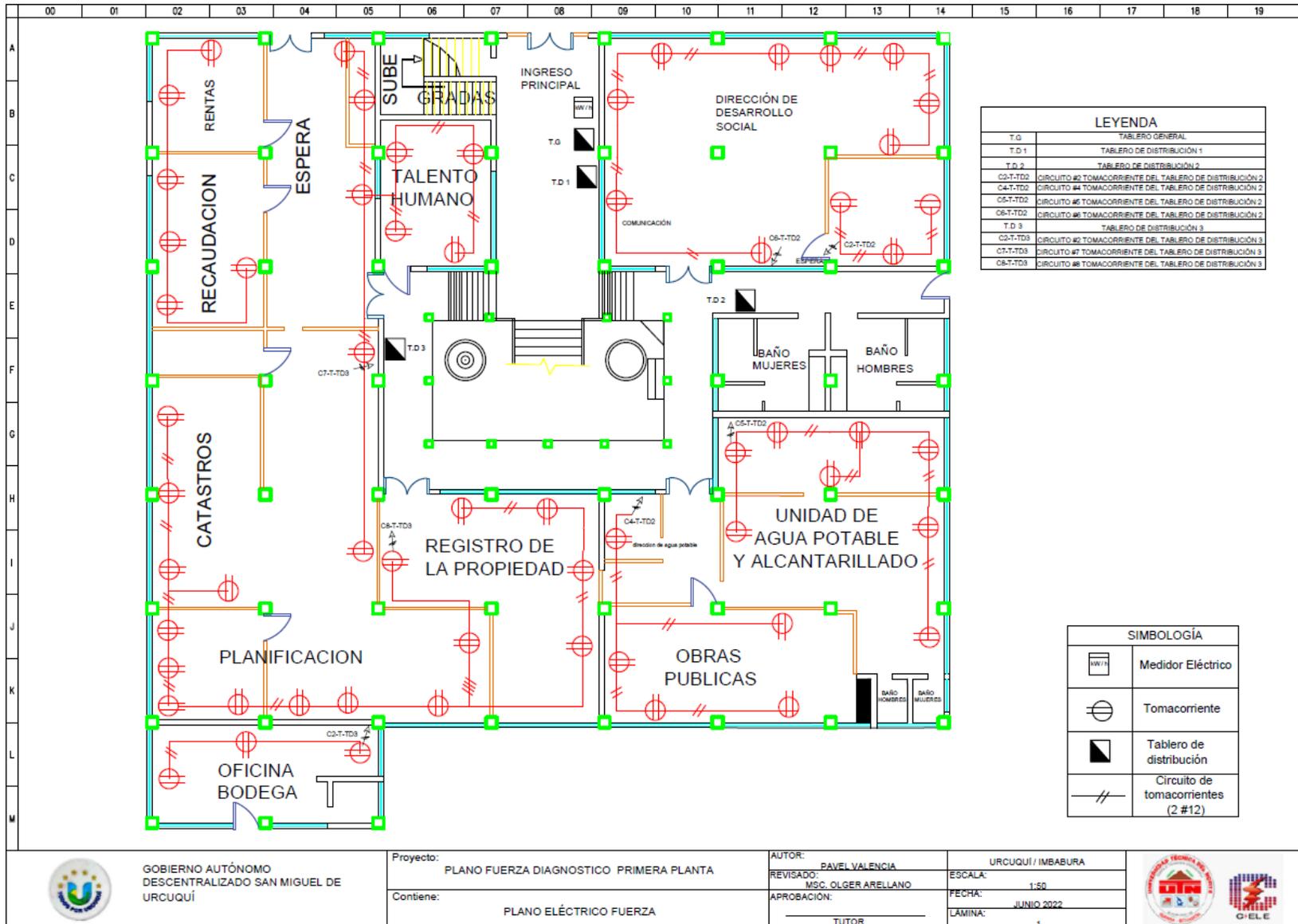
AUTOR: PAVEL VALENCIA
REVISADO: MSC. OLGER ARELLANO
APROBACIÓN: TUTOR

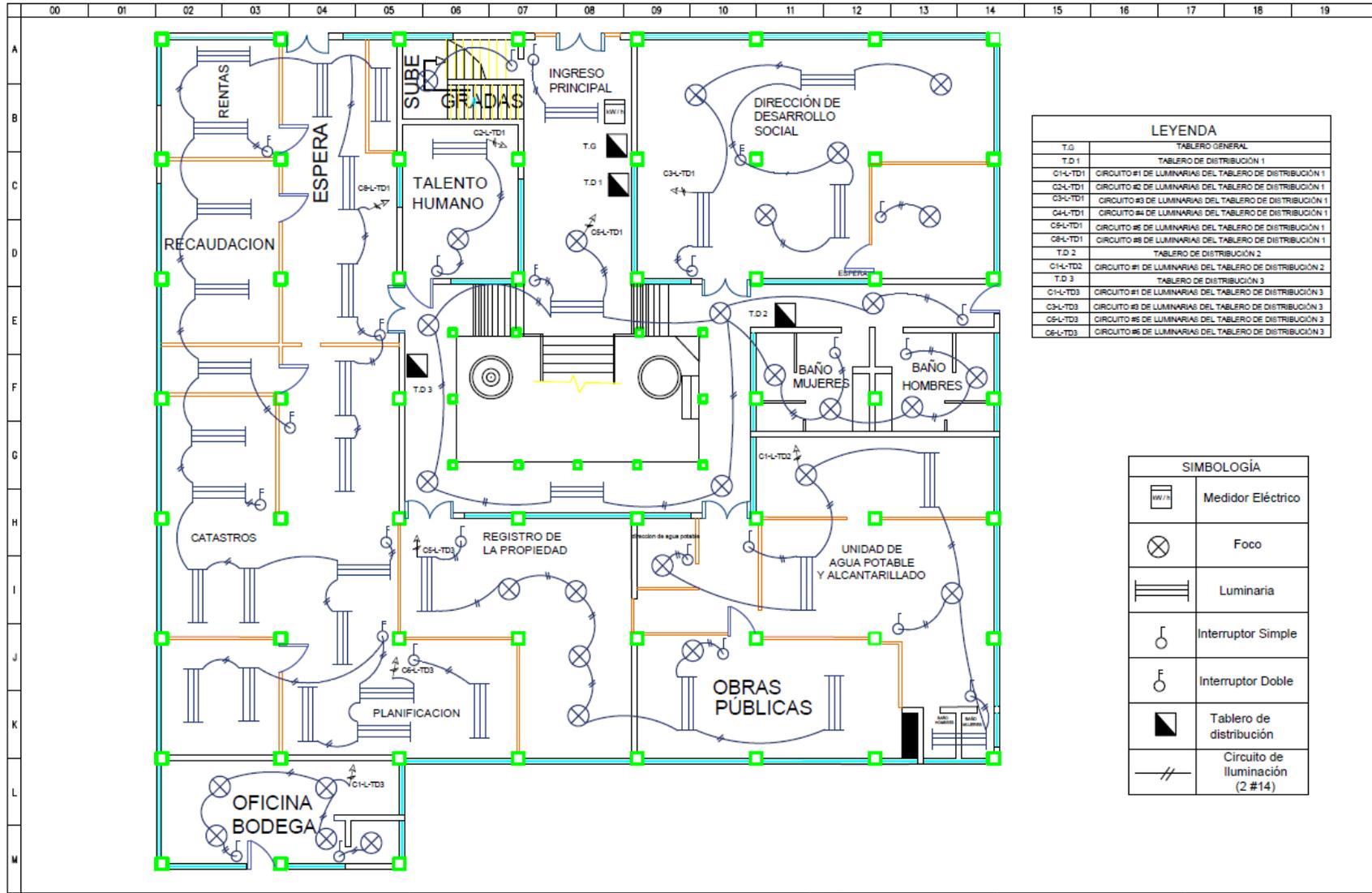
URCUQUÍ / IMBABURA
ESCALA: 1:50
FECHA: DICIEMBRE 2021
LAMINA: 1





ANEXO G: DIAGNÓSTICO PLANOS ELÉCTRICOS



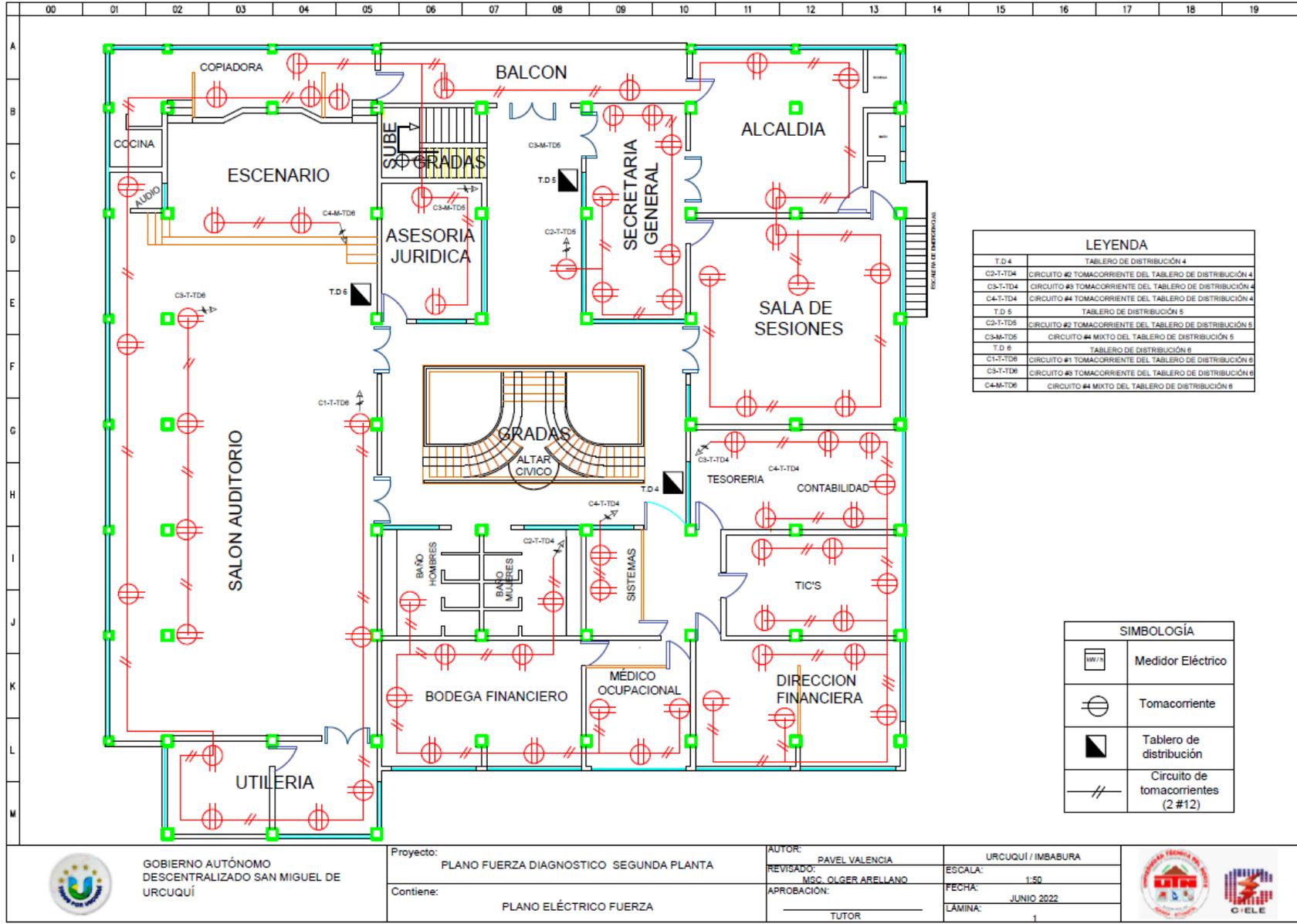


LEYENDA	
T.D.0	TABLERO GENERAL
T.D.1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C1-L-TD1	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C2-L-TD1	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C3-L-TD1	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C4-L-TD1	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C5-L-TD1	CIRCUITO #5 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C6-L-TD1	CIRCUITO #6 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
T.D.2	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C1-L-TD2	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
T.D.3	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C1-L-TD3	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C2-L-TD3	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C3-L-TD3	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C4-L-TD3	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C6-L-TD3	CIRCUITO #6 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3

SIMBOLOGÍA	
	Medidor Eléctrico
	Foco
	Luminaria
	Interruptor Simple
	Interruptor Doble
	Tablero de distribución
	Circuito de iluminación (2 #14)

	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE URQUQUÍ	Proyecto: PLANO ILUMINACIÓN DIAGNOSTICO PRIMERA PLANTA	AUTOR: PAVEL VALENCIA	URCUQUÍ / IMBABURA
		Contiene: PLANO ELÉCTRICO ILUMINACIÓN	REVISADO: MSC. OLGER ARELLANO	ESCALA: 1:50
		APROBACIÓN: TUTOR	FECHA: JUNIO 2022	LAMINA: 1





LEYENDA	
T.D 4	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C2-TD4	CIRCUITO #2 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C3-TD4	CIRCUITO #3 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C4-TD4	CIRCUITO #4 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
T.D 5	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C2-TD5	CIRCUITO #2 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C3-M-TD5	CIRCUITO #4 MIXTO DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
T.D 6	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
C1-TD6	CIRCUITO #1 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
C3-TD6	CIRCUITO #3 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
C4-M-TD6	CIRCUITO #4 MIXTO DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6

SIMBOLOGÍA	
	Medidor Eléctrico
	Tomacorriente
	Tablero de distribución
	Circuito de tomacorrientes (2 #12)



GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE
URQUQUÍ

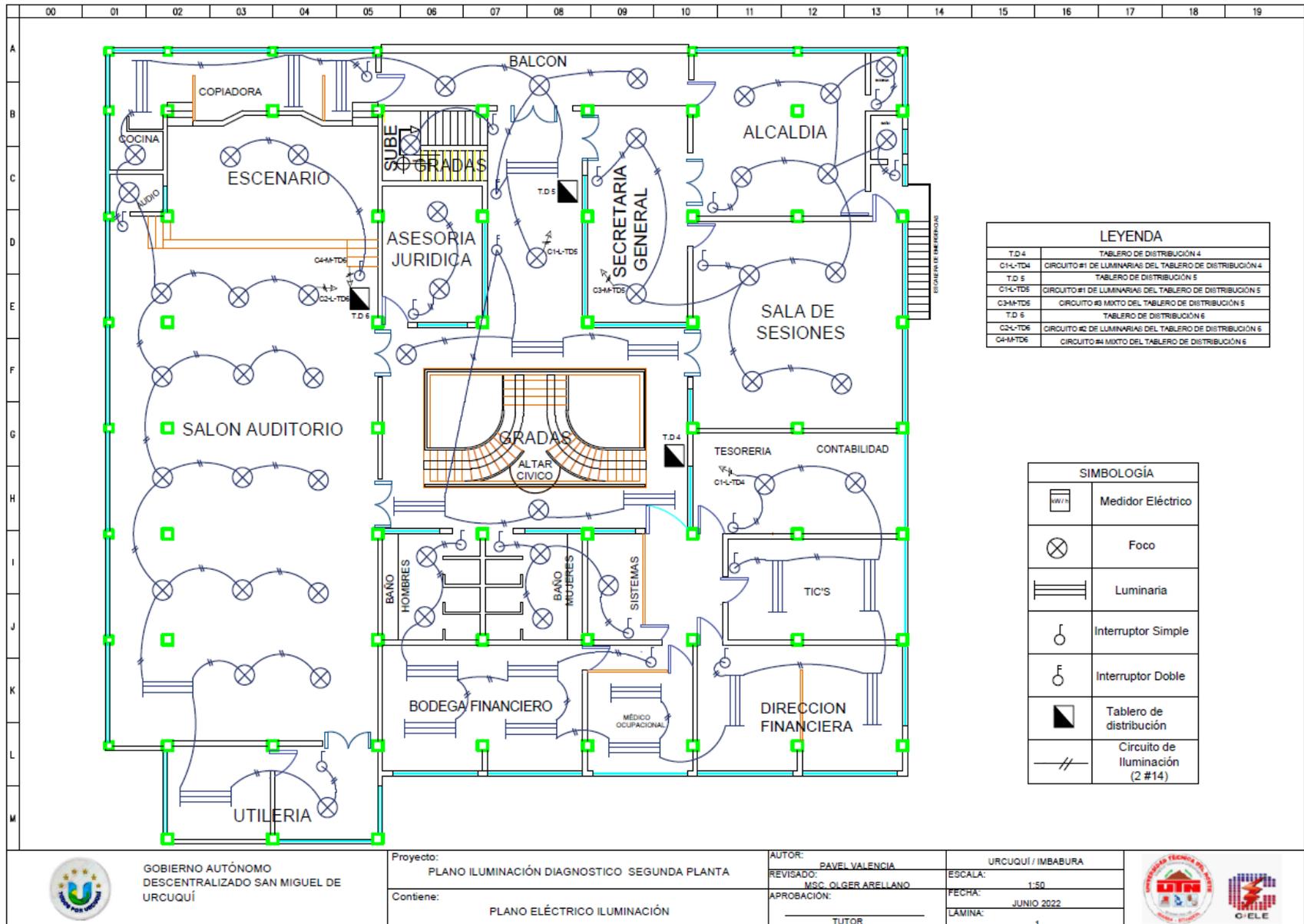
Proyecto: PLANO FUERZA DIAGNOSTICO SEGUNDA PLANTA

Contiene: PLANO ELÉCTRICO FUERZA

AUTOR: PAVEL VALENCIA
REVISADO: MSC. OLGER ARELLANO
APROBACION:
TUTOR

URQUQUI / IMBABURA
ESCALA: 1:50
FECHA: JUNIO 2022
LÁMINA: 1





GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE
URQUQUÍ

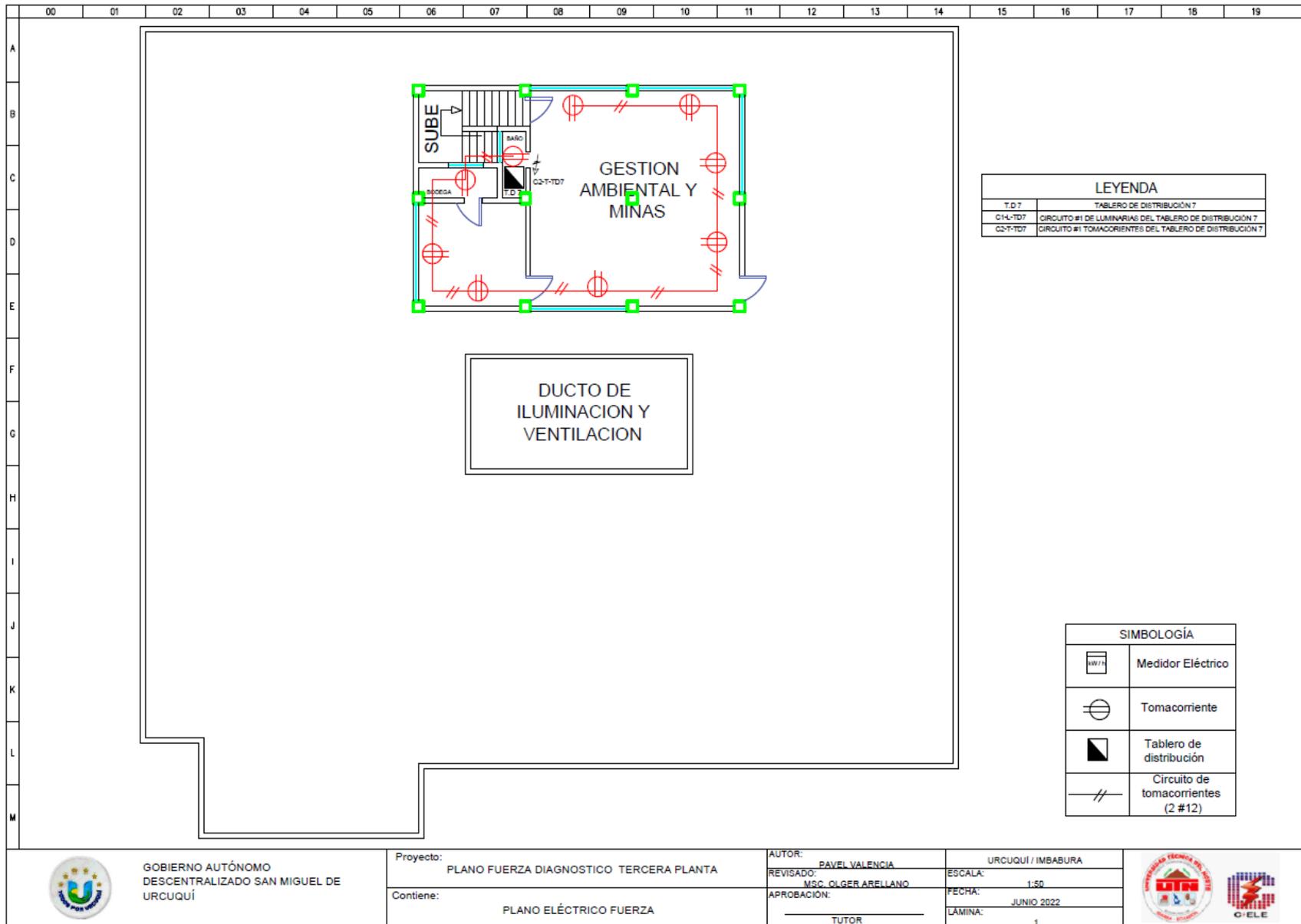
Proyecto:
PLANO ILUMINACIÓN DIAGNOSTICO SEGUNDA PLANTA

Contiene:
PLANO ELÉCTRICO ILUMINACIÓN

AUTOR:
PAVEL VALENCIA
REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO
APROBACIÓN:
TUTOR

URCUQUÍ / IMBABURA
ESCALA:
1:50
FECHA:
JUNIO 2022
LAMINA:
1





LEYENDA	
T-D7	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C14-TD7	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C2-TD7	CIRCUITO #1 TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7

SIMBOLOGÍA	
	Medidor Eléctrico
	Tomacorriente
	Tablero de distribución
	Circuito de tomacorrientes (2 #12)



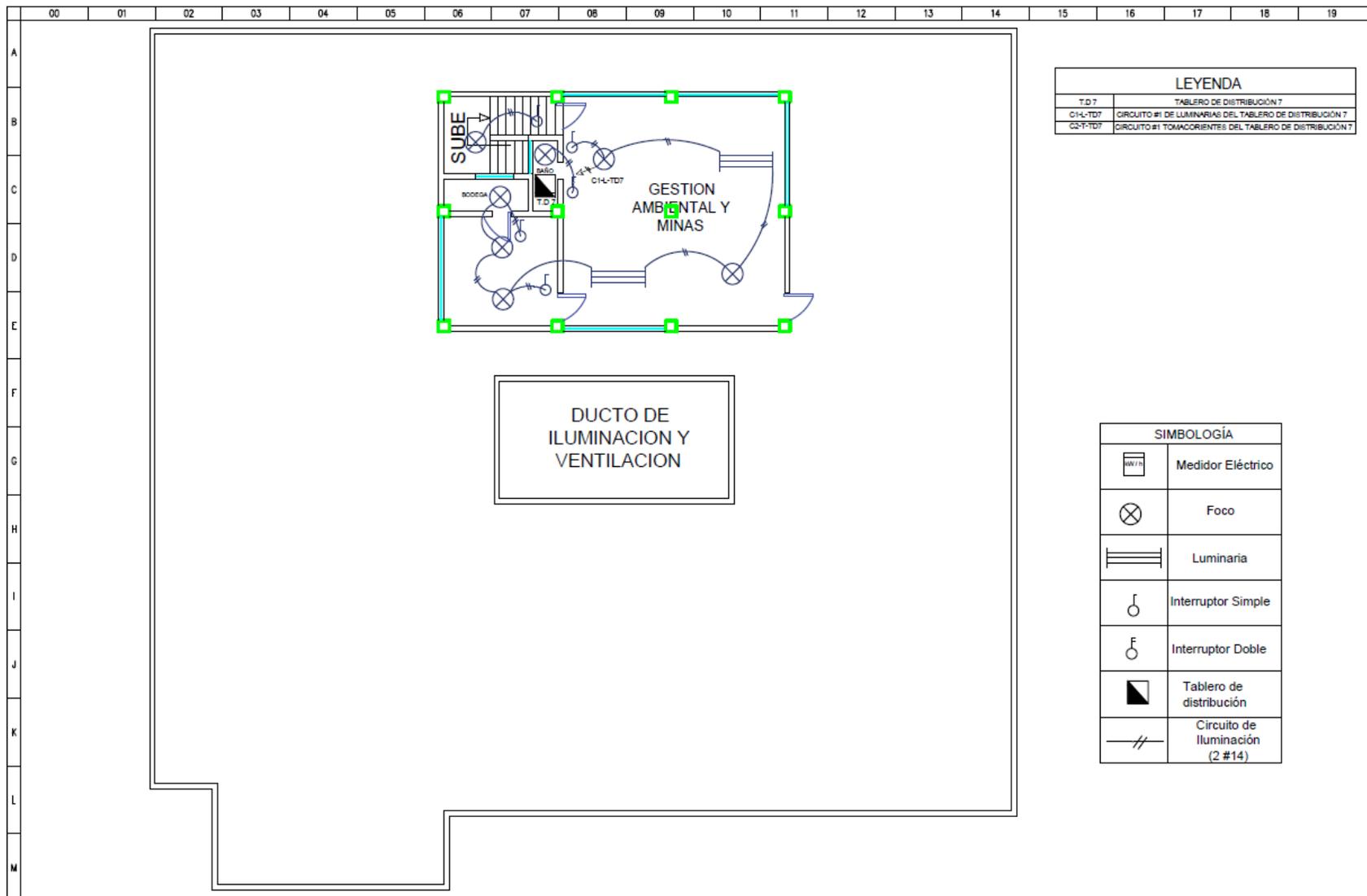
GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE
URCUQUÍ

Proyecto: PLANO FUERZA DIAGNOSTICO TERCERA PLANTA
Contiene: PLANO ELÉCTRICO FUERZA

AUTOR: PAVEL VALENCIA
REVISADO: MSC. OLGER ARELLANO
APROBACIÓN:
TUTOR

URCUQUÍ / IMBABURA
ESCALA: 1:50
FECHA: JUNIO 2022
LAMINA: 1





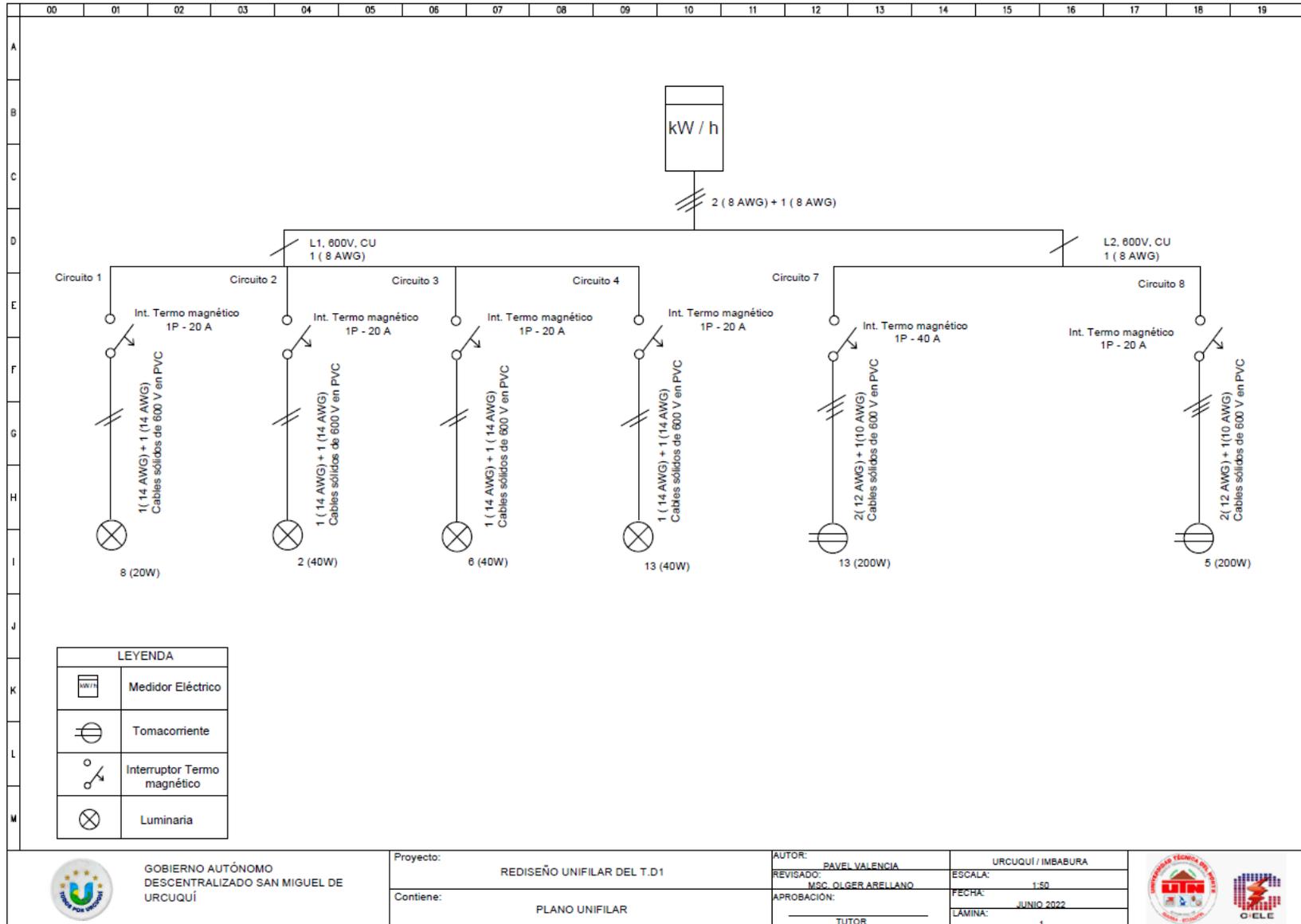
LEYENDA	
T.D 7	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C14-TD7	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C2-TD7	CIRCUITO #1 TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7

