

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y
Mecatrónica



**Optimización, basada en el CNE-UTILIZACION, de las instalaciones
eléctricas de la planta industrial metal mecánica PRODISE S.R.L., Arequipa**
2025

Tesis presentada por el Bachiller:

Coyuri Lopez, Brayán

ORCID: 0009-0001-7742-0252

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista

Asesor:

Dr. Arévalo Daza, Jorge Luis

ORCID: 0000-0001-5516-8642

Arequipa - Perú

2025

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA MECANICA, MECANICA-ELECTRICA Y MECATRONICA
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 20 de Junio del 2025

Dictamen: 015359-C-EPIMMEM-2025

Visto el borrador del expediente 015359, presentado por:

2015220171 - COYURI LOPEZ BRAYAN

Titulado:

**OPTIMIZACIÓN, BASADA EN EL CNE-UTILIZACION, DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE
LA PLANTA INDUSTRIAL METAL MECÁNICA PRODISE S.R.L., AREQUIPA 2025**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Titulo Profesional/Titulo de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**29387211 - FERNANDEZ BARRIGA CAMILO GRIMALDO
DICTAMINADOR**



**40102882 - CHANI OLLACHICA DEIDAMIA GIOVANNA
DICTAMINADOR**



**29616686 - RIVERA ACOSTA VICTOR GONZALO
DICTAMINADOR**



Optimización, basada en el CNE-UTILIZACION, de las instalaciones eléctricas de la planta industrial metal mecánica PRODISE S.R.L., Arequipa 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	cimav.repositorioinstitucional.mx Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
5	www.iberley.es Fuente de Internet	1%
6	pdfcookie.com Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.untels.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repo.unlpam.edu.ar Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

Dedico este logro, con profundo amor y gratitud, a mis padres, quienes han invertido su tiempo, esfuerzo y cariño en cada etapa de mi vida. A mis hermanos por brindarme su apoyo emocional, por estar presentes en silencio y en palabras, y por acompañarme en este camino con comprensión y aliento.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas aquellas personas que, de una u otra forma, depositaron su confianza en mí, ya sea en el ámbito personal o laboral. Cada oportunidad, cada palabra de aliento y cada gesto de fe en mis capacidades ha sido un impulso invaluable para llegar hasta aquí, a todos ustedes, les debo una parte de este logro



RESUMEN

La presente tesis se está desarrollando en función de la optimización en el sistema eléctrico que se planteó en la Empresa Prodis S.R.L. ubicada en Arequipa, ya que esta realiza trabajos en el sector minero que da servicio a empresas como Cerro Verde, Southern Copper, Hudbay, Marcobre, Chinalco, Yura. Por lo tanto, se ha observado la necesidad de reevaluar de forma integral todas las instalaciones eléctricas donde la Planta presente una alta demanda de trabajo por lo que ha conseguido que la empresa requiera una mayor demanda de energía eléctrica, por esto se vio la necesidad de rediseñar las instalaciones eléctricas con las que cuenta debido a que estas ya no cumplen con las normas mínimas requeridas para el correcto funcionamiento de los equipos que se utilizan para el trabajo, generando este un problema que ha surgido debido al aumento de personal, maquinaria y herramientas. Es por esto que se busca rediseñar las instalaciones eléctricas de la planta industrial.

Al realizar la evaluación del estado de las instalaciones eléctricas, se ha considerado realizar el análisis en función al método de cálculo de parámetros eléctricos de potencia, para lo cual se recolecto los datos de todas las instalaciones eléctricas que se tienen en la planta, para después realizar los procedimientos de evaluación, considerando las capacidades de los pozos a tierra actuales y las cargas que estos pueden soportar, siendo su valor evaluado con respecto a la normativa, por lo cual se determinó realizar la evaluación de las cargas eléctricas tanto de las luminarias como de las cargas de poder, donde se observó que puede realizarse mejoras en el sistema de iluminación led con sensores de movimiento, utilizando en estas instalaciones de iluminación una alimentación por medio de generación de energía fotovoltaica con paneles solares, con estas mejoras van a permitir que la instalación eléctrica de la planta sea moderna y proyectada al cuidado del medio ambiente, cumpliendo con la normativa vigente de nuestro país.

Por lo tanto, se propone realizar una optimización integral de las instalaciones eléctricas de la planta industrial, considerando mejoras en la distribución de cargas, selección de conductores, cálculo del sistema de iluminación, selección de equipos adecuados, luminaria led, generación eléctrica fotovoltaica y sistemas de puesta a tierra, cumpliendo con la normatividad vigente.

Palabras Clave: Sistema eléctrico de potencia, instalación fotovoltaica, celdas fotovoltaicas.

ABSTRACT

This thesis addresses the optimization of the electrical system at Prodis S.R.L., an industrial plant in Arequipa, Peru, serving major mining companies including Cerro Verde, Southern Copper, Hudbay, Marcobre, Chinalco, and Yura. Due to increased operational demands from expanded personnel, machinery, and equipment, the plant requires higher electrical capacity. The existing electrical installations no longer meet minimum regulatory standards for safe equipment operation, necessitating a comprehensive redesign of the industrial facility's electrical infrastructure.

The assessment methodology employed power parameter calculations, collecting data from all electrical systems. This included evaluating current grounding well capacities and their load-bearing capabilities against regulatory requirements. Electrical load analysis of lighting and power systems identified optimization opportunities, notably through motion-sensor LED lighting powered by photovoltaic generation using solar panels. These improvements will modernize the plant's electrical installations, enhance environmental sustainability, and ensure compliance with national regulations.

Consequently, this work proposes an integrated optimization of the industrial plant's electrical systems, including load distribution enhancements, conductor selection, lighting system recalculation, appropriate equipment specification, LED luminaire implementation, photovoltaic power generation, and grounding system upgrades – all adhering to current technical standards.

Keywords: Power system, Photovoltaic installation, Photovoltaic cells.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3

1.1 Problemática..... 3

1.2 Variables dependientes..... 4

3.1.1 Variables independientes..... 4

3.1.2 Indicadores 4

1.3Objetivos 5

1.3.1 Objetivo General..... 5

1.3.2 Objetivos Específicos..... 5

1.4Justificación 5

1.4.1 Social 6

1.4.2 Económica 6

1.4.3 Ambiental..... 6

1.4.4 Nacional..... 6

1.4.5 Regional..... 7

1.4.6 Internacional 7

1.5 Alcance..... 8

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO..... 9

2.1. Sistema eléctrico de potencia 9

2.2. Materiales eléctricos en instalaciones de utilización..... 11

2.3 Interruptor termomagnético..... 12

2.4 Interruptor diferencial 13

2.5 Lámparas 14

2.6 Sensores de movimiento..... 15

2.7 Sistema de puesta a tierra 16

2.8 Celdas fotovoltaicas 16

2.9 Ventajas de una instalación fotovoltaica..... 18

2.10 Desventajas de una instalación fotovoltaica..... 18

2.11 Ductería, bandejas y canaletas 18

2.12 Instalación de acometidas de baja y media tensión..... 20

2.13 Acometidas en baja tensión 23

2.13.2 Acometidas en media tensión..... 24

2.14 Iluminación de interiores 25

2.14.1 Definiciones 25

2.14.2 Directa 26

2.14.3 Semidirecta..... 26

2.14.4 Indirecta..... 26

2.15	Cálculo de iluminación	26
2.16	Método de Lúmenes.....	26
2.16.1	Datos de entrada.....	27
2.16.2	Cálculo del flujo Luminoso.....	32
2.16.3	Cálculo del número de luminarias.....	32
2.16.4	Emplazamiento de las luminarias.....	33
2.16.5	Comprobación de resultados	35
2.16.6	Método del punto por punto	35
2.17	Componente directa en un punto	38
2.17.1	Fuentes de luz puntuales	38
2.17.2	Fuentes de luz lineales de longitud infinita	39
2.17.3	Cálculo de las iluminaciones horizontales empleando curvas isolux.....	40
2.17.4	Componente indirecta o reflejada en un punto.....	41
2.18	Seguridad Eléctrica	42
2.18.1	Medidas para trabajar en condición eléctricamente segura.....	42
2.18.2	Requisitos adicionales de seguridad.....	42
2.18.3	Sistemas de puesta a tierra	43
CAPÍTULO III		
3.1	ANÁLISIS DEL ÁREA DE APLICACIÓN	45
3.1.1	Layout de la planta.....	45
3.2	CÁLCULOS.....	45
3.2.1	PANELES SOLARES	45

3.3Potencia de Diseño de la Generación Solar Fotovoltaica	62
3.4Estudio de la demanda eléctrica con Analizador de red.....	62
3.5Diseño de la Generación Solar Fotovoltaica	64
3.6Estudio de sombras en diferentes estaciones del Año.....	67
3.7Dimensionado del Sistema Fotovoltaico.....	69
3.8DISEÑO DE LA INSTALACIÓN INDUSTRIAL.....	73
3.8.1 Cálculos para la Subestación.....	73
3.8.2 Instalación Eléctrica interior o industrial que se ha encontrado.....	85
3.8.3 Cálculo de la Corriente Nominal del Sistema en Media Tensión	91
3.8.4 Cálculo de la Corriente Nominal del Sistema en Baja Tensión	91
3.8.5 Cálculos Eléctricos para la Selección de Conductores.....	92
3.8.6 Cálculo por Capacidad de Corriente	92
3.8.7 Cálculo de Capacidad de Corriente del Circuito Derivado de Iluminación	107
3.8.8 Caída de Tensión de Tablero de Distribución a los Circuitos de las Cargas.....	123
3.9Sistema de protección - inspección del Sistema de Puesta a Tierra Existente	152
3.9.1 Procedimiento de Inspección de las Puestas a Tierra.....	152
3.10 PLANOS ELECTRICOS.....	162
3.11 NORMATIVA PERUANA VIGENTE.....	162
3.12 UBICACIÓN DEL PROYECTO	163
3.13 COSTOS DEL PROYECTO	163
3.14. CONCLUSIONES	170
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	171