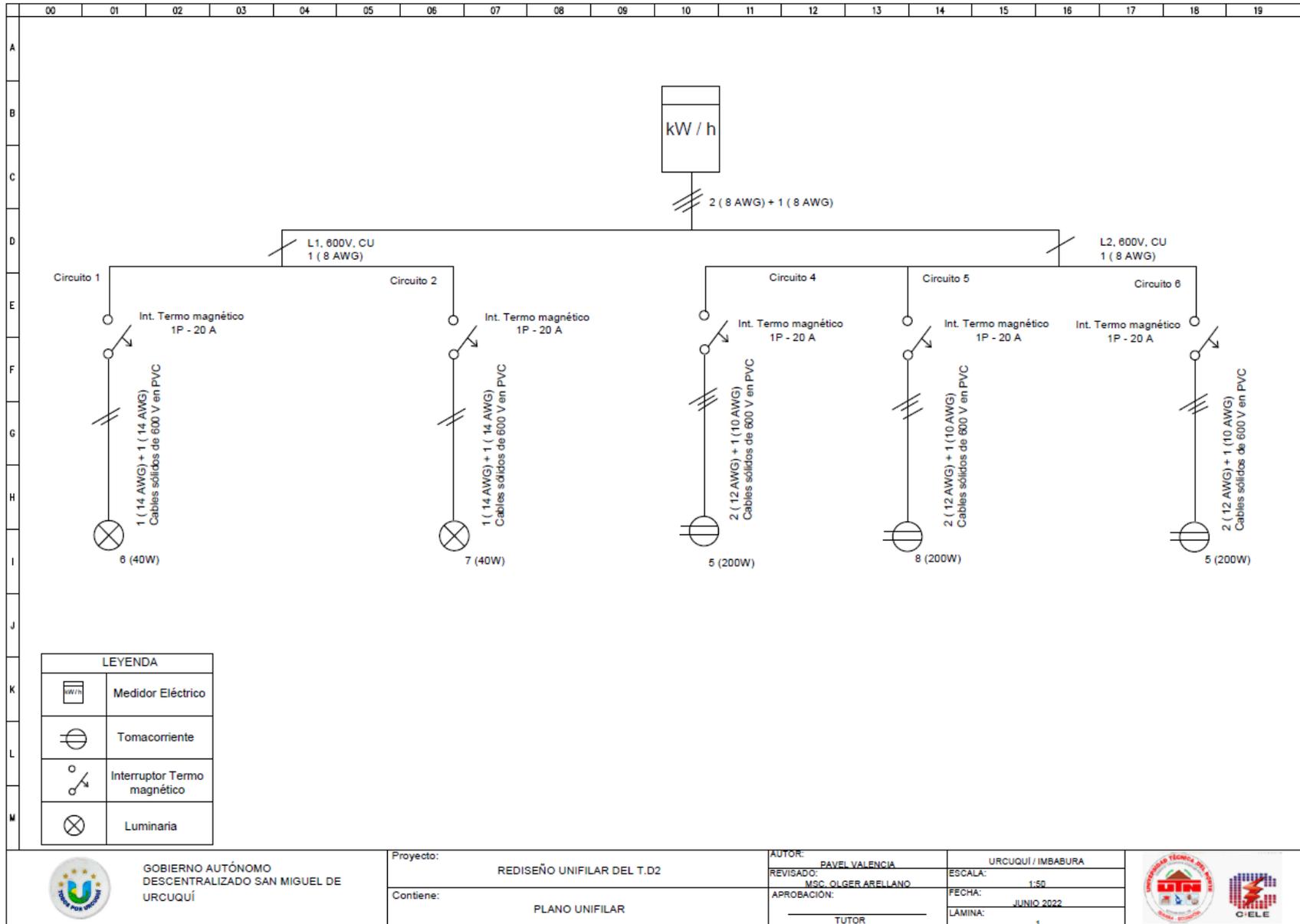
SIMBOLOGÍA	
	Medidor Eléctrico
	Foco
	Luminaria
	Interruptor Simple
	Interruptor Doble
	Tablero de distribución
	Circuito de Iluminación (2 #14)

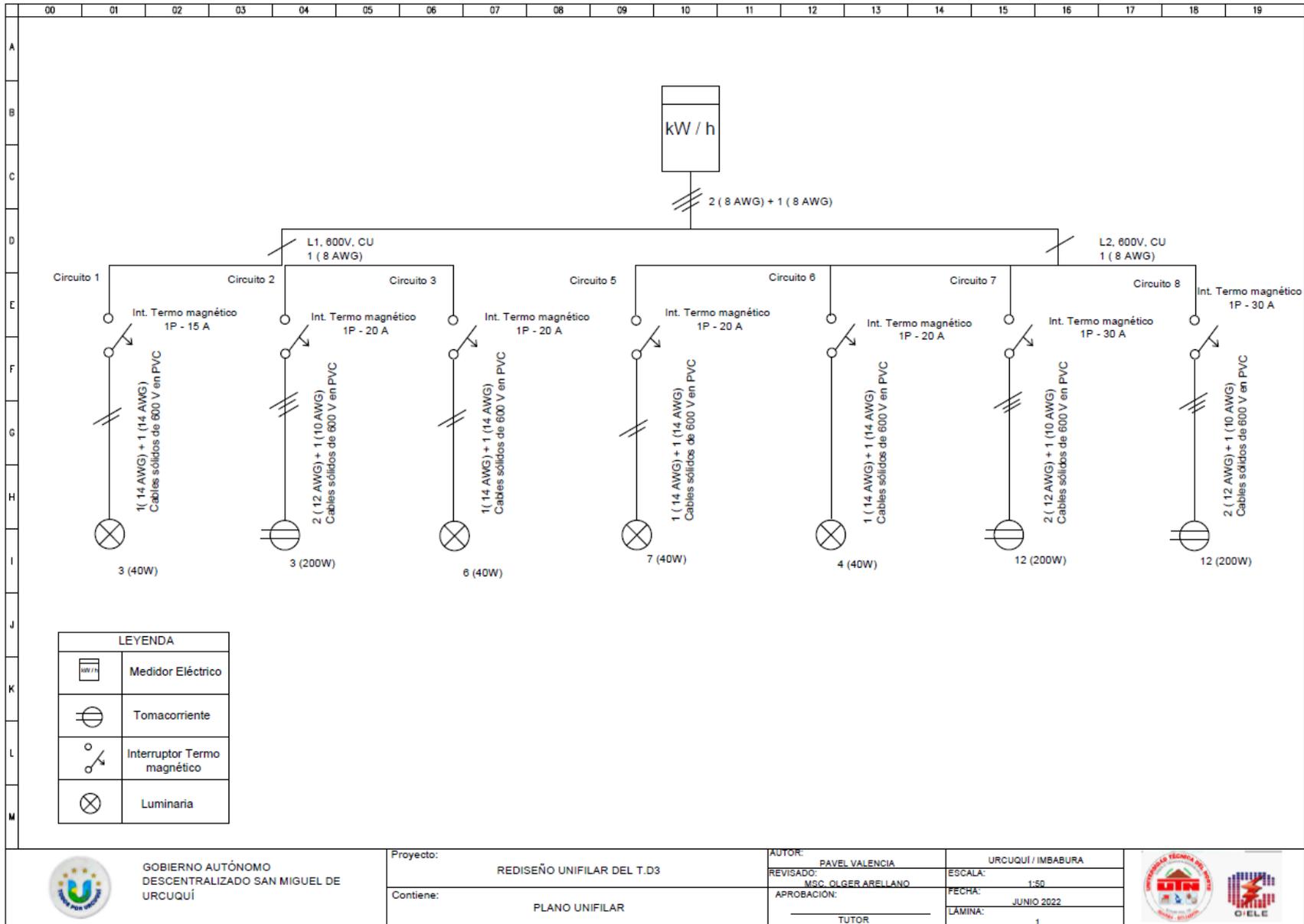
	Proyecto: PLANO ILUMINACIÓN DIAGNOSTICO TERCERA PLANTA	AUTOR: PAVEL VALENCIA	URCUQUÍ / IMBABURA
	Contiene: PLANO ELÉCTRICO ILUMINACIÓN	REVISADO: MRC. OLGER ARELLANO	ESCALA: 1:50
		APROBACIÓN: _____ TUTOR	FECHA: JUNIO 2022
			LAMINA: 1