ANEXOS..... 176



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Esquema del sistema eléctrico de potencia.</i>	10
Figura 2 <i>Esquema de distribución tipo TNC.</i>	21
Figura 3 <i>Esquema de distribución tipo TNS.</i>	22
Figura 4 <i>Esquema de distribución tipo TT.</i>	22
Figura 5 <i>Esquema de distribución tipo IT.</i>	23
Figura 6 <i>Dimensiones del local y altura del plano de trabajo.</i>	27
Figura 7 <i>Dimensiones del local y altura del plano de trabajo.</i>	28
Figura 8 <i>Ejemplo tabla del factor de utilización.</i>	31
Figura 9 <i>Distribución de luminarias para un ambiente o área a iluminar.</i>	33
Figura 10 <i>Distancias a considerar en el emplazamiento de luminarias.</i>	34
Figura 11 <i>Iluminación de un área de iluminación para determinar el nivel de iluminación punto por punto.</i>	36
Figura 12 <i>Componentes de la iluminancia en un punto.</i>	37
Figura 13 <i>Componentes de la iluminancia de fuentes de luz puntuales.</i>	38
Figura 14 <i>Componentes de una fuente de luz lineal de longitud infinita.</i>	39
Figura 15 <i>Diagrama isolux.</i>	40
Figura 16 <i>Layout planta de trabajo.</i>	45
Figura 17 <i>Toma de datos en las instalaciones eléctricas de la empresa PRODISE.</i>	63
Figura 18 <i>Análisis de datos en las instalaciones eléctricas de la empresa PRODISE.</i>	64
Figura 19 <i>Ubicación de la instalación.</i>	65
Figura 20 <i>Datos de la radiación solar en Cerro Colorado.</i>	65
Figura 21 <i>Vista 3D del diseño de la micro generación Solar fotovoltaica.</i>	67
Figura 22 <i>Posición del sol a las 6:00 am en mes de diciembre.</i>	67
Figura 23 <i>Posición del son a las 17:30 p.m.</i>	68

Figura 24 <i>Radiación solar aprovechable 7:00 a. m. Junio.</i>	68
Figura 25 <i>Radiación solar aprovechable 17:00 horas. Junio.</i>	69
Figura 26 <i>Distribución de paneles.</i>	71
Figura 27 <i>Plano de Cableado.</i>	72
Figura 28 <i>Componentes de la generación fotovoltaica.</i>	73
Figura 29 <i>Máximas Caídas de Tensión Permitidas en un Circuito.</i>	92
Figura 30 <i>Simulación del diagrama unifilar.</i>	104
Figura 31 <i>Caídas de tensión tablero de distribución 01 hasta tablero de distribución 07.</i>	106
Figura 32 <i>Caídas de tensión tablero de distribución 08 hasta tablero de distribución 14.</i>	106
Figura 33 <i>Simulación de Distribución 1.</i>	125
Figura 34 <i>Diagrama Unifilar TD-1.</i>	125
Figura 35 <i>Simulación de Distribución 2.</i>	127
Figura 36 <i>Diagrama Unifilar TD-2.</i>	127
Figura 37 <i>Simulación de Distribución 3.</i>	129
Figura 38 <i>Diagrama Unifilar TD-3.</i>	129
Figura 39 <i>Simulación de Distribución 4.</i>	131
Figura 40 <i>Diagrama Unifilar TD-4.</i>	131
Figura 41 <i>Simulación de Distribución 5.</i>	133
Figura 42 <i>Diagrama Unifilar TD-5.</i>	133
Figura 43 <i>Simulación de Distribución 6.</i>	135
Figura 44 <i>Diagrama Unifilar TD-6.</i>	135
Figura 45 <i>Simulación de Distribución 7.</i>	137
Figura 46 <i>Diagrama Unifilar TD-7.</i>	137
Figura 47 <i>Simulación de Distribución 8.</i>	139
Figura 48 <i>Diagrama Unifilar TD-8.</i>	139
Figura 49 <i>Simulación de Distribución 9.</i>	141

Figura 50 <i>Diagrama Unifilar TD-9</i>	141
Figura 51 <i>Simulación de Distribución 10</i>	143
Figura 52 <i>Diagrama Unifilar TD-10</i>	143
Figura 53 <i>Simulación de Distribución 11</i>	145
Figura 54 <i>Diagrama Unifilar TD-11</i>	145
Figura 55 <i>Simulación de Distribución 12</i>	147
Figura 56 <i>Diagrama Unifilar TD-12</i>	147
Figura 57 <i>Simulación de Distribución 13</i>	149
Figura 58 <i>Diagrama Unifilar TD-13</i>	149
Figura 59 <i>Simulación de Distribución 14</i>	151
Figura 60 <i>Diagrama Unifilar TD-14</i>	151
Figura 61 <i>Inspección de pozo 1</i>	153
Figura 62 <i>Medición de resistencia del pozo 1</i>	153
Figura 63 <i>Inspección de pozo 2</i>	154
Figura 64 <i>Medición de resistencia del pozo 2</i>	154
Figura 65 <i>Medición de resistencia del pozo 3</i>	155
Figura 66 <i>Certificados de análisis</i>	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Factor ambiente para iluminación.</i>	29
Tabla 2 <i>Planos de iluminación.</i>	29
Tabla 3 <i>Factores de reflexión para iluminación.</i>	30
Tabla 4 <i>Factores de mantenimiento.</i>	32
Tabla 5 <i>Separación entre luminarias.</i>	34
Tabla 6 <i>Valores relativos de la Iluminancia.</i>	41
Tabla 7 <i>Cantidad de carga de luminarias en el piso 1.</i>	46
Tabla 8 <i>Análisis de Luminarias en el segundo piso.</i>	47
Tabla 9 <i>Análisis de Luminarias en el piso 3.</i>	48
Tabla 10 <i>Análisis de Luminarias en el área de operación.</i>	48
Tabla 11 <i>Análisis de componentes utilizados en el primer piso.</i>	53
Tabla 12 <i>Análisis de componentes utilizados en el segundo piso.</i>	54
Tabla 13 <i>Análisis de componentes utilizados en el tercer piso y extras.</i>	55
Tabla 14 <i>Análisis de componentes utilizados en el primer piso.</i>	57
Tabla 15 <i>Periodo y tiempo de medición con el analizador de red.</i>	63
Tabla 16 <i>Datos del sistema para el diseño para el tipo de sistema.</i>	66
Tabla 17 <i>Especificaciones Técnicas del módulo fotovoltaico.</i>	69
Tabla 18 <i>Inversor a utilizar en el presente proyecto.</i>	70
Tabla 19 <i>Cuadro de cargas área administrativa 1er piso.</i>	74
Tabla 20 <i>Cuadro de cargas área administrativa 2do piso.</i>	75
Tabla 21 <i>Cuadro de cargas área administrativa 2do piso.</i>	76
Tabla 22 <i>Cuadro de cargas área administrativa 2do piso.</i>	77
Tabla 23 <i>Cuadro de cargas área administrativa 3er piso.</i>	78
Tabla 24 <i>Cuadro de Cargas área administrativa.</i>	79

Tabla 25 Cuadro de cargas Garita 1er y 2do piso.....	80
Tabla 26 Cuadro de cargas áreas de operaciones.....	81
Tabla 27 Cuadro de cargas área de operaciones.....	82
Tabla 28 Cuadro de cargas área de operaciones.....	83
Tabla 29 Tablero General.....	84
Tabla 30 Instalación eléctrica.....	86
Tabla 31 Instalaciones eléctricas.....	87
Tabla 32 Instalaciones eléctricas.....	88
Tabla 33 Instalaciones eléctricas.....	89
Tabla 34 Instalaciones eléctricas.....	90
Tabla 35 Parámetros Eléctricos.....	93
Tabla 36 Tabla de conductores THW 75°C.....	98
Tabla 37 Conductores seleccionados.....	99
Tabla 38 Sistema eléctrico de Prodis.....	100
Tabla 39 Cálculo de impedancia eficaz. $F_p=0.8$ 3f; $p_f=0.9$ 1F.....	101
Tabla 40 Impedancias eficaces.....	103
Tabla 41 Caída de tensión en los tableros de distribución.....	105
Tabla 42 Número de circuitos por distribución.....	108
Tabla 43 Valores para circuito.....	121
Tabla 44 Distribución 1.....	124
Tabla 45 Distribución 2.....	126
Tabla 46 Distribución 3.....	128
Tabla 47 Distribución 4.....	130
Tabla 48 Distribución 5.....	132
Tabla 49 Distribución 6.....	134
Tabla 50 Distribución 7.....	136

Tabla 51 <i>Distribución 8</i>	138
Tabla 52 <i>Distribución 9</i>	140
Tabla 53 <i>Distribución 10</i>	142
Tabla 54 <i>Distribución 11</i>	144
Tabla 55 <i>Distribución 12</i>	146
Tabla 56 <i>Distribución 13</i>	148
Tabla 57 <i>Distribución 14</i>	150
Tabla 58 <i>Lista de herramientas y materiales</i>	164
Tabla 59 <i>Lista de Personal involucrado</i>	165
Tabla 60 <i>Inversión de activos</i>	166
Tabla 61 <i>Inversión en capital</i>	166
Tabla 62 <i>Resumen de inversiones</i>	167
Tabla 63 <i>Valores de Egresos</i>	167
Tabla 64 <i>Valores de egresos</i>	167
Tabla 65 <i>Costo de operación</i>	168
Tabla 66 <i>Valores de VAN y TIR</i>	169
Tabla 67 <i>Valores VAN y TIR</i>	169

INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica actualmente se puede considerar una necesidad, ya que puede mejorar la calidad de vida de las personas en su vivienda, así como también en el uso indispensable en el sector industrial debido a que la mayoría de los equipos necesitan electricidad para el funcionamiento. Utilizando materias primas ya sea como el carbón o petróleo para su generación se genera contaminación del medio ambiente, aparte que al ser recursos no renovables la demanda eléctrica podría no ser satisfecha por completo a medida que se agoten, es por eso que se da un gran valor a las energías renovables las cuales se pueden usar sin miedo a que se acaben.