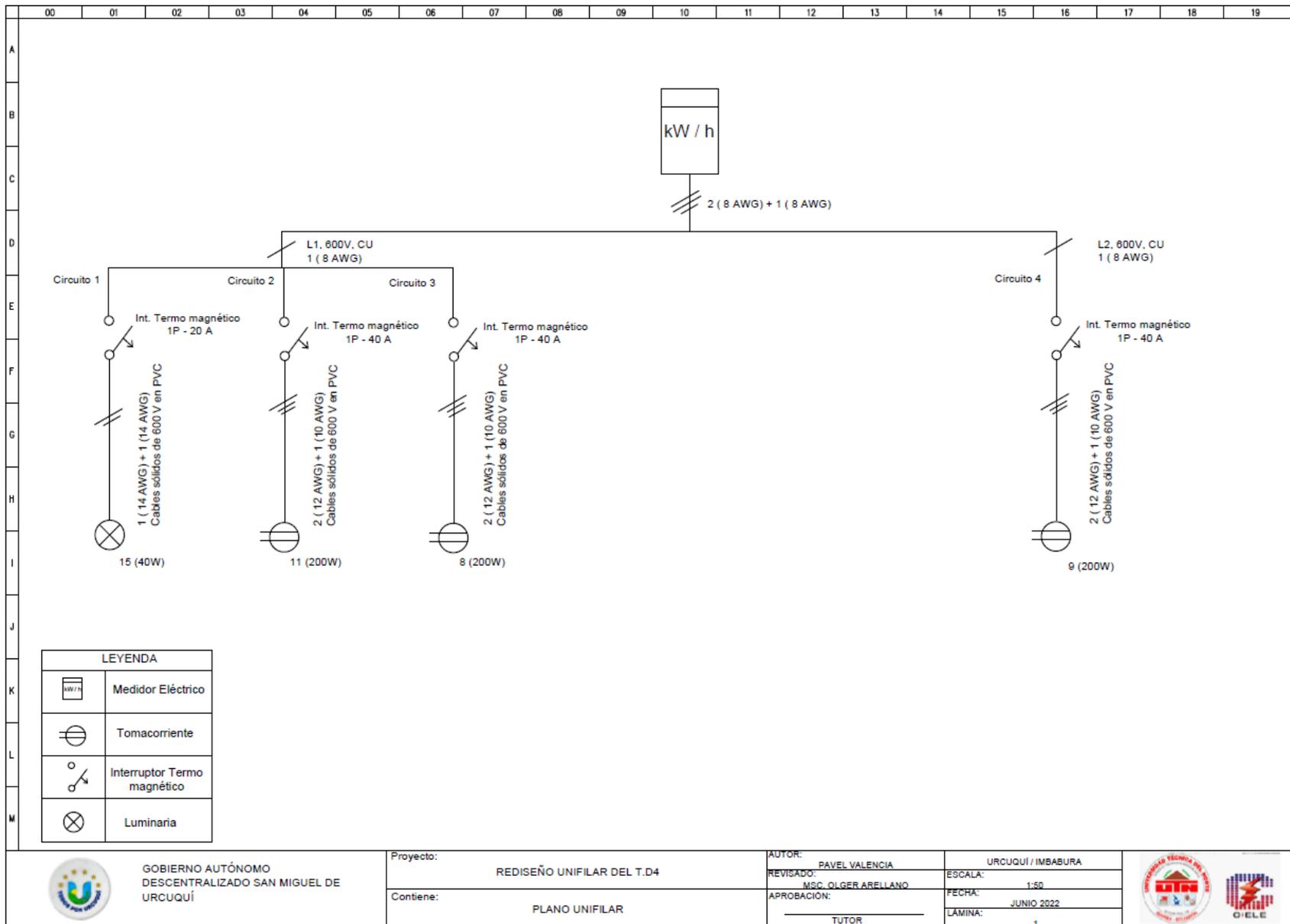


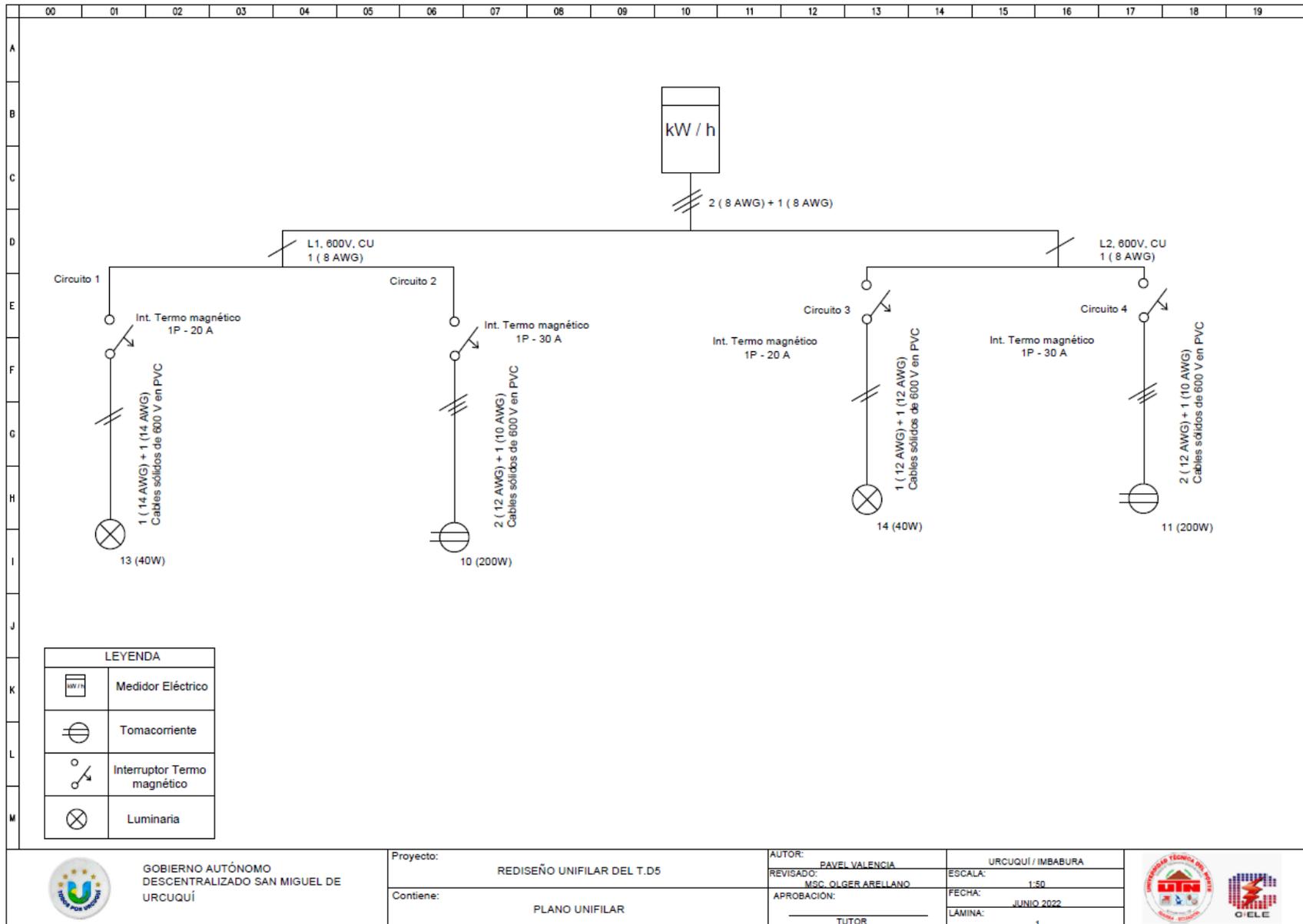
ANEXO H: REDISEÑO PLANOS UNIFILARES

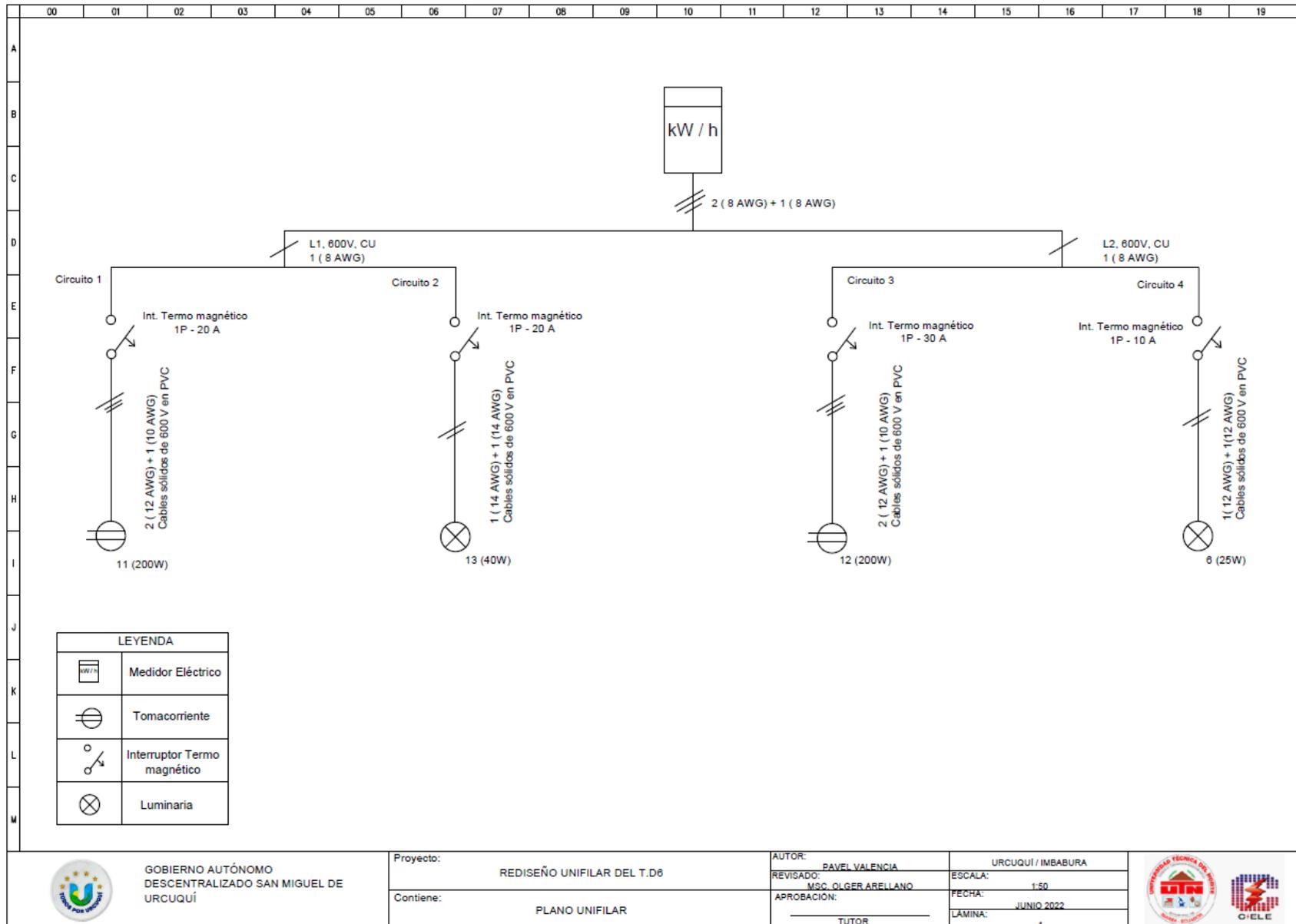


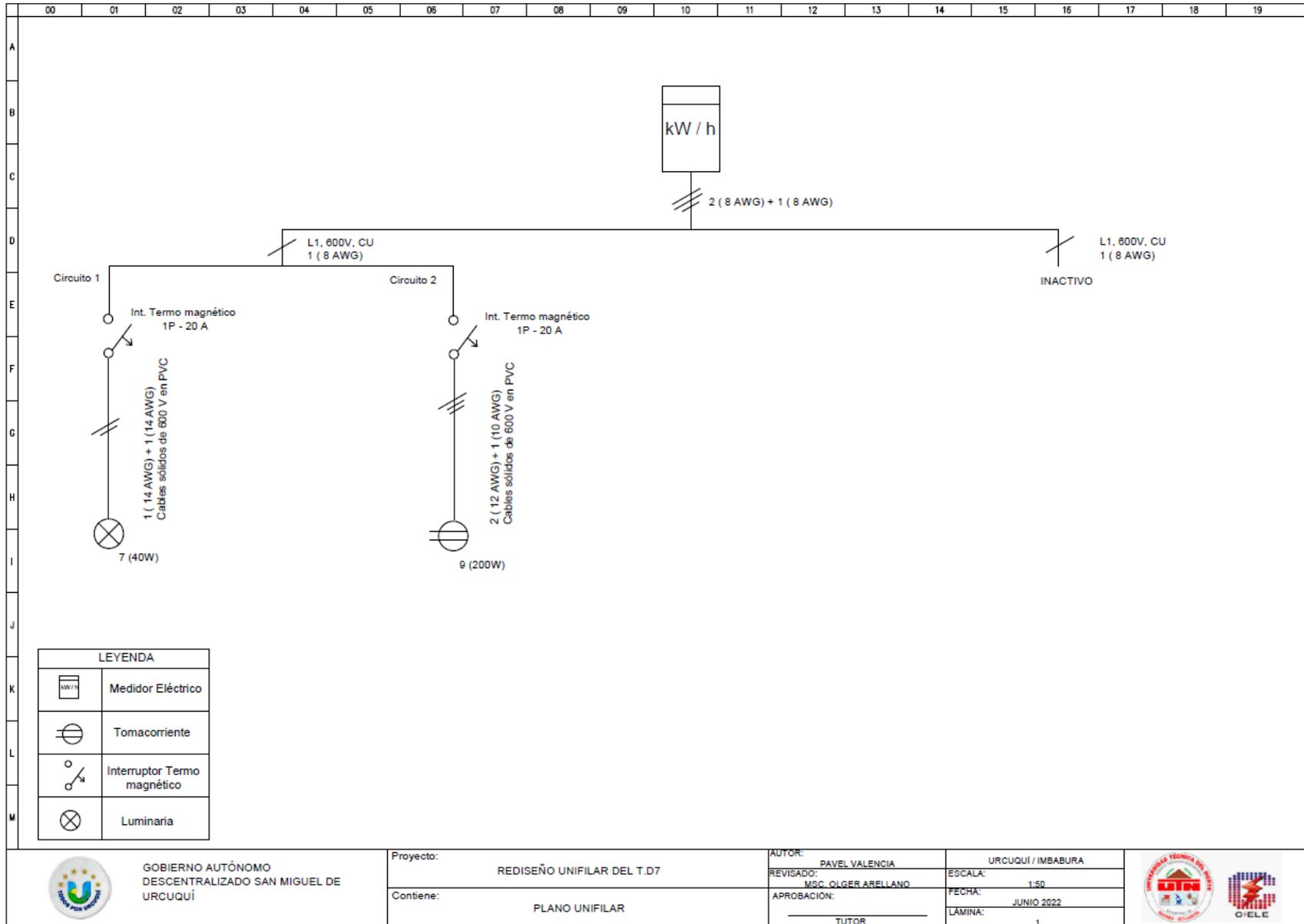


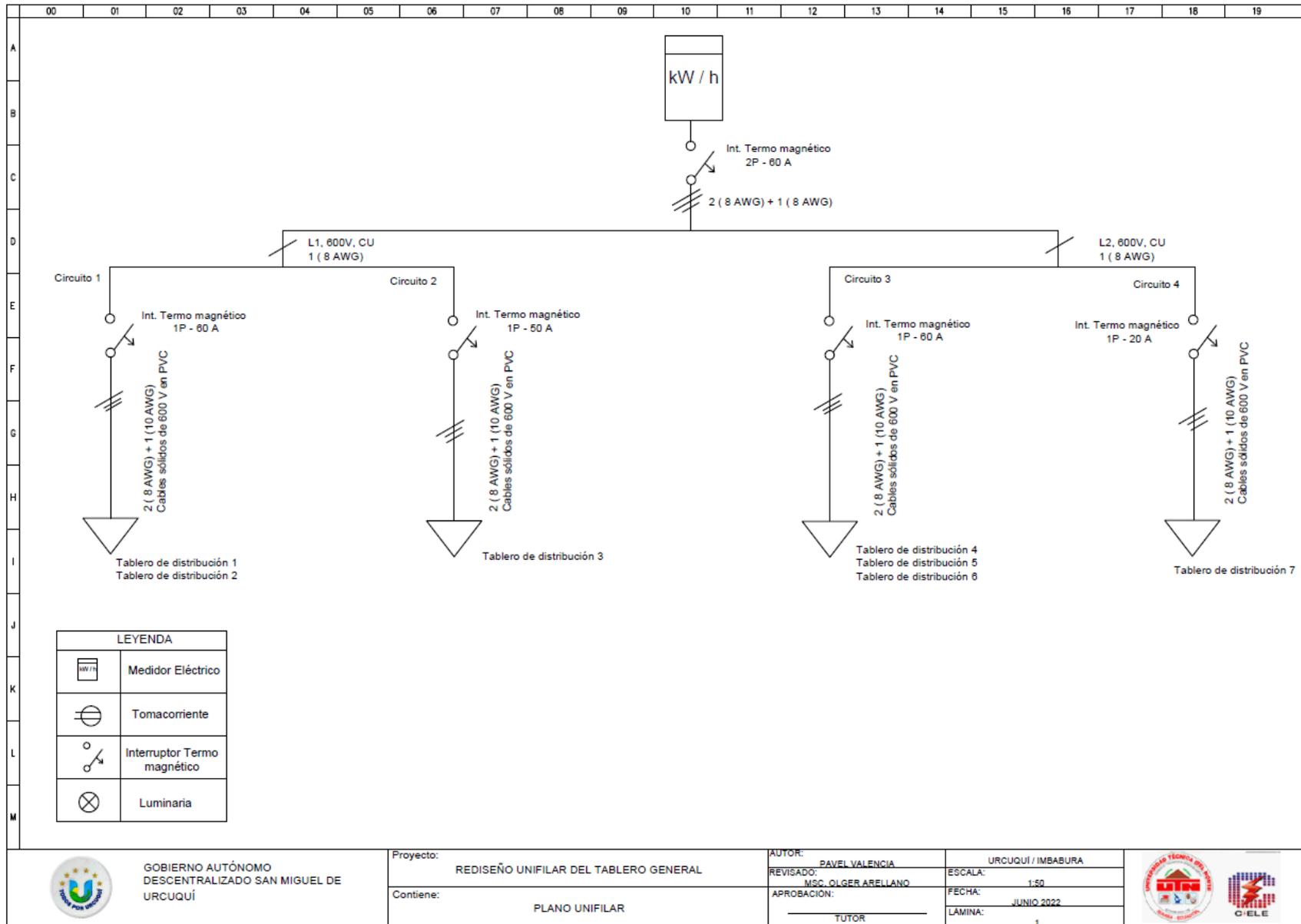












GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE
URCUQUÍ

Proyecto: REDISEÑO UNIFILAR DEL TABLERO GENERAL

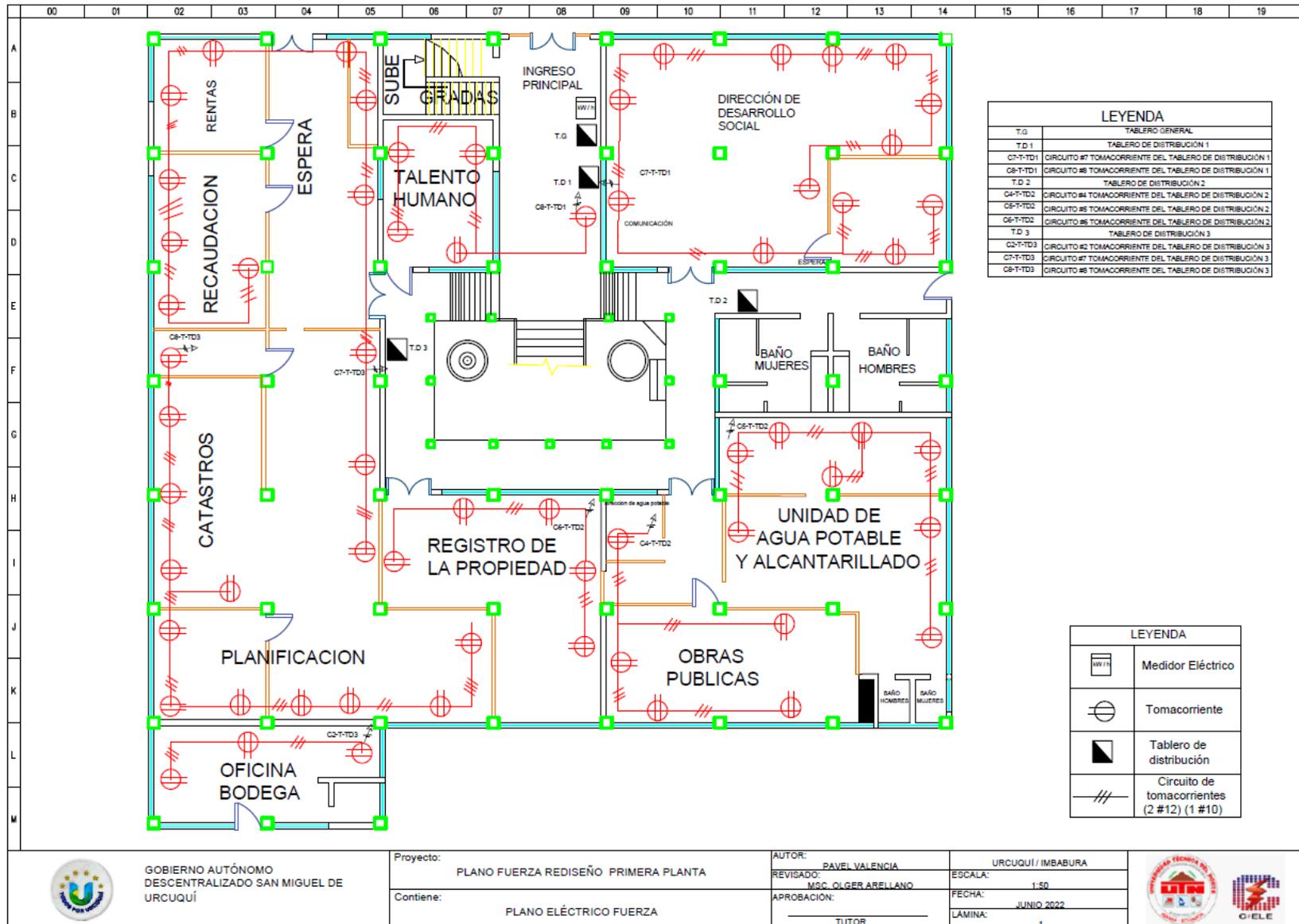
Contiene: PLANO UNIFILAR

AUTOR: PAVEL VALENCIA
REVISADO: MSC. OLGER ABELLANO
APROBACIÓN:
TUTOR

URCUQUÍ / IMBABURA
ESCALA: 1:50
FECHA: JUNIO 2022
LAMINA: 1



ANEXO I: REDISEÑO PLANOS ELÉCTRICOS



LEYENDA	
T.G	TABLERO GENERAL
T.D 1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C7-T-TD1	CIRCUITO #7 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C8-T-TD1	CIRCUITO #8 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
T.D 2	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C4-T-TD2	CIRCUITO #4 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C5-T-TD2	CIRCUITO #5 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C6-T-TD2	CIRCUITO #6 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
T.D 3	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C2-T-TD3	CIRCUITO #2 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C7-T-TD3	CIRCUITO #7 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C8-T-TD3	CIRCUITO #8 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3