Rashid (2016) informa que, en la actualidad, la demanda mundial de electricidad está aumentando. Las reservas limitadas de combustibles fósiles y la emisión de gases de efecto invernadero han generado serias preocupaciones con respecto a las crisis energéticas y las amenazas climáticas. Estas preocupaciones llevaron a los investigadores a buscar fuentes alternativas de energías, las energías renovables como son la energía solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica, biomasa y de ellas la energía solar se considera la fuente más aceptable.

Entre todas las fuentes de energía renovables. La energía solar tiene la ventaja de estar disponible en abundancia y de forma gratuita en todo el mundo. Se informa que la Tierra recibe energía del Sol, que es 10.000 veces más que la demanda total de energía del planeta.

Los métodos de generación de energía eléctrica se pueden clasificar en varios tipos de los cuales la demanda de energía solar aumento considerablemente. Satpathy et al. (2021) en su libro menciona que, a nivel mundial en el 2019, se instaló 97.1 GW de capacidad solar fotovoltaica y se estima que para el 2026 la capacidad solar fotovoltaica instalada alcance 1 TeraWatt.

Statista (2021) señala que, en el 2021, el Perú se alcanzó los 336 MW de capacidad solar fotovoltaica, habiendo un incremento del 3.7% con respecto del 2018. Cada vez más se nota el aumento de este método de generación de energía eléctrica siendo impulsado por el estado para un enfoque rural.

La generación fotovoltaica es un recurso que además de ser limpio es inagotable; y plantea nuevas soluciones para ser utilizado en las viviendas rurales, en el funcionamiento de equipos y de instalaciones industriales (paneles solares).

En el presente plan de tesis se propone la optimización y mejora de las instalaciones eléctricas de la planta Prodis, cumpliendo con la normativa vigente e impulsando el desarrollo autosostenible mediante celdas fotovoltaicas que permitan al mismo tiempo el cuidado el medio ambiente.



CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Problemática

La crisis climática global representa un desafío urgente, impulsado en gran medida por los métodos de generación y consumo de energía eléctrica. Durante décadas, la dependencia de fuentes no renovables ha intensificado el efecto invernadero, motivando la necesidad de innovar en el diseño de infraestructuras sostenibles para todo tipo de edificaciones, desde viviendas hasta complejos industriales.

En este contexto, la empresa Prodis enfrenta la obligación de modernizar sus equipos e instalaciones eléctricas, no solo para optimizar su eficiencia operativa y reducir costos, sino también para garantizar servicios de calidad a sus clientes. El crecimiento sostenido de la demanda, respaldado por alianzas con multinacionales reconocidas, ha exigido la ampliación de maquinaria y herramientas. Sin embargo, este avance ha generado sobrecargas en el sistema eléctrico, provocando fluctuaciones de tensión que evidencian la obsolescencia de las instalaciones actuales. Por ello, se plantea una renovación integral del sistema, alineada con normativas vigentes, para asegurar seguridad, continuidad productiva y proyección futura.

El principal desafío radica en el estado crítico de las instalaciones eléctricas de la planta industrial de Prodis, las cuales operan con una antigüedad de 20 años sin actualizaciones significativas. La falta de documentación técnica actualizada y la imposibilidad de evaluar su integridad sin una inspección especializada generan incertidumbre sobre su capacidad para soportar cargas energéticas modernas. Este envejecimiento ha derivado en fallos recurrentes, como caídas de tensión y sobrecalentamientos, que no solo comprometen la seguridad de los trabajadores, sino que también dañan equipos sensibles, aumentando el riesgo de paralizaciones productivas y costos de reparación imprevistos.

La infraestructura obsoleta de Prodis compromete la seguridad industrial y limita su competitividad al frenar su transición a modelos sostenibles. La falta de un diagnóstico preciso y acciones correctivas pone en riesgo la operatividad de la planta, la reputación corporativa y el

cumplimiento ambiental. Esta situación exige intervención urgente para evitar daños irreversibles en productividad, imagen y responsabilidad ecológica. Sin medidas inmediatas, se agravarán fallos técnicos y riesgos operativos, amenazando la viabilidad futura de la empresa.

1.2 Variables dependientes

-) Optimización de instalaciones eléctricas

2.2.1 Variables independientes

-) Caída de voltaje
-) Estado actual de las instalaciones
-) Cálculo del balance de cargas
-) Frecuencia de la energía eléctrica
-) Armónicos en la energía eléctrica
-) Ahorro económico
-) Cumplimiento de la normativa vigente

2.2.2 Indicadores

- Z Paneles solares
- Z Sistema de puesta a tierra
- Z Luminarias con sensor led
- Z Distribución de cargas
- Z Selección de conductores
- Z Cálculo de sistema de iluminación
- Z Selección de equipos adecuados

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

-)] Optimizar de forma integral la eficiencia de las instalaciones eléctricas de la planta industrial metal-mecánica Prodisa SRL basado en el CNE-UTILIZACION, Arequipa 2025

1.3.2 Objetivos Específicos

-)] Diseñar el sistema de distribución eléctrica para la planta industrial de PRODISE, determinando la máxima demanda y dimensionando los tableros de distribución, alimentadores y protecciones de acuerdo al CNE-UTILIZACION
-)] Desarrollar el diseño del sistema de iluminación interior y exterior de la planta industrial, seleccionando luminarias de alta eficiencia para asegurar los niveles de iluminancia requeridos por las normativas garantizando seguridad y la productividad en las áreas operativas y administrativas
-)] Dimensionar un sistema fotovoltaico conectado a la red (On Grid) para cubrir un porcentaje significativo de consumo energético de la planta, especificando la potencia del generador fotovoltaico, la capacidad de los inversores y la estructura de montaje de los paneles solares
-)] Evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental de la implementación del sistema fotovoltaico propuesto, analizando su contribución energética el periodo de recuperación de la inversión y la reducción de la huella de carbono de la planta
-)] Determinar la protección de interruptores termomagnéticos en cada circuito diseñado, cuya capacidad de ruptura garantice la protección y seguridad de la instalación ante un evento de falla.

1.4 Justificación

Los motivos que condujeron a la realización de esta investigación se describirán desde seis enfoques.

1.4.1 Social

Desde el punto de vista social, realizar la optimización de las instalaciones eléctricas y el diseño de la aplicación fotovoltaica tendría un impacto económico al generar nuevos empleos (1.2 empleos directos por MW instalado según IRENA (2023), utilizando mejor las materias primas e implementando nuevas tecnologías.

1.4.2 Económica

Desde el punto de vista económico, la planta industrial aumentaría su producción en un 15-20% debido a la mayor capacidad energética (MINEM, 2023), permitiendo ampliar el uso de maquinaria. Además, los paneles solares representan una inversión con retorno en 5-7 años y rentabilidad del 12-18% anual (Lazard, 2023).

1.4.3 Ambiental

Desde el punto de vista ambiental, los paneles solares reducen emisiones de CO₂ en 0.5 toneladas/MWh (IPCC, 2023). Su adopción masiva en el sector industrial podría disminuir la huella de carbono de Perú en un 25% al 2030 (MINAM, 2022), incentivando prácticas sostenibles.

1.4.4 Nacional

Perú, en línea con el Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2030 (CEPLAN, 2019), prioriza la transición energética para reducir en 40% las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) al 2030, según su Contribución Nacional Determinada (MINAM, 2021). Sin embargo, el Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2023) reporta que el 35% de las industrias peruanas operan con sistemas eléctricos obsoletos, causando pérdidas anuales de S/ 1,200 millones por ineficiencias y fallas (p. 89).

La infraestructura eléctrica de Prodis, con 20 años de antigüedad, incumple la Ley N° 30754 de Eficiencia Energética (2019), que exige a empresas industriales implementar sistemas de gestión energética y auditorías periódicas. Además, el Decreto Supremo N° 014-2020-EM (2020) establece estándares técnicos para instalaciones eléctricas industriales (incluyendo protecciones

contra sobrecargas y certificación de seguridad por OSINERGMIN). Al no modernizarse, Prodisse enfrenta multas de hasta 1,000 UIT (S/ 4,950,000) y la inhabilitación para acceder a incentivos como el Programa de Reconversión Industrial Sostenible (PRODUCE, 2021), que financia hasta el 50% de proyectos de energías renovables (Anexo 1).

1.4.5 Regional

Arequipa, segunda región industrial de Perú, concentra el 20% de la producción manufacturera nacional (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2023). Según el Gobierno Regional de Arequipa (2022), la demanda eléctrica industrial creció un 12% anual desde 2020, pero el 30% de las empresas reportan fallas por infraestructura antigua. La región tiene un potencial solar de 2,300 kWh/m²/año (MINEM, 2023), una de las más altas del país, pero solo el 10% de las empresas usan energía fotovoltaica (Cámara de Comercio e Industria de Arequipa, 2023).

El Plan Energético Regional de Arequipa 2022-2030 (Gobierno Regional de Arequipa, 2022) exige a las industrias reducir un 25% su consumo de la red convencional mediante autogeneración renovable. Prodisse, al operar con instalaciones obsoletas, incumple el Reglamento de Seguridad Industrial de Arequipa (Ordenanza N° 045-2021; Gobierno Regional de Arequipa, 2021), que prohíbe equipos sin certificación antisísmica y antiincendios. Además, la Cámara de Comercio e Industria de Arequipa (2023) prioriza proveedores con certificación ISO 50001 en licitaciones mineras, sector clave que aporta el 40% del PIB regional.

Arequipa enfrenta estrés hídrico y presión para descarbonizar su minería (Ej.: proyecto Quellaveco). Si Prodisse no moderniza sus instalaciones, perderá contratos con empresas como Cerro Verde, que exigen a sus proveedores cumplir con el Protocolo de Sostenibilidad Minera 2023 (SNMPE, 2023). Además, no accedería a fondos del Programa Regional de Innovación Energética (Gobierno Regional de Arequipa, 2022), que subsidia hasta S/ 200,000 en paneles solares para industrias.

1.4.6 Internacional

La Unión Europea (UE) implementó en 2023 el Mecanismo de Ajuste Fronterizo de Carbono (CBAM) (Unión Europea, 2023), gravando importaciones de países con procesos

industriales contaminantes. Perú, como socio comercial de la UE (Unión Europea, 2013) y miembro de la OCDE (OECD, 2022), debe alinear sus industrias a estándares ISO 14001 e ISO 50001 para evitar sanciones (Ministerio de Comercio Exterior, 2023).

Perú ocupa el puesto 62 en el Índice de Desempeño Ambiental (EPI, 2022) (Yale University, 2022), y el sector industrial es crítico. Si Prodisse no se moderniza, Perú podría incumplir metas del Acuerdo de París (MINAM, 2021), afectando su acceso a fondos climáticos como el Green Climate Fund (2023). A nivel corporativo, la empresa quedaría fuera de iniciativas como el Carbon Disclosure Project (CDP, 2023), clave para atraer inversiones de fondos ESG.

1.5 Alcance

Diseñar e implementar un sistema eléctrico en media tensión (22.9 kV) para la planta industrial de Prodisse SRL ubicada en Car. Vía de Evitamiento km. 5 Sec San José, Cerro Colorado, Arequipa, Perú, empresa dedica a brindar servicios de mantenimiento y realización de proyectos en empresas mineras, contando con un área de producción para abastecer de fabricaciones al área de proyectos, que garantice seguridad operativa, eficiencia energética y escalabilidad, cumpliendo con el Código Nacional de Electricidad (CNE) (OSINERGMIN, 2023a) y el Reglamento de Instalaciones Eléctricas (RIE-OSINERGMIN) (OSINERGMIN, 2023b). El proyecto incluirá energía fotovoltaica para asegurar el cumplimiento del Reglamento Técnico de Edificaciones Sostenibles (D.S. N° 015-2021-VIVIENDA) (Ministerio de Vivienda, 2021).

El proyecto de implementación va incluir el rediseño de la red MT según IEEE 3003.2-2023, sistema fotovoltaico bajo IEC 62446-1:2023, actualización de tableros conforme a IEC 61439-1:2020, Estudio de retorno con metodología NTP-ISO 50002:2020, distribución, cableado estructurado, puesta a tierra, alineamiento con normativas y beneficios competitivos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Sistema eléctrico de potencia

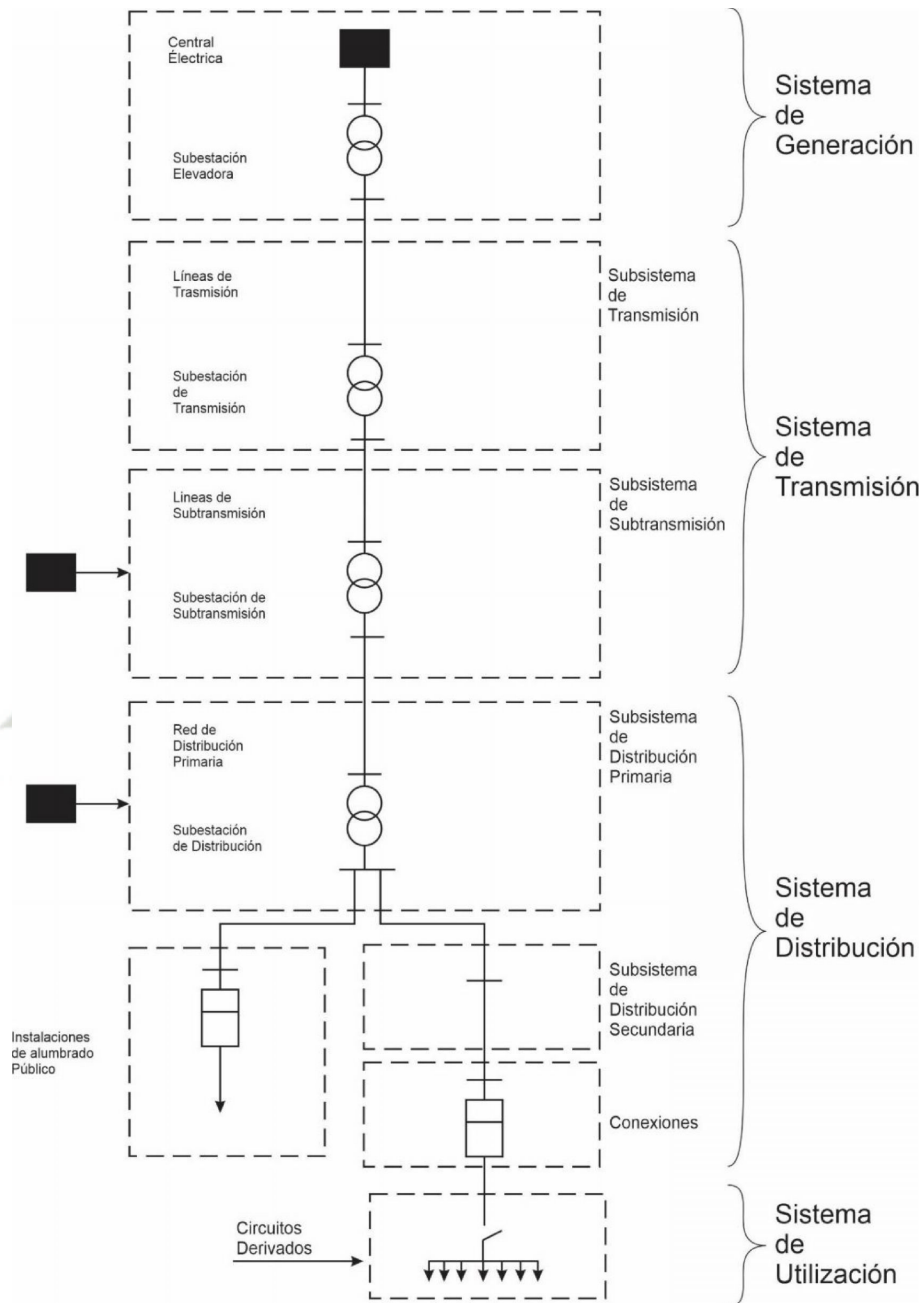
La generación de energía eléctrica es solo una etapa del proceso; su entrega al usuario final requiere sistemas de transmisión y distribución. En Perú, el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) se estructura en niveles de tensión diferenciados, definidos por el Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas (Decreto Supremo N° 020-2021-EM, 2021) y el Código Nacional de Electricidad (CNE; OSINERGMIN, 2023). Según el Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2023, p. 34), estos niveles incluyen:

1. Transmisión primaria (220 kV): Transporte a larga distancia.
2. Transmisión secundaria (60-138 kV): Interconexión regional.
3. Distribución primaria (10-30 kV): Alimentación a centros urbanos.
4. Distribución secundaria (1 kV): Conexión directa a usuarios finales.

Esta clasificación, adaptada a la geografía y demanda peruana, refleja que no existe un modelo único global, sino diseños ajustados a factores técnicos y territoriales (MINEM, 2023, p. 35; OSINERGMIN, 2022, p. 18).

Figura 1

Esquema del sistema eléctrico de potencia.



Nota. La figura representa el esquema del sistema eléctrico de potencia. Tomado de Ministerio de energía y minas, 2002.

2.2. Materiales eléctricos en instalaciones de utilización

2.2.3 Tableros eléctricos

Un tablero eléctrico es un sistema integrado de dispositivos de protección (interruptores termomagnéticos, diferenciales), control y distribución, alojado en envolventes certificadas bajo la Norma IEC 61439-1:2020 (International Electrotechnical Commission, 2020). Según el Código Nacional de Electricidad peruano (OSINERGMIN, 2023, Sección 408.2), su diseño debe garantizar:

Seguridad: Distancias mínimas entre conductores (10 mm para 220 V).

Fiabilidad: Capacidad de cortocircuito 10 kA en sistemas residenciales.

Escalabilidad: Espacio libre del 20% para futuras expansiones.