LEYENDA	
	Medidor Eléctrico
	Tomacorriente
	Tablero de distribución
	Circuito de tomacorrientes (2 #12) (1 #10)



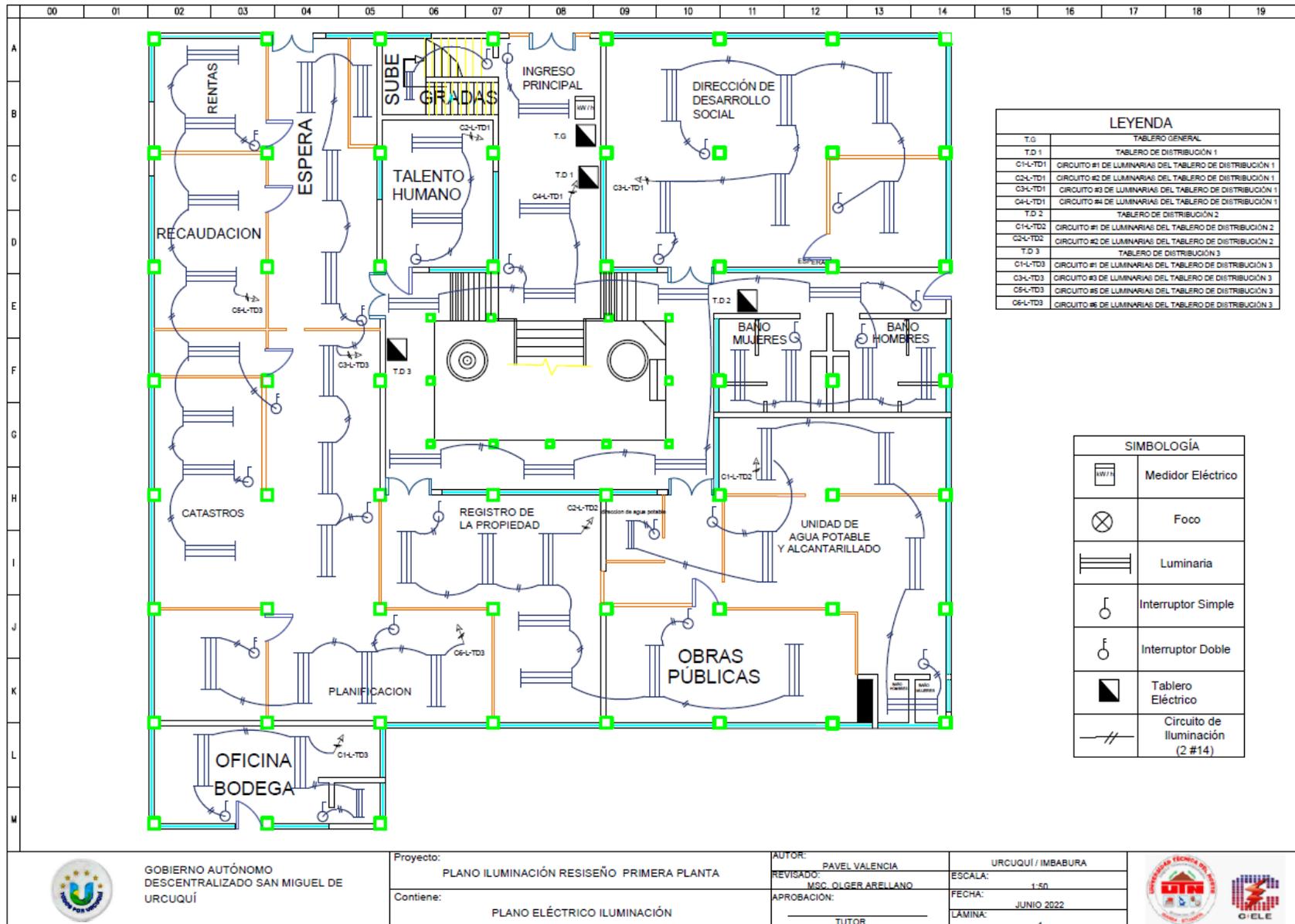
GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE
URQUQUÍ

Proyecto: PLANO FUERZA REDISEÑO PRIMERA PLANTA
Contiene: PLANO ELÉCTRICO FUERZA

AUTOR: PAVEL VALENCIA
REVISADO: M.Sc. OLGER ARELLANO
APROBACION:
TUTOR

URQUQUÍ / IMBABURA
ESCALA: 1:50
FECHA: JUNIO 2022
LAMINA: 1





LEYENDA	
T.G	TABLERO GENERAL
T.D 1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C1-L-TD1	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C2-L-TD1	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C3-L-TD1	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C4-L-TD1	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
T.D 2	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C1-L-TD2	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C2-L-TD2	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
T.D 3	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C1-L-TD3	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C3-L-TD3	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C5-L-TD3	CIRCUITO #5 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C6-L-TD3	CIRCUITO #6 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3

SIMBOLOGÍA	
	Medidor Eléctrico
	Foco
	Luminaria
	Interruptor Simple
	Interruptor Doble
	Tablero Eléctrico
	Circuito de Iluminación (2 #14)



GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE
URQUQUÍ

Proyecto:
PLANO ILUMINACIÓN RESISEÑO PRIMERA PLANTA

Contiene:
PLANO ELÉCTRICO ILUMINACIÓN

AUTOR:
PAVEL VALENCIA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:
TUTOR

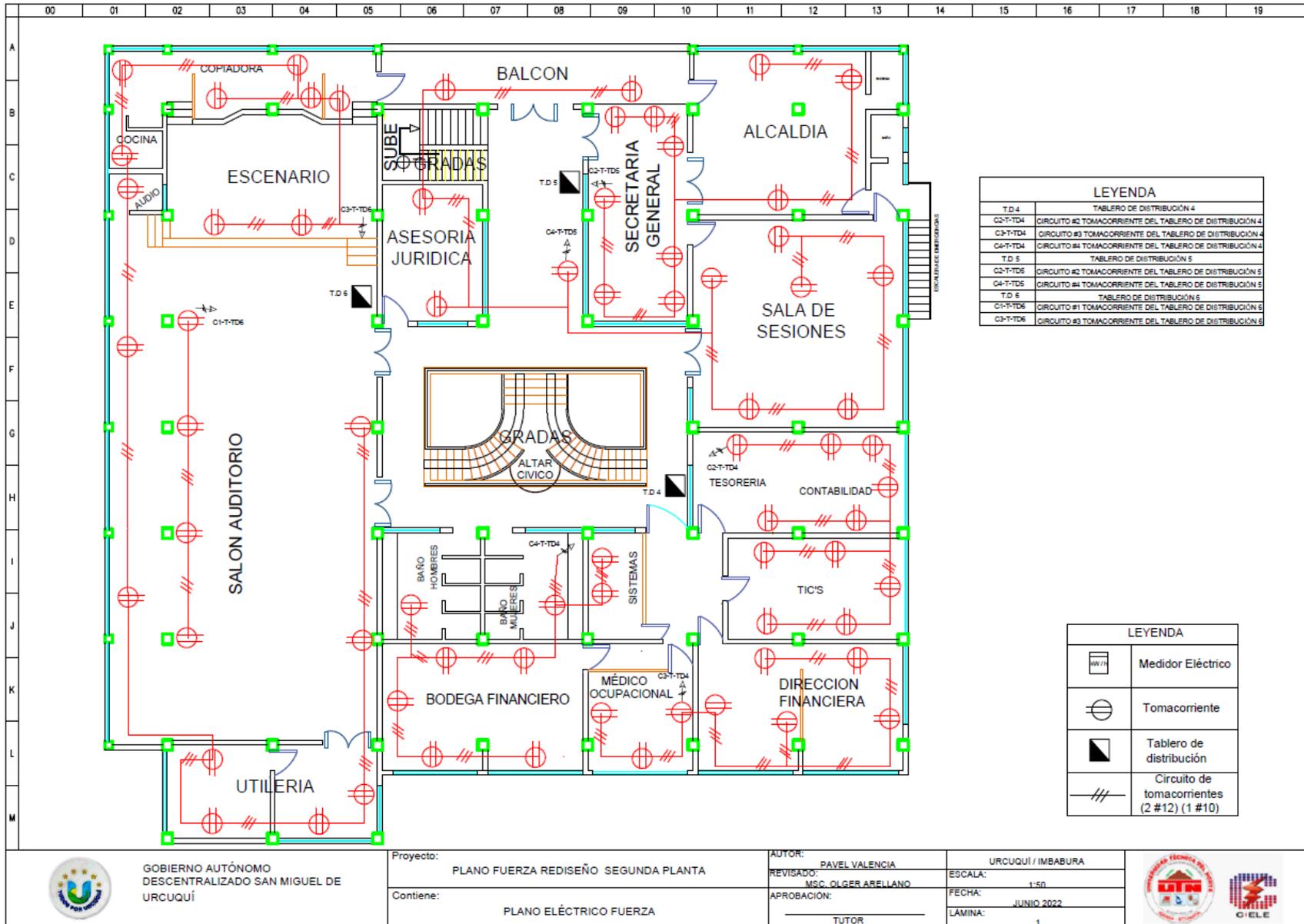
URQUQUÍ / IMBABURA

ESCALA:
1:50

FECHA:
JUNIO 2022

LAMINA:
1





LEYENDA	
T.D 4	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C2-T-TD4	CIRCUITO #2 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C3-T-TD4	CIRCUITO #3 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C4-T-TD4	CIRCUITO #4 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
T.D 5	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C2-T-TD5	CIRCUITO #2 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C4-T-TD5	CIRCUITO #4 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
T.D 6	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
C1-T-TD6	CIRCUITO #1 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
C3-T-TD6	CIRCUITO #3 TOMACORRIENTE DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6

LEYENDA	
	Medidor Eléctrico
	Tomacorriente
	Tablero de distribución
	Circuito de tomacorrientes (2 #12) (1 #10)



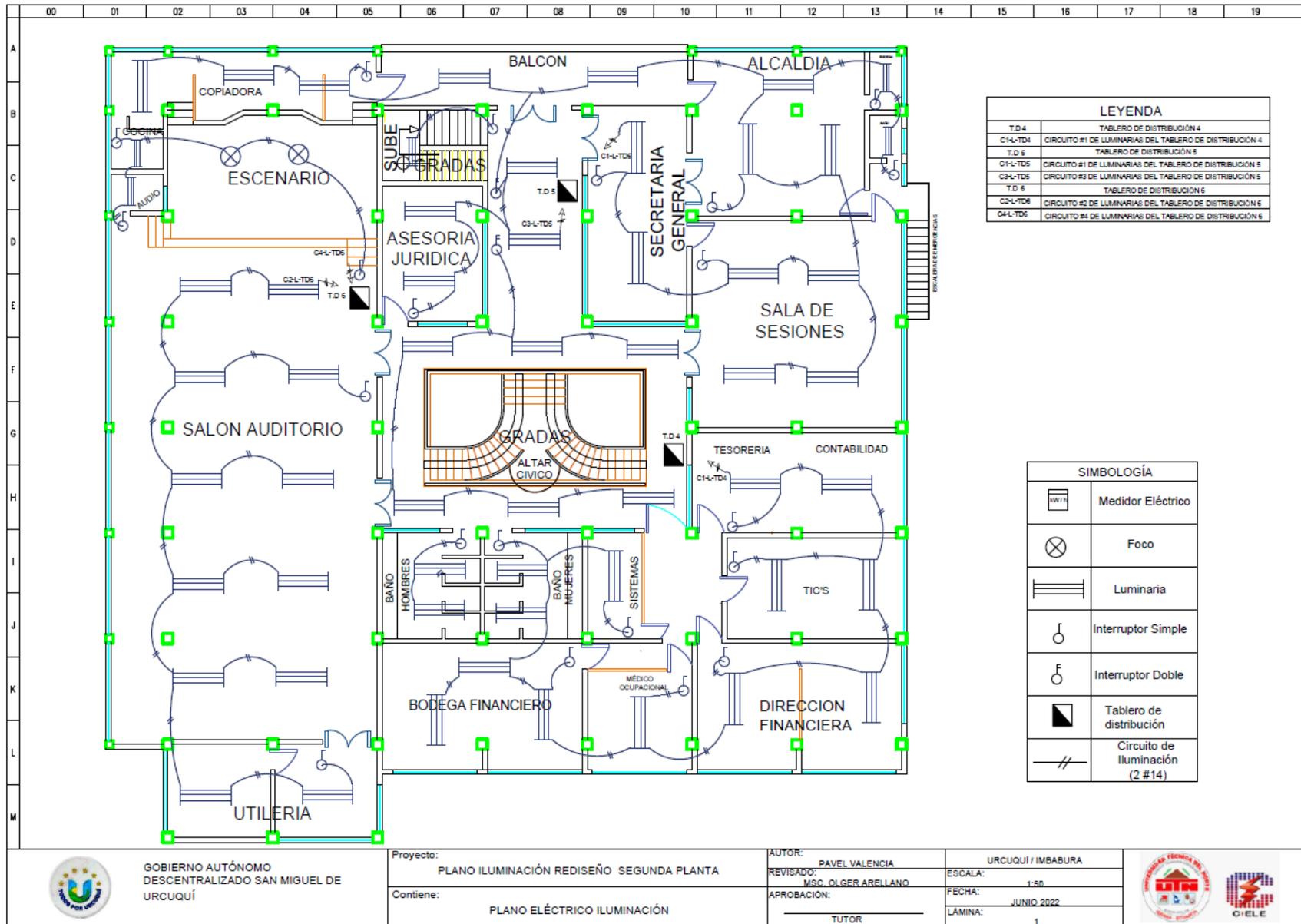
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

Proyecto: PLANO FUERZA REDISEÑO SEGUNDA PLANTA
 Contiene: PLANO ELÉCTRICO FUERZA

AUTOR: PAVEL VALENCIA
 REVISADO: MSc. OLGER ARELLANO
 APROBACIÓN: TUTOR

URCUQUÍ / IMBABURA
 ESCALA: 1:50
 FECHA: JUNIO 2022
 LAMINA: 1





LEYENDA	
T.D.4	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
C1-L-TD4	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
T.D.5	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C1-L-TD5	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C3-L-TD5	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
T.D.6	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
C2-L-TD6	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6
C4-L-TD6	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 6