Estos requisitos son críticos en el contexto de transición energética peruana, donde el 45% de incendios eléctricos se originan en tableros no normados (OSINERGMIN, 2022).

2.2.4 Conductores eléctricos

Los conductores eléctricos son elementos formados por un alma conductora (cobre electrolítico 99.9% o aluminio AA-1350) y aislamiento termoplástico (XLPE o PVC), diseñados bajo la Norma IEC 60228:2021 (International Electrotechnical Commission, 2021). En Perú, el Código Nacional de Electricidad peruano (OSINERGMIN, 2023, sección 310.5) establece:

-) Materiales: Priorizar cobre en instalaciones interiores (conductividad 58 S/m vs. 35 S/m del aluminio).
-) Código de colores:
 - Z Fase: Negro, rojo o azul.
 - Z Neutro: Blanco o gris.
 - Z Tierra: Verde-amarillo bicolor (prohibido usar solo verde desde 2021 por riesgo de confusión).

Los conductores desnudos están restringidos a sistemas de puesta a tierra, con sección mínima de 16 mm² para cobre (OSINERGMIN, 2023).

2.3 Interruptor termomagnético

Los interruptores termomagnéticos son dispositivos de protección diseñados para interrumpir automáticamente el flujo de corriente en un circuito cuando se detectan sobrecargas o cortocircuitos. Su operación combina dos mecanismos:

Módulo térmico: Actúa ante sobrecorrientes prolongadas (ej: 1.13 a 1.45 veces la corriente nominal), utilizando un bimetálico que se deforma con el calor.

Módulo magnético: Responde a corrientes de cortocircuito (3 a 20 veces la nominal) mediante un electroimán que dispara el corte en milisegundos. Estos valores se ajustan según las especificaciones del fabricante y normas internacionales como la IEC 60898-1:2019 (International Electrotechnical Commission, 2019) y la NFPA 70 (National Fire Protection Association, 2023, Art. 240).

Los interruptores termomagnéticos (ITM) protegen las instalaciones eléctricas contra cortocircuitos y sobrecargas, superando a los fusibles al ser rearmables. Según el Código Nacional de Electricidad peruano (OSINERGMIN, 2023, Sección 240.15), deben instalarse en todos los circuitos derivados para garantizar la integridad de conductores y equipos. A diferencia de los interruptores diferenciales (ID), que protegen contra fugas a tierra (>30 mA), los ITM operan ante corrientes 1.13 veces su capacidad nominal (International Electrotechnical Commission, 2020). Su uso es obligatorio en viviendas, industrias y comercios bajo la Resolución N° 045-2022-OS/CD de OSINERGMIN (OSINERGMIN, 2023).

Los ITM combinan dos mecanismos:

1. **Módulo magnético:** Actúa en 20 ms ante cortocircuitos ($3-5 \times I_n$) mediante un electroimán que libera el mecanismo de disparo (International Electrotechnical Commission, 2020).
2. **Módulo térmico:** Responde a sobrecargas ($1.13-1.45 \times I_n$) usando un bimetálico que se deforma por calentamiento (National Fire Protection Association, 2023, Art. 240.6). Estos dispositivos previenen incendios al limitar la energía incidente a <1.2 cal/cm² en instalaciones peruanas, según el Reglamento de Seguridad contra Incendios (Decreto Supremo N° 038-2021-PCM; Presidencia del Consejo de Ministros, 2021).

Tras un disparo, el ITM debe rearmarse solo después de eliminar la falla (sobrecarga o cortocircuito) y enfriarse el bimetálico (2 minutos). El CNE 2023 (OSINERGMIN, 2023, sección 240.21) prohíbe forzar el rearme sin diagnóstico previo, ya que ciclos repetidos dañan los contactos. Para sistemas críticos, se recomiendan ITM con indicación de causa de disparo según la Guía Técnica de Mantenimiento Eléctrico (MINEM, 2022).

2.4 Interruptor diferencial

El interruptor diferencial (ID) o dispositivo de corriente residual (RCD) es un componente crítico en la protección contra descargas eléctricas. Su diseño, basado en la norma IEC 62423:2020 (International Electrotechnical Commission, 2020), combina un transformador toroidal para medir el desbalance entre la corriente de entrada y retorno ($I_n = 30$ mA en aplicaciones domésticas). Al detectar una fuga superior a su umbral (típicamente 10-30 mA), interrumpe el circuito en 30 ms, protegiendo contra contactos directos (toque de conductores activos) e indirectos (fallas en carcasas metálicas). Estudios de la Organización Mundial de la Salud (2022) indican que los RCD reducen en un 89% los accidentes por electrocución en instalaciones residenciales, superando el 70% reportado en décadas anteriores. Estos dispositivos, exigidos en el Código Nacional de Electricidad peruano (OSINERGMIN, 2023, sección 411.3.3), incorporan tecnologías como la detección de corrientes residuales pulsantes (Tipo A) para sistemas con electrónica moderna, garantizando compatibilidad con paneles solares y vehículos eléctricos. (Hernández & López, 2021, p. 134).

Las fugas eléctricas, causadas por aislamiento deteriorado o contacto humano accidental, generan corrientes residuales (I_n) que fluyen a tierra, representando un riesgo de electrocución. Según la Norma IEC 60364-4-41:2017, el cuerpo humano (con resistencia promedio de 1,000-2,000 Ω en condiciones húmedas) puede derivar corrientes letales (>30 mA) si el sistema carece de protección diferencial (International Electrotechnical Commission, 2017, p. 23).

Los dispositivos de corriente residual (RCD) monitorean el equilibrio entre las corrientes activa y neutra. Un desbalance ≥ 30 mA (umbral para aplicaciones domésticas según NFPA 70; National Fire Protection Association, 2023, Art. 210.8) activa un relé electromagnético que interrumpe el circuito en 30 ms, previniendo fibrilación ventricular en humanos.

Los RCDs modernos operan en 25 ms (1/40 s) para corrientes de $5 \times I_n$ (150 mA en dispositivos de 30 mA; International Electrotechnical Commission, 2020). Su instalación debe ubicarse aguas abajo del interruptor termomagnético principal, en el tablero de distribución, para garantizar la protección de todos los circuitos derivados (Código Nacional de Electricidad; OSINERGMIN, 2023, Sección 411.3.3).

2.5 Lámparas

Z Las lámparas son dispositivos que transforman energía eléctrica (o química, en casos como baterías) en energía lumínica mediante procesos como incandescencia, fluorescencia o electroluminiscencia. Técnicamente, se distingue entre:

-) Lámpara: Fuente de luz (ej.: LED, halógena).
-) Luminaria: Sistema que integra la lámpara, soporte, reflector y driver eléctrico (International Electrotechnical Commission, 2023).

Esta clasificación se alinea con el Código Nacional de Electricidad Peruano (OSINERGMIN, 2024, Sección 410.2), que categoriza las lámparas por tecnología (LED, descarga, estado sólido) y aplicación (residencial, industrial).

- Lámparas Incandescentes. prohibidas en la Unión Europea desde 2012 y en Perú desde 2020 (Ministerio del Ambiente, 2020), son las de menor eficiencia (12-18 lúmenes por vatio) debido a que el 90% de su energía se disipa en calor. Su eliminación global evitó el consumo anual de 1.300 TWh de electricidad, según la Agencia Internacional de Energía (International Energy Agency, 2021).
- Lámparas Halógenas ECO. Con una eficiencia de 18-25 lúmenes por vatio, consumen un 30% menos que las incandescentes, pero su fase-out en la UE (2018) y en Perú (2023) responde a su baja eficiencia frente a tecnologías LED. Según el Reglamento Técnico de Etiquetado Energético (OSINERGMIN, 2023), su vida útil (2.000 horas) y emisión de calor las excluyen de la categoría 'A' de eficiencia.
- Lámparas Fluorescentes compactas. Con una eficiencia de 50-70 lúmenes por vatio, reducen el consumo en un 80% vs. incandescentes, pero su uso declina por su demora en encendido (2-3 minutos al 60% de luminosidad) y contenido de mercurio (1-5 mg).

El Código Nacional de Electricidad (OSINERGMIN, 2023, Sección 410.5) restringe su instalación en áreas de tránsito, priorizando LEDs.

- Lámparas LED. Dominan el mercado con eficiencias de 80-120 lúmenes por vatio, vida útil de 50.000-100.000 horas y encendido instantáneo. Según el Plan Nacional de Iluminación Eficiente (MINEM, 2022), su adopción masiva en Perú reducirá el consumo eléctrico residencial en un 40% al 2030, alineado con la norma IEC 62612:2020 (International Electrotechnical Commission, 2020).

2.6 Sensores de movimiento

Los sensores de movimiento son dispositivos IoT que detectan cambios en su entorno (movimiento, calor o microondas) para activar sistemas automáticos, como iluminación inteligente. Según el IEEE 2030.5-2023 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2023), optimizan hasta un 40% el consumo energético en edificios residenciales y comerciales al evitar operación innecesaria. Su integración en sistemas domóticos cumple con el Código Nacional de Electricidad Peruano (OSINERGMIN, 2024, Sección 422.5) para instalaciones eficientes.

Tipos de sensores de movimiento:

2.6.1 Detectores de movimiento infrarrojos pasivos (PIR)

Los sensores PIR (infrarrojos pasivos) detectan cambios en la radiación térmica (8-14 μm) emitida por cuerpos en movimiento, con un rango de $\pm 10^\circ\text{C}$ respecto al ambiente. Según la norma IEC 62676-1-3:2022 (International Electrotechnical Commission, 2022), su uso en seguridad y automatización requiere una sensibilidad $> 2.5 \text{ mW/m}^2$ para aplicaciones residenciales.

2.6.2 Sensores de microondas

Los sensores de microondas (10.525 GHz ± 25 MHz) operan bajo el principio Doppler, detectando perturbaciones en la frecuencia reflejada. Su sensibilidad (0.5-1.5 m/s) supera a los PIR en entornos con cambios térmicos mínimos, según el Estándar FCC Part 15.245:2023 para dispositivos de baja potencia (Federal Communications Commission, 2023).

2.6.3 Sensores de luz fotoeléctrica o crepuscular (PE)

Los fotosensores crepusculares activan circuitos cuando la luminosidad ambiental cae <10 lux (umbral residencial) o <20 lux (vial), según el Reglamento de Alumbrado Público (Decreto Supremo N° 024-2021-MTC; Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2021). Integrados con LEDs, reducen el consumo en un 60% vs. sistemas manuales.

Existen sensores para diferentes aplicaciones como, por ejemplo:

2.6.4 Para espacios abiertos

La instalación de sensores en cielorraso debe seguir la *Norma IEC 60529:2021* (grado IP44 para interiores) y ubicarse a 2.5-3 m de altura para cobertura óptima (ángulo de 120°). En estacionamientos, se requieren modelos IP65 según el *Código Nacional de Electricidad* (OSINERGMIN, 2024, Sección 410.12).

2.6.5 Para espacios pequeños

Los sensores montados en pared deben ubicarse a 1.8-2.2 m del piso, con alcance 8 m para evitar falsos disparos (Guía Técnica de Domótica; MINEM, 2023). En baños, se exigen modelos IP67 resistentes a humedad (CNE; OSINERGMIN, 2024, Sección 680.5).

2.7 Sistema de puesta a tierra

Un sistema de puesta a tierra (SPT) debe garantizar una resistencia 5 para industrias y 25 para residencias, según CNE (OSINERGMIN, 2024, Sección 250.53). El conductor de cobre desnudo debe tener sección 16 mm^2 (para 200 A), conforme a la Tabla 250.66 del NEC 2023 (National Fire Protection Association, 2023) y la norma IEC 60364-4-41:2020 (International Electrotechnical Commission, 2020).

2.8 Celdas fotovoltaicas

Su función es de captar la energía solar y generar electricidad. (El Hammoumi et al., 2022) Las celdas fotovoltaicas individuales generan un voltaje nominal de 0.5 a 0.6 V y una corriente

proporcional a la irradiancia solar (1000 W/m^2 bajo condiciones estándar, STC). Para aplicaciones prácticas, se interconectan en serie (aumentando el voltaje a 30-40 V por módulo) y en paralelo (elevando la corriente hasta 10 A), formando módulos de 60-72 celdas. Esta configuración, regulada por la Norma IEC 61215-1:2021 para paneles solares (International Electrotechnical Commission, 2021), garantiza eficiencias entre 18-22% en tecnologías de silicio cristalino (National Renewable Energy Laboratory, 2023).

En la actualidad, existen tres tipos principales de tecnología de celdas solares, divididos en tecnologías de primera, segunda y tercera generación.

1. Las Primera generación (c-Si): Totalmente comercial, representa >90% del mercado. Alta eficiencia, pero costosa por dificultades en producción de silicio de calidad.
2. Segunda generación (película delgada): Tecnologías como Si amorfo, CdTe y CIGS. Bajo costo de producción masiva, pero menor eficiencia.
3. Tercera generación: Incluye polímero:fullereno, polímero híbrido y perovskita. En desarrollo, busca mejorar rendimiento eléctrico manteniendo bajos costos (El Hammoumi et al., 2022).

2.8.1 Requisitos necesarios para la implementación de celdas fotovoltaicas

2.8.1.1 Identificar el consumo de energía actual

La auditoría energética inicial requiere medir cargas activas con instrumentos certificados (wattímetros clase 0.5 según la norma IEC 60364-8-1:2023) y analizar facturas históricas de distribuidoras locales, como SEAL en Arequipa (Plan Nacional de Eficiencia Energética 2023-2027; MINEM, 2023).

2.8.1.2 Validar la ubicación

La ubicación óptima para paneles solares exige irradiación $1,600 \text{ kWh/m}^2/\text{año}$ (National Renewable Energy Laboratory, 2023), ausencia de sombras y estructuras resistentes a vientos de

150 km/h, según el Código Nacional de Electricidad Peruano (OSINERGMIN, 2024, Sección 712.5).

2.8.1.3 Seleccionar el tipo de instalación

Los sistemas off-grid requieren bancos de baterías LiFePO (eficiencia 95%, norma IEC 62109-1:2022; International Electrotechnical Commission, 2022), mientras los on-grid deben cumplir con sincronización de frecuencia ($60 \text{ Hz} \pm 0.5\%$) y THD $< 3\%$ según el estándar IEEE 1547-2023 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2023).

2.9 Ventajas de una instalación fotovoltaica

Los sistemas fotovoltaicos redujeron su costo nivelado (LCOE) a USD 0.048/kWh en 2023 (International Energy Agency, 2023), con emisiones de 20 gCO eq/kWh vs. 450 gCO eq/kWh de gas natural (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023). Su mantenimiento es 80% más económico que turbinas eólicas (International Renewable Energy Agency, 2024).

2.10 Desventajas de una instalación fotovoltaica

La eficiencia de paneles comerciales alcanza 22.8% (National Renewable Energy Laboratory, 2024), pero requiere 6-8 m²/kW, limitando su uso en áreas urbanas densas. Su retorno de inversión (ROI) en Perú varía de 5-8 años, dependiendo de subsidios (MINEM, 2023).

2.11 Ductería, bandejas y canaletas

Las bandejas tipo escalera (acero ZI 70 μm , ASTM A123-2022) soportan cargas 500 kg/m, mientras las de aluminio (aleación 6063-T6) son ideales para ambientes corrosivos. La equipotencialidad exige resistividad 5 (Código Nacional de Electricidad; OSINERGMIN, 2024, Sección 250.53) y conexiones cada 3 m (norma IEC 61537:2021; International Electrotechnical Commission, 2021).

2.11.1 Material

Las Bandejas Cortacables de Fondo Perforado se fabrican con chapa de acero pregalvanizado en origen (PG)

Las bandejas tipo escalera se fabrican en acero al carbono con galvanizado por inmersión (ZI 70 μm , ASTM A123/A123M-22), aluminio 6063-T6 (EN 573-3:2022) o acero inoxidable AISI 304L (ISO 9445-2:2023).

2.11.2 Tratamiento Superficial

El galvanizado por inmersión (ZI) en bandejas alcanza espesores de 60-85 μm (ASTM A123-22), mientras el zincado electrolítico (ZE) se limita a 8-12 μm , siendo apto solo para ambientes interiores no corrosivos (ISO 2081:2023). El acero inoxidable 304L, con 18% Cr y 8% Ni, resiste temperaturas 870°C y agentes químicos (ASME SB-366:2024 American Society of Mechanical Engineers, 2024).

La Bandeja Porta cable fabricada en acero al carbono y con posterior tratamiento de zincado electrolítico (ZE), tiene un espesor de recubrimiento de 8 a 12 micrones. Recomendado para uso interior y/o ambientes poco agresivos.

La Bandeja Porta cable fabricada en acero inoxidable 304 es resistente a los agentes químicos orgánicos e inorgánicos y a elevadas temperaturas, es resistente a elementos corrosivos.

2.11.3 Localización y tipo de sujeción

La instalación de bandejas debe cumplir con la IEC 61537:2021 para soportes cada 1.5 m (horizontal) y 3 m (vertical), con cargas 500 N/m en sistemas industriales (Código Nacional de Electricidad; OSINERGMIN, 2024, Sección 352.10).

2.11.4 Conexión eléctrica de puesta a tierra

Las bandejas requieren conexiones equipotenciales cada 3 m con conductores de cobre 16 mm² (NEC 2023 Art. 392.7; National Fire Protection Association, 2023), garantizando resistencia

5 para sistemas TN-S (norma IEC 60364-4-41:2020; International Electrotechnical Commission, 2020).

2.12 Instalación de acometidas de baja y media tensión

2.12.1 Clasificación de los sistemas de distribución

La primera letra caracteriza la forma de conexión del neutro respecto de tierra. Puede ser:

-) T: Neutro conectado directamente a tierra.
-) I: Partes vivas aisladas o con impedancia elevada a tierra.

La segunda letra caracteriza la forma de conexión de las masas de los equipos con respecto a tierra. Y puede ser:

-) T: Masa con aterramiento independiente.
-) N: Masas conectadas a tierra de la fuente.
-) I: Masas aisladas (no conectadas a tierra).

La tercera letra representa la forma de conexión a tierra de la masa de los equipos con respecto al sistema de aterramiento de la fuente. Y puede ser:

-) S: Hilo de aterramiento separado del neutro.
-) C: Aterramiento compartido con neutro.

Esquemas oficiales (IEC 60364):

-) TN-S: Neutro y protección separados.
-) TT: Doble conexión a tierra.
-) IT: Sistema aislado o con impedancia.

En Perú, los esquemas TN-S y TT son obligatorios para instalaciones >1 kV (CNE; OSINERGMIN, 2024, sección 132.15). Los sistemas IT (impedancia 1 k Ω) se restringen a hospitales y minas (IEEE 3003.2-2023; Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2023).