SIMBOLOGÍA	
	Medidor Eléctrico
	Foco
	Luminaria
	Interruptor Simple
	Interruptor Doble
	Tablero de distribución
	Circuito de Iluminación (2 #14)



GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE
URCUQUÍ

Proyecto:
PLANO ILUMINACIÓN REDISEÑO SEGUNDA PLANTA

Contiene:
PLANO ELÉCTRICO ILUMINACIÓN

AUTOR:
PAVEL VALENCIA

REVISADO:
MIG. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:
TUTOR

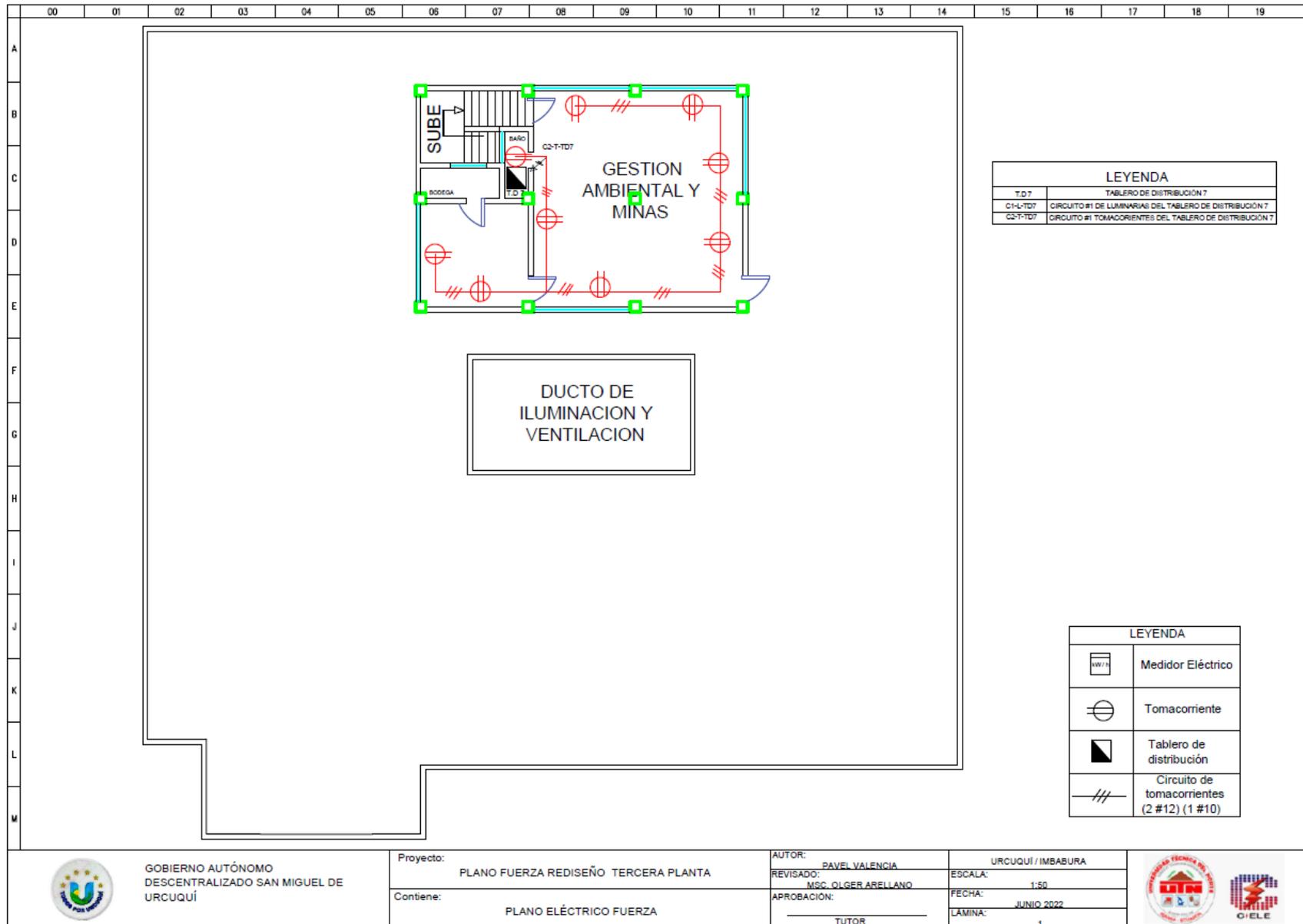
URCUQUÍ / IMBABURA

ESCALA:
1:50

FECHA:
JUNIO 2022

LÁMINA:
1





LEYENDA	
T.D7	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C1-L-TD7	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C2-T-TD7	CIRCUITO #1 TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7

LEYENDA	
	Medidor Eléctrico
	Tomacorriente
	Tablero de distribución
	Circuito de tomacorrientes (2 #12) (1 #10)

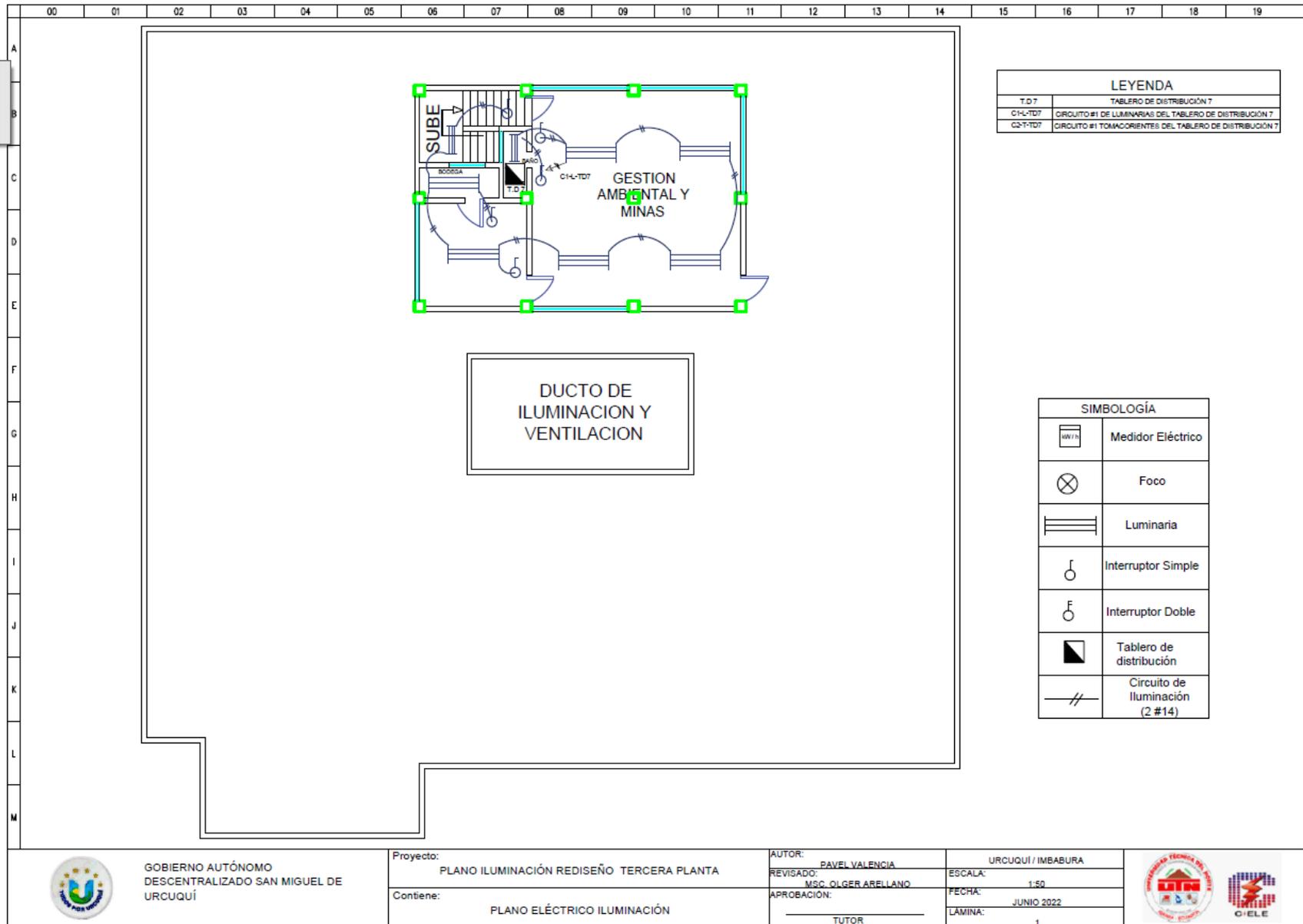


GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE
URCUQUÍ

Proyecto: PLANO FUERZA REDISEÑO TERCERA PLANTA
 Contiene: PLANO ELÉCTRICO FUERZA

AUTOR: PAVEL VALENCIA URCUQUÍ / IMBABURA
 REVISADO: MSC. OLGER ARELLANO ESCALA: 1:50
 APROBACIÓN: JUNIO 2022
 TUTOR: LAMINA: 1





LEYENDA	
T.D.7	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C14-TD7	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C2-TD7	CIRCUITO #1 TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7

SIMBOLOGÍA	
	Medidor Eléctrico
	Foco
	Luminaria
	Interruptor Simple
	Interruptor Doble
	Tablero de distribución
	Circuito de Iluminación (2 #14)



GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE
URCUQUÍ

Proyecto:
PLANO ILUMINACIÓN REDISEÑO TERCERA PLANTA

Contiene:
PLANO ELÉCTRICO ILUMINACIÓN

AUTOR:
PAVEL VALENCIA

REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:
TUTOR

URCUQUÍ / IMBABURA

ESCALA:
1:50

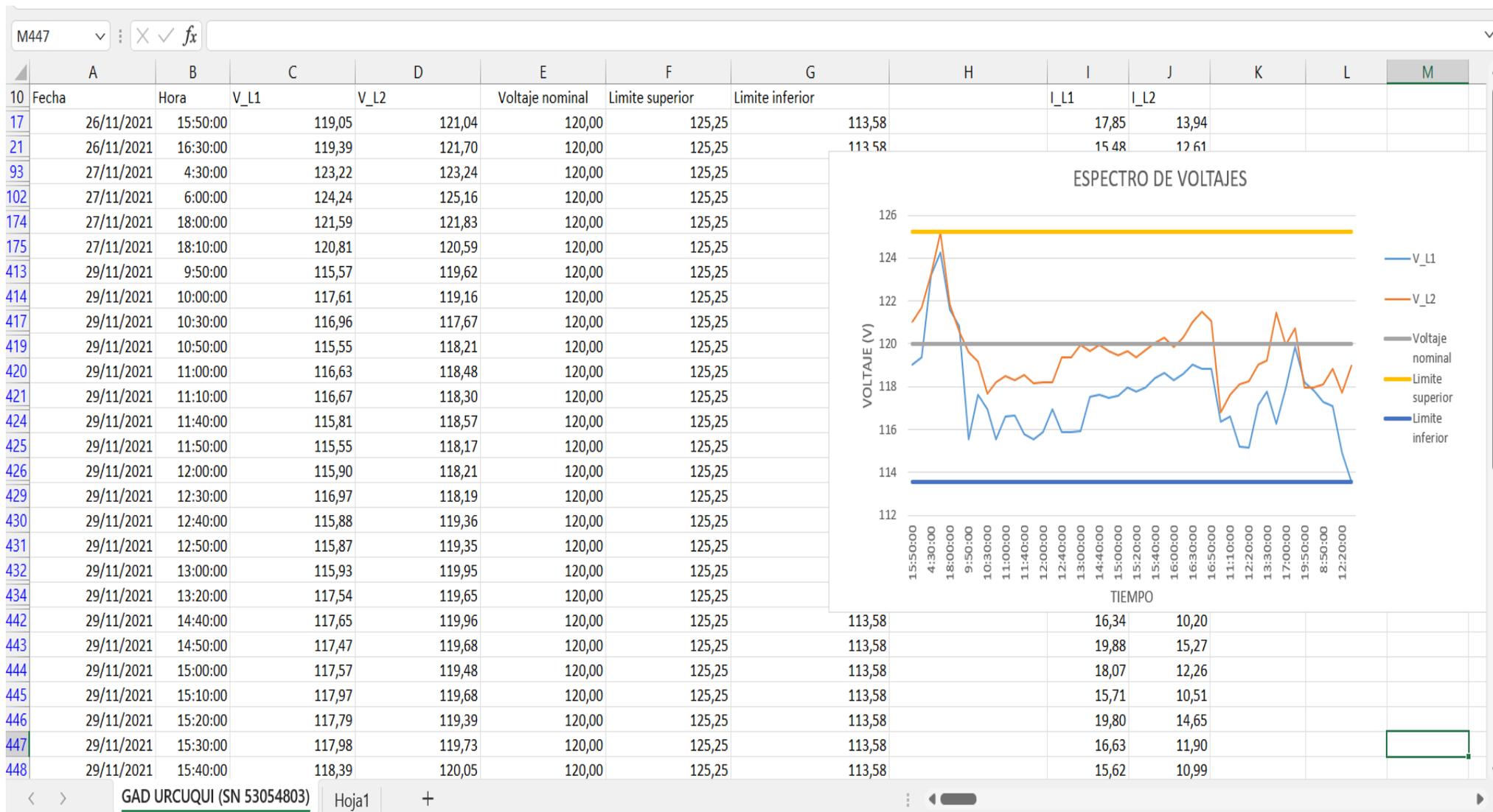
FECHA:
JUNIO 2022

LÁMINA:
1

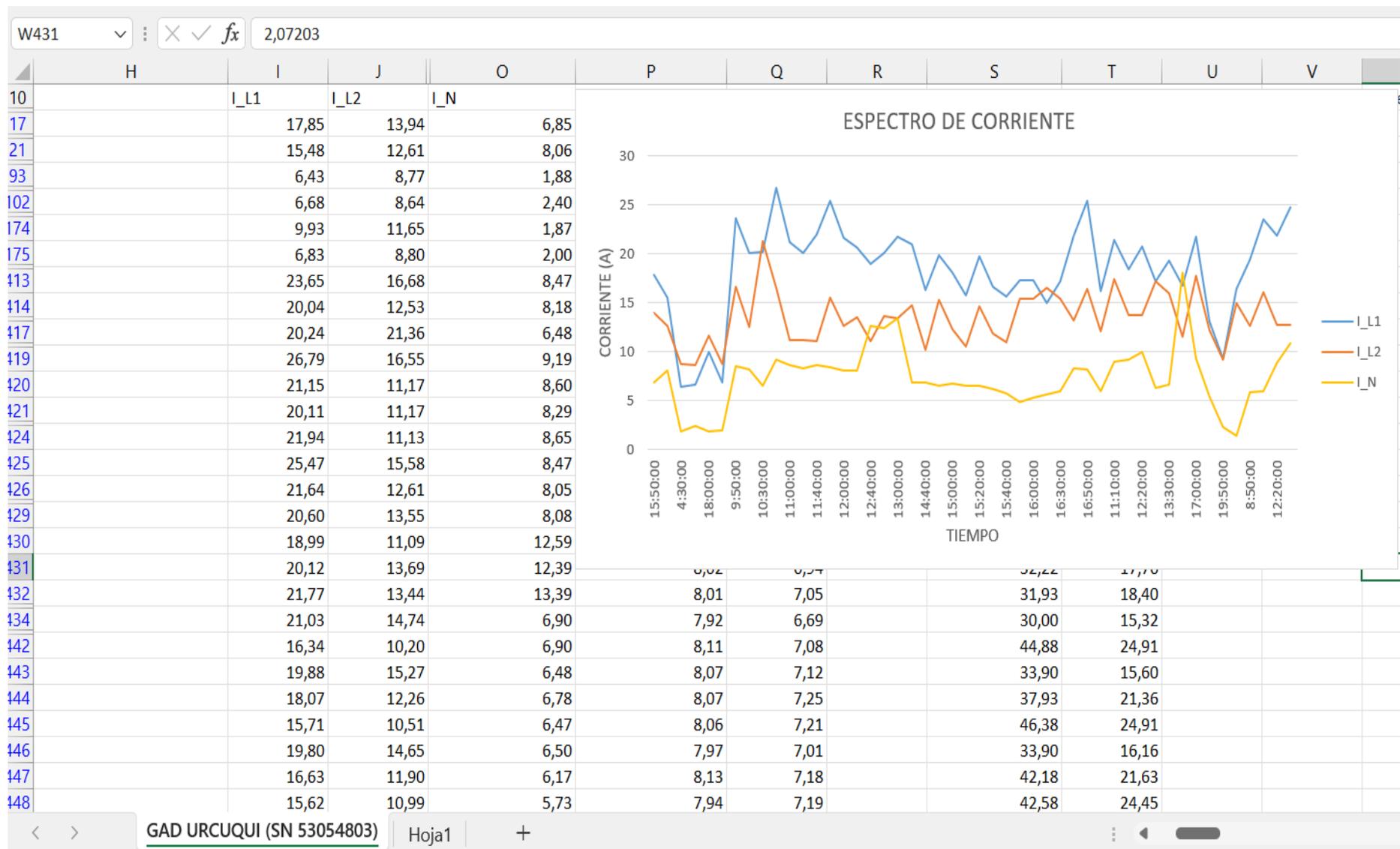


ANEXO J: DATOS DEL ANALIZADOR DE RED

VOLTAJE

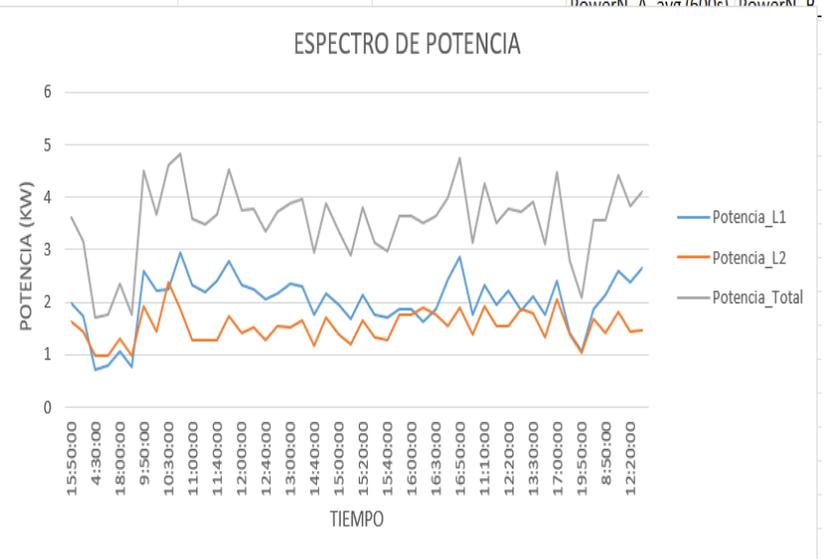


CORRIENTE

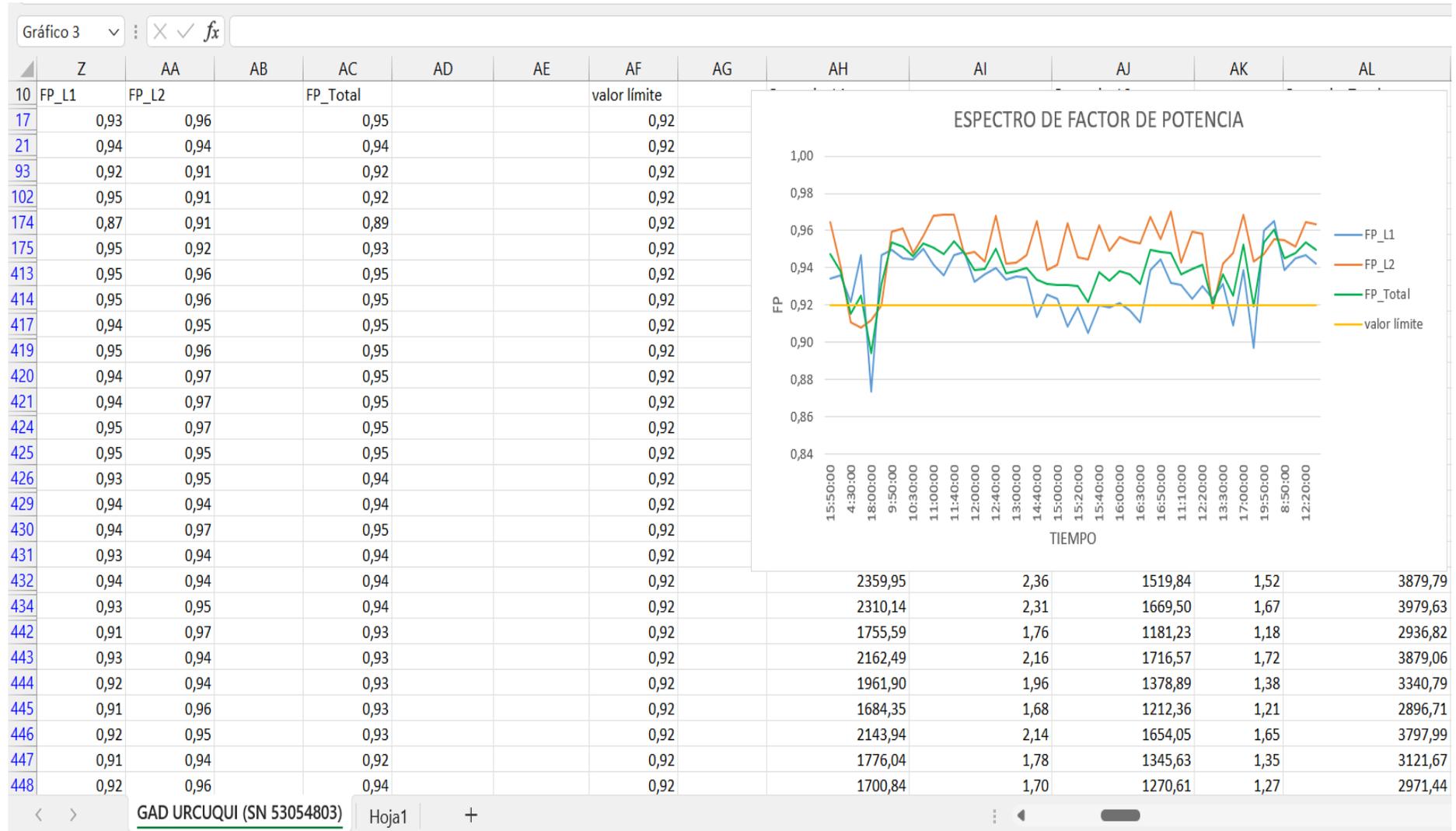


POTENCIA

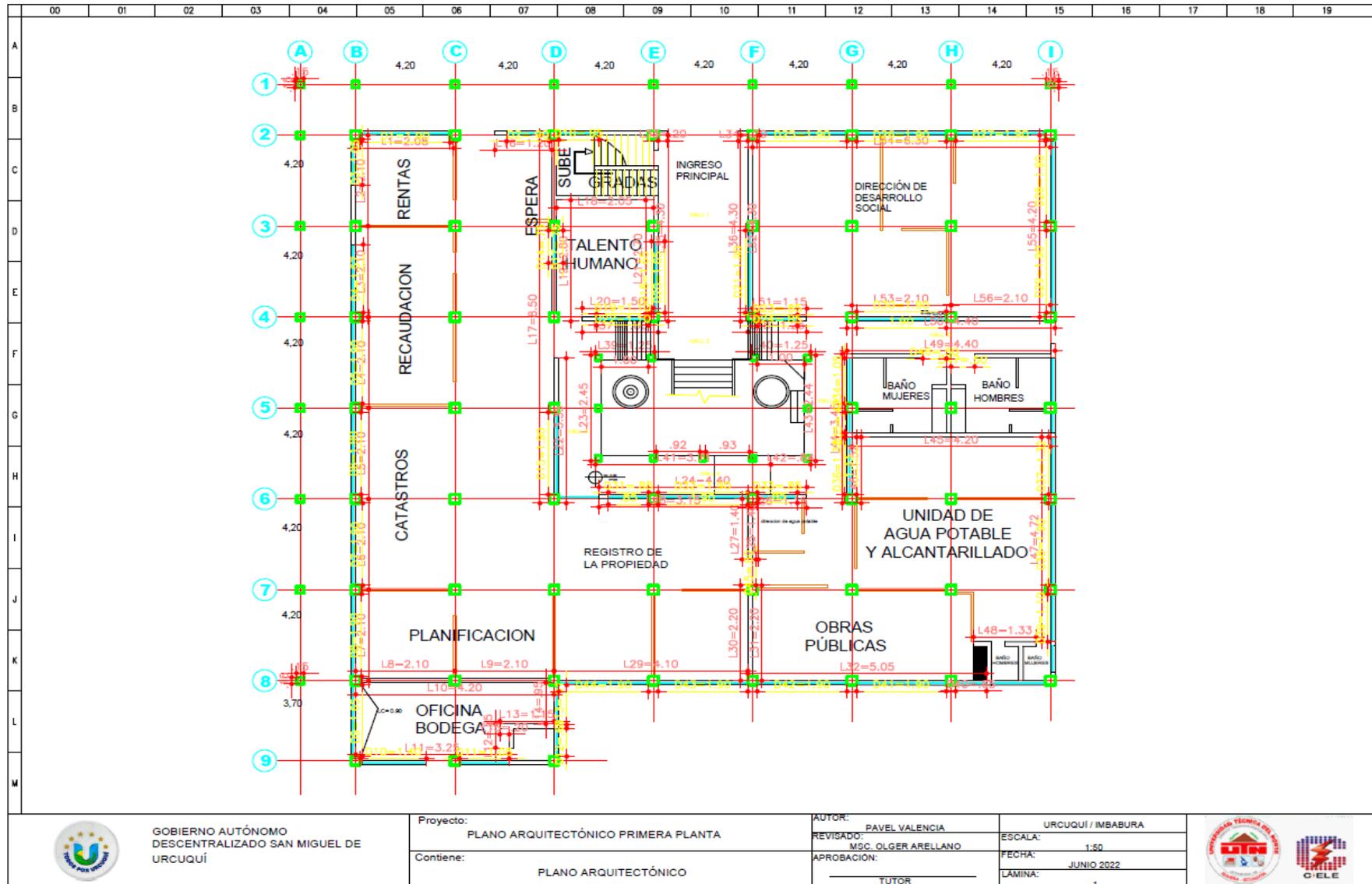
	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR
10	Potencia_L1		Potencia_L2		Potencia_Total						
17	1985,02	1,99	1628,10	1,63	3613,12	3,61					
21	1729,75	1,73	1444,14	1,44	3173,89	3,17					
93	729,58	0,73	984,38	0,98	1713,97	1,71					
102	785,34	0,79	981,29	0,98	1766,63	1,77					
174	1055,20	1,06	1294,56	1,29	2349,76	2,35					
175	781,40	0,78	975,99	0,98	1757,39	1,76					
413	2595,70	2,60	1914,30	1,91	4510,00	4,51					
414	2227,69	2,23	1435,05	1,44	3662,73	3,66					
417	2235,53	2,24	2382,88	2,38	4618,42	4,62					
419	2941,57	2,94	1873,14	1,87	4814,70	4,81					
420	2322,77	2,32	1280,97	1,28	3603,73	3,60					
421	2195,89	2,20	1279,86	1,28	3475,75	3,48					
424	2405,31	2,41	1278,39	1,28	3683,71	3,68					
425	2792,11	2,79	1743,87	1,74	4535,98	4,54					
426	2339,70	2,34	1414,47	1,41	3754,17	3,75					
429	2256,34	2,26	1510,79	1,51	3767,13	3,77					
430	2068,13	2,07	1280,62	1,28	3348,76	3,35					
431	2176,25	2,18	1538,88	1,54	3715,13	3,72					
432	2359,95	2,36	1519,84	1,52	3879,79	3,88					
434	2310,14	2,31	1669,50	1,67	3979,63	3,98					
442	1755,59	1,76	1181,23	1,18	2936,82	2,94					
443	2162,49	2,16	1716,57	1,72	3879,06	3,88					
444	1961,90	1,96	1378,89	1,38	3340,79	3,34					
445	1684,35	1,68	1212,36	1,21	2896,71	2,90					
446	2143,94	2,14	1654,05	1,65	3797,99	3,80					
447	1776,04	1,78	1345,63	1,35	3121,67	3,12					
448	1700,84	1,70	1270,61	1,27	2971,44	2,97					
											751,52
											834,48
											893,20
											878,64
											782,39
											882,58
											815,95
											773,83
											919,27
											834,28
											725,13