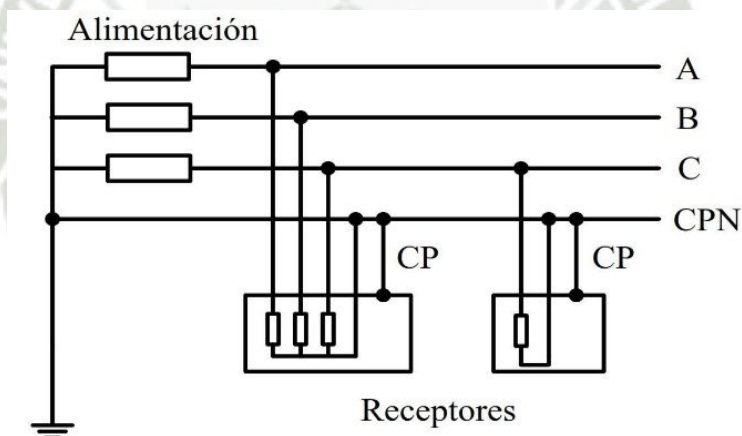
Sistemas de conexión a tierra (según Conejo Navarro et al., 2007):

2.12.2 Configuración TN

-) Neutro conectado directamente a tierra (letra T).
-) Masas de receptores conectadas al neutro (letra N).
-) Subtipos:
 - Z TN-C: Funciones de neutro y protección unidas en conductor PEN (letra C).
 - Z TN-S: Conductor de protección (PE) separado del neutro (letra S).

Figura 2

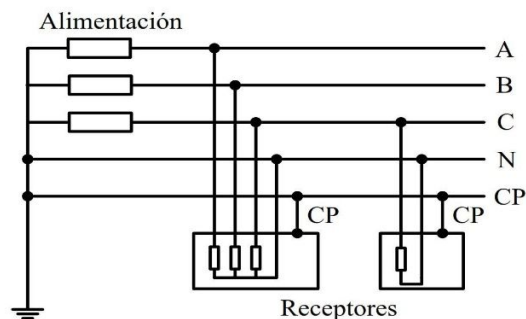
Esquema de distribución tipo TNC.



Nota. La figura representa el esquema de distribución tipo TNC. Tomado de *Instalaciones eléctricas* (1era ed.) por Conejo Navarro et al., 2007, McGraw-Hill.

Figura 3

Esquema de distribución tipo TNS.



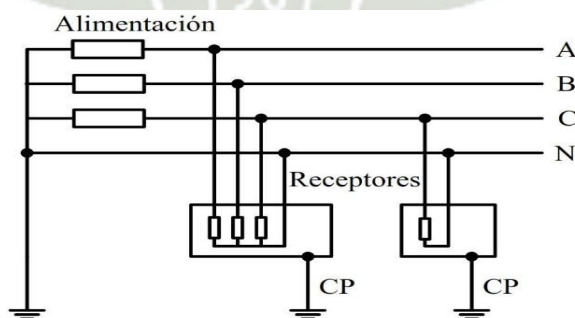
Nota. La figura representa el esquema de distribución tipo TNS. Tomado de *Instalaciones eléctricas* (1era ed.) por Conejo Navarro et al., 2007, McGraw-Hill.

2.12.3 Configuración TT

-) Neutro conectado a tierra en origen (primer T).
-) Masas conectadas a tierra local independiente (segundo T).
-) Requiere toma de tierra propia para cada instalación.

Figura 4

Esquema de distribución tipo TT.



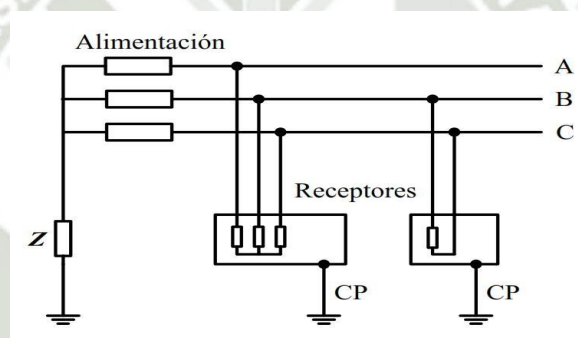
Nota. La figura representa el esquema de distribución tipo TT. Tomado de *Instalaciones eléctricas* (1era ed.) por Conejo Navarro et al., 2007, McGraw-Hill.

2.12.4 Configuración IT

-) Neutro aislado o con impedancia a tierra (letra I).
-) Masas con conexión directa a tierra (letra T).
-) Restricciones:
 - Z Impedancia 1.000-2.000 para fijar potencial de red.
 - Z Neutro no distribuido y limitación de extensión para reducir efecto capacitivo.

Figura 5

Esquema de distribución tipo IT.



Nota. La figura representa el esquema de distribución tipo IT. Tomado de *Instalaciones eléctricas* (1era ed.) por Conejo Navarro et al., 2007, McGraw-Hill.

2.13 Acometidas en baja tensión

Instalación de enlace entre la red de distribución pública y el equipo de medida. En sentido amplio, punto de entrada de energía al edificio por parte del suministrador (Quisbert Callisaya, 2019).

2.13.1 Tipos de acometidas

2.13.1.1 Acometida aérea

El soporte o gancho de recepción del cable de la acometida con una sección mínima de 16 mm², deberá estar localizado en el lugar más cercano a uno de los postes de la red de distribución de DELAPAZ, a una altura mínima al suelo. (Quisbert Callisaya, 2019).

2.13.1.2 Acometida subterránea

Es aquella que tiene sus conductores alojados en el interior de un tubo rígido y auto extingible, con un diámetro mínimo de 120 mm hasta un máximo de 60 cm. Dependiendo de la potencia que precise el edificio, y de acuerdo con el sistema de distribución empleado, pueden ser necesarios uno o dos tubos por cada línea de acometida. Este tipo de acometida es la más utilizada en los grandes núcleos de población, donde las redes de distribución pública discurren por el subsuelo de las calles y vías principales para no afectar así la estética de los edificios. (Quisbert Callisaya, 2019).

2.13.2 Acometidas en media tensión

Las acometidas de media tensión se utilizan para alimentar aquellas cargas mayores, no existe un valor límite a partir del cual se opte por una acometida en media tensión, pero se podría decir que pasado los 50 KVA.; sería una buena elección, sobre todo por el tema de una mejor opción tarifaria, para las industrias, o edificios comerciales o multifamiliares, además se requerirá la instalación de una bóveda de transformación de energía dentro o fuera de la propiedad del mismo, y debe estar protegida u otra estructura, para el albergue de los transformadores de media a baja tensión. Este tipo de acometidas de media tensión podrían ser aéreas o subterráneas, cuando existen redes aéreas de media tensión, la acometida de MT podrá ser aérea para cargas iguales o inferiores a 150 KVA, siempre y cuando las disposiciones de urbanismo, admitan la instalación de transformador de uso, dedicado en poste en dicha zona, aunque la entrada de los cables de BT al predio deberá hacerse en forma subterránea. Las Acometidas subterráneas, se prefiere utilizar este tipo de acometida en las redes de media tensión, con excepción de las acometidas temporales de

provisional de obras, o subestaciones exteriores de patio, acometidas a fincas en zonas. (ENEL, 2013).

Las acometidas subterráneas en MT requieren tuberías HDPE de 150 mm con sello hermético (Norma IEC 61936-1:2023; International Electrotechnical Commission, 2023), mientras las aéreas usan conductores AAAC 477 MCM para cargas 150 kVA (Código Nacional de Electricidad; OSINERGMIN, 2024, sección 225.6).

2.14 Iluminación de interiores

2.14.1 Definiciones

Las lámparas LED de 2700-4000 K (CRI >80) han reemplazado a las incandescentes, con eficiencias de 100-150 lm/W (Código Nacional de Electricidad; OSINERGMIN, 2024, sección 410.8). Su vida útil alcanza 50,000 horas vs. 1,000 horas de tecnologías obsoletas (Illuminating Engineering Society, 2023).

Se pueden describir los parámetros empleados para definir las lámparas (Conejo Navarro et al., 2007):

-) Color de luz: Depende de la ampolla; en ampollas transparentes es amarillento (~3,000 K) con alto índice de reproducción cromática.
-) Flujo luminoso: Reducido y no constante durante su vida útil debido a la evaporación del tungsteno, que adelgaza el filamento y ennegrece la ampolla (depreciación luminosa).
-) Rendimiento luminoso: Muy bajo (8-20 lm/W) porque >90% de la potencia eléctrica se disipa en radiaciones no visibles.
-) Vida útil: Depende de la temperatura del filamento; a mayor temperatura, mayor evaporación y menor vida (media: 1,000 horas).

2.14.2 Directa

Todo el flujo luminoso se dirige directamente a la zona que se desea iluminar. Se suele utilizar cuando se requieren altos niveles de iluminación en la zona de trabajo y resulta económico, pero produce sombras y aumenta el riesgo de deslumbramiento. (Iberley, 2022).

2.14.3 Semidirecta

La mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia la zona que se desea iluminar, pero una pequeña parte se envía hacia el techo o las paredes. Las sombras no son tan duras y se reduce el riesgo de deslumbramiento. Es muy utilizado en locales de oficina y talleres. (Iberley, 2022).