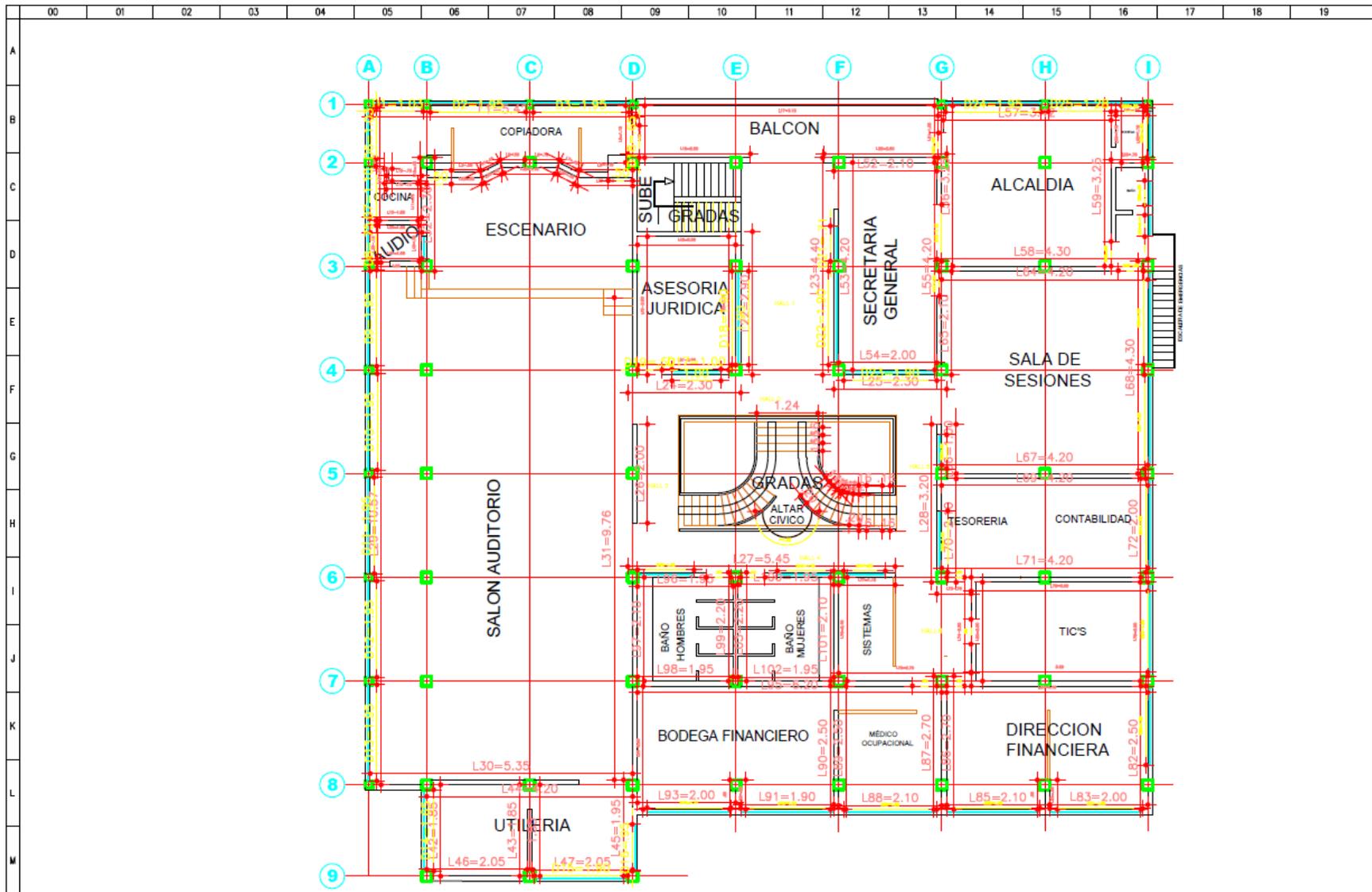


FACTOR DE POTENCIA



ANEXO K: PLANOS ARQUITECTÓNICOS





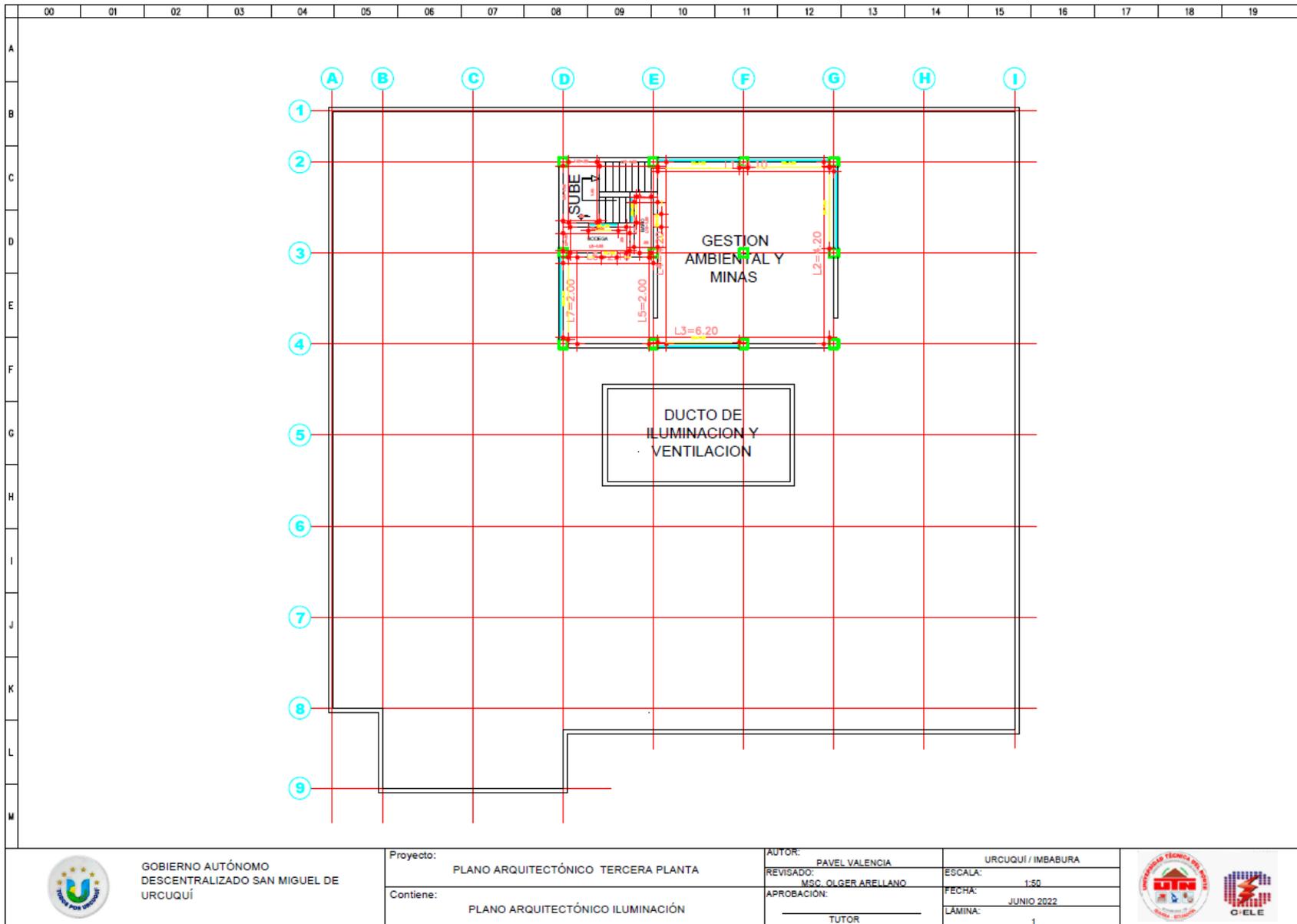
GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE
URCUQUÍ

Proyecto:
PLANO ARQUITECTÓNICO SEGUNDA PLANTA
Contiene:
PLANO ARQUITECTÓNICO

AUTOR:
PAVEL VALENCIA
REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO
APROBACION:
TUTOR

URCUQUÍ / IMBABURA
ESCALA:
1:50
FECHA:
JUNIO 2022
LAMINA:
1





GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE
URUCUÍ

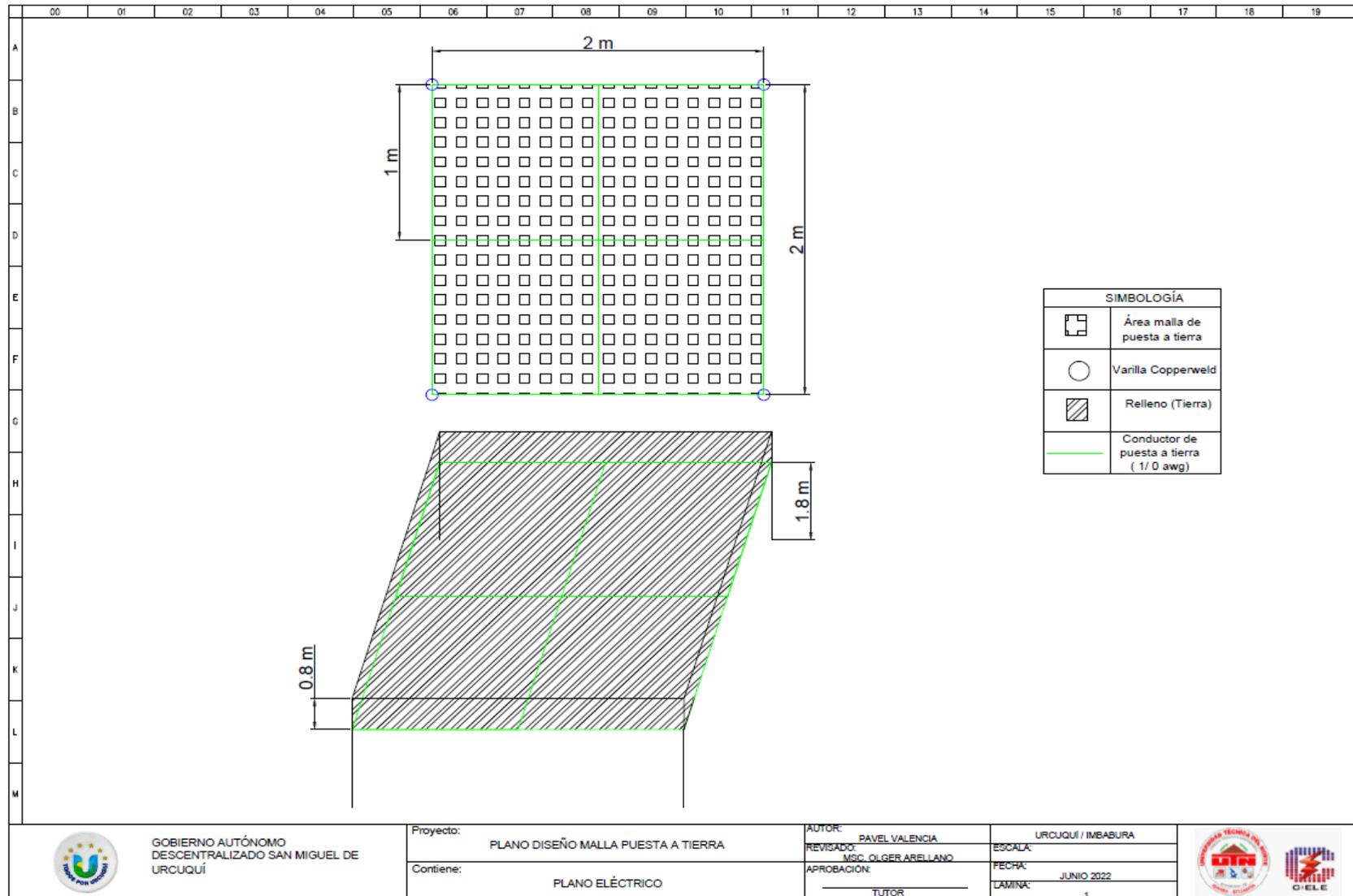
Proyecto: PLANO ARQUITECTÓNICO TERCERA PLANTA
 Contiene: PLANO ARQUITECTÓNICO ILUMINACIÓN

AUTOR: PAVEL VALENCIA
 REVISADO: MSC. OLGER ARELLANO
 APROBACIÓN: _____
 TUTOR

URUCUÍ / IMBABURA
 ESCALA: 1:50
 FECHA: JUNIO 2022
 LAMINA: 1



ANEXO L: PLANOS MALLA PUESTA ATIERRA

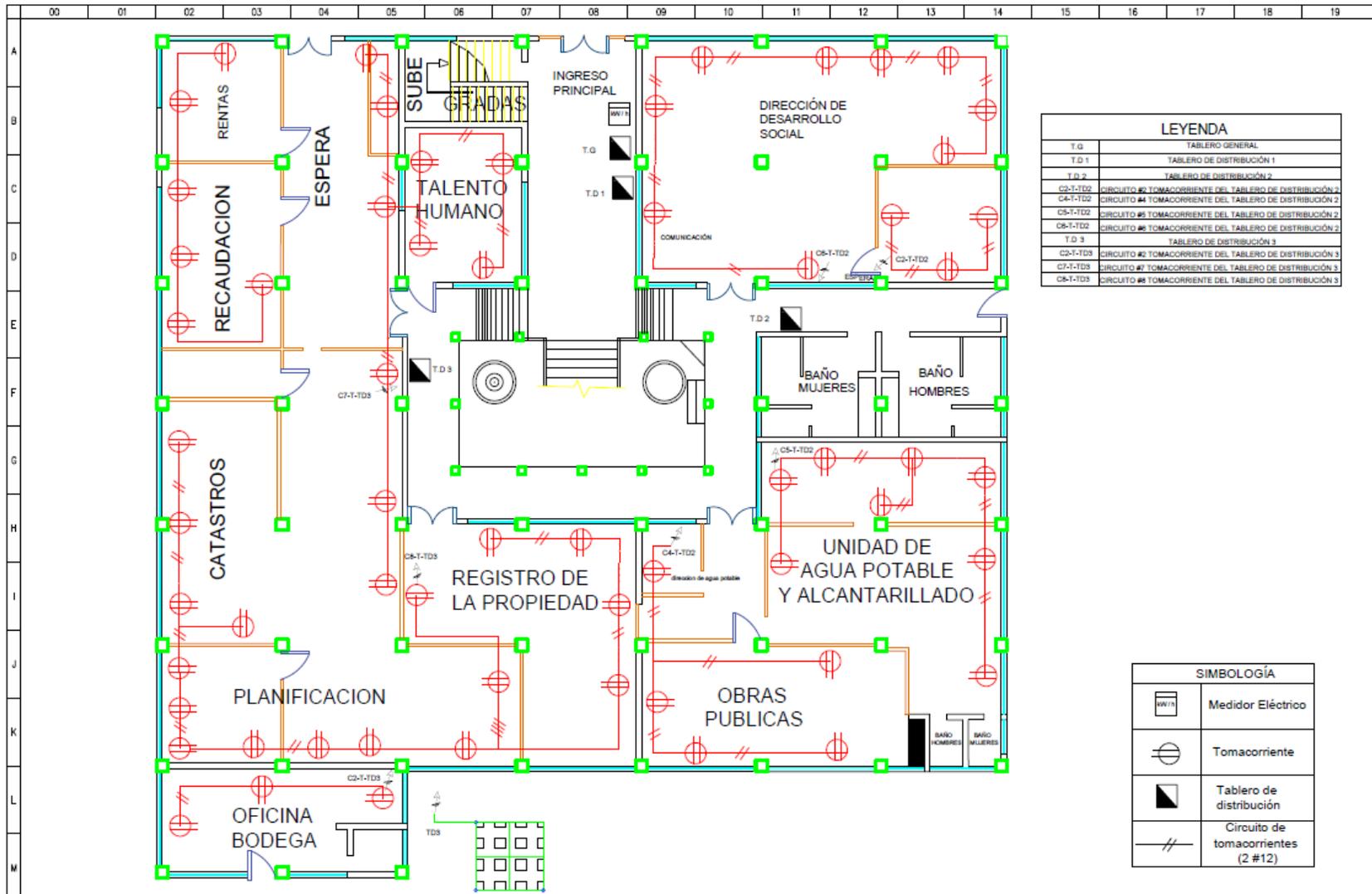


GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE
URQUQUÍ

Proyecto: PLANO DISEÑO MALLA PUESTA A TIERRA
Contiene: PLANO ELÉCTRICO

AUTOR: PAVEL VALENCIA	URCUQUÍ / IMBABURA
REVISADO: MSC. OILGER ARELLANO	ESCALA:
APROBACION: _____	FECHA: JUNIO 2022
TUTOR	LAMINA: 1





GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE
URCUQUÍ

Proyecto:
PLANO UBICACIÓN MALLA DE PUESTA A TIERRA
Contiene:
PLANO ELÉCTRICO

AUTOR:
PAVEL VALENCIA
REVISADO:
MSC. OLGER ARELLANO
APROBACIÓN:
TUTOR

URCUQUÍ / IMBABURA
ESCALA:
1:50
FECHA:
JUNIO 2022
LAMINA:
1