2.14.4 Indirecta

Todo el flujo luminoso se dirige hacia el techo, quedando las luminarias totalmente ocultas. Las sombras desaparecen casi por completo y también todo riesgo de deslumbramiento. Su uso queda reservado a lugares donde no se requieran niveles relevantes de iluminación, pero si un ambiente relajante y agradable. (Iberley, 2022)

2.15 Cálculo de iluminación

El diseño de iluminación de interiores utiliza métodos como el flujo luminoso total (para niveles promedio) y punto por punto (para precisión local), integrando software BIM como Dialux EVO 11.0 (Illuminating Engineering Society, 2022) y cumpliendo con los niveles de lux mínimos del Código Nacional de Electricidad Peruano (CNE; OSINERGMIN, 2024, sec. 410.15) para entornos específicos (ej.: 500 lux en oficinas).

2.16 Método de Lúmenes

El método de los lúmenes calcula la iluminancia media ($E_m = \frac{\Phi \cdot CU \cdot LLF}{A}$), donde CU (coeficiente de utilización) y LF (factor de pérdida) se ajustan según tablas de la Norma ISO 8995-1:2023 (International Organization for Standardization, 2023) para espacios

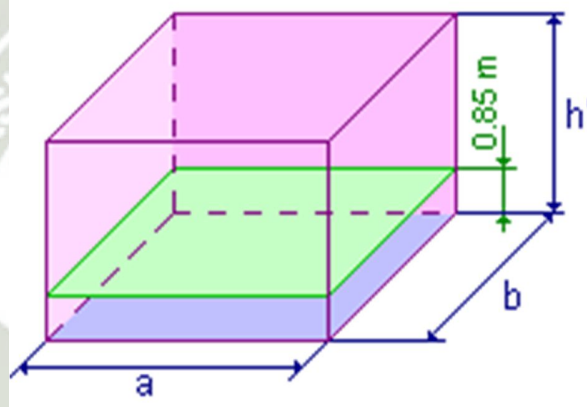
comerciales. Aunque simplificado, es válido para diseños preliminares con márgenes de error 15% (International Commission on Illumination, 2020, CIE S 017/E:2020).

2.16.1 Datos de entrada

Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente de 0.85 m.

Figura 6

Dimensiones del local y altura del plano de trabajo.



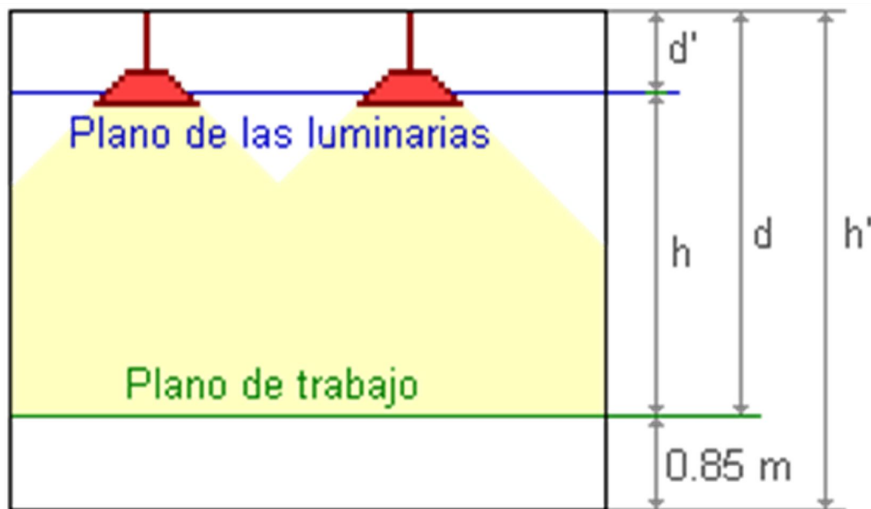
Nota. La figura representa las dimensiones del local y altura del plano de trabajo. Tomado de *Cálculos en iluminación de interiores*, por García Fernandez y Boix, 2002.

Determinar el nivel de iluminancia media (E_m). Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local y podemos encontrarlos tabulados en las normas y recomendaciones especializadas (García Fernandez & Boix, 2002)

-)] Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente...) más adecuada según el tipo de actividad (cf. García Fernandez & Boix, 2002).
-)] Seleccionar el sistema de alumbrado y luminarias acorde a los requerimientos técnicos (cf. García Fernandez & Boix, 2002).
-)] Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido (cf. García Fernandez & Boix, 2002).

Figura 7

Dimensiones del local y altura del plano de trabajo.



Nota. La figura representa las las dimensiones del local y altura del plano de trabajo.

Tomado de *Cálculos en iluminación de interiores*, por García Fernandez y Boix, 2002.

Donde:

Z h : altura entre el plano de trabajo y las luminarias

Z h' : altura del local

Z d : altura del plano de trabajo al techo

Z d' : altura entre el plano de trabajo y las luminarias

En la Tabla 1 se muestra el factor ambiente para iluminación

Tabla 1

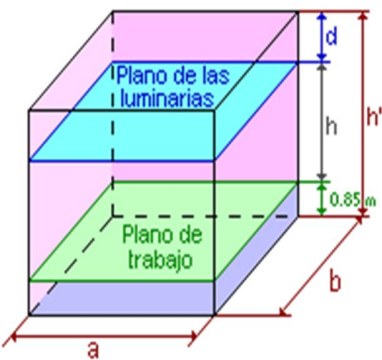
Factor ambiente para iluminación.

	Altura de las luminarias
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas)	Lo más altas posibles Mínimo: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$ $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$

Nota. La tabla muestra el factor ambiente para iluminación. Tomado de *Cálculos en iluminación de interiores*, por García Fernández y Boix, 2002.

Tabla 2

Planos de iluminación.

	Sistema de iluminación	Índice del local
	Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
	Iluminación indirecta y semi indirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

Nota. La tabla muestra los planos de iluminación. Tomado de *Cálculos en iluminación de interiores*, por García Fernandez y Boix, 2002.

- a) Calcular el índice del local (k) a partir de su geometría mediante el método europeo (García Fernandez & Boix, 2002). Este índice es un valor entre 1 y 10; aunque la fórmula podría generar resultados mayores, se limitan a 10 dado que la diferencia en cálculos posteriores es despreciable.
- b) Determinar los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo. Estos valores, tabulados para diversos materiales y acabados, pueden consultarse en fuentes especializadas. De no disponerse de ellos, se recomienda utilizar los valores de referencia de la Tabla 3. (García Fernandez & Boix, 2002)

Tabla 3

Factores de reflexión para iluminación.

	Color	Factor de reflexión ()
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Paredes	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
Suelo	Claro	0.3
	Oscuro	0.1



Nota. La tabla muestra los factores de reflexión para iluminación. Tomado de *Cálculos en iluminación de interiores*, por García Fernandez y Boix, 2002.

En su defecto podemos tomar 05 para el techo, 0.3 para las paredes y 0.1 para el suelo.

- c) Determinar el factor de utilización (η , CU) a partir del índice del local y los factores de reflexión (García Fernandez & Boix, 2002). Estos valores, documentados en tablas proporcionadas por fabricantes, especifican los coeficientes de iluminación para cada tipo de luminaria según los coeficientes de reflexión y el índice del local. Cuando no es posible obtenerlos por lectura directa, se debe aplicar interpolación.

Figura 8

Ejemplo tabla del factor de utilización.

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.54	.56	.52	.58	.56	.52	.58	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
	10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67

Nota. La figura representa el ejemplo de tabla del factor de utilización. Tomado de *Cálculos en iluminación de interiores*, por García Fernandez y Boix, 2002.

- d) Determinar el factor de mantenimiento (f_m) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

Tabla 4

Factores de mantenimiento.

Ambiente	Factor de mantenimiento (f_m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Nota. La tabla muestra los factores de mantenimiento. Tomado de *Cálculos en iluminación de interiores*, por García Fernandez y Boix, 2002.

2.16.2 Cálculo del flujo Luminoso

Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello aplicaremos la fórmula:

$$\phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m} \quad (2.16-1)$$

Donde:

-) ϕ_T es el flujo luminoso total (lm)
-) E es la iluminancia (lx)
-) S es el superficie de trabajo (m²)
-) η es el coeficiente de utilización
-) f_m es el factor de mantenimiento

2.16.3 Cálculo del número de luminarias

$$N = \frac{\phi_T}{n \cdot \phi_L} \quad (2.16-2)$$

Donde:

-) N es el número de luminarias
-) ϕ_T es el flujo luminoso total (lm)

ϕ_L = eficiencia de la lámpara (lu))
 n = número de lámparas por línea)

2.16.4 Emplazamiento de las luminarias

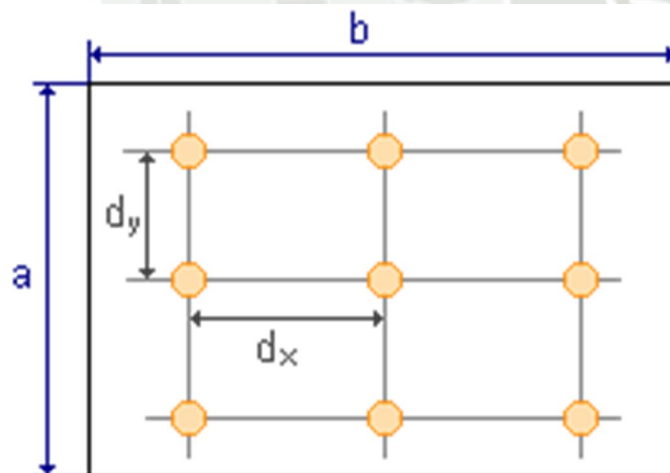
Una vez determinado el número mínimo de lámparas y luminarias, se distribuyen sobre la planta del local. Para locales de planta rectangular, el arreglo se realiza en filas paralelas a los ejes de simetría mediante las fórmulas propuestas por García Fernandez y Boix (2002):

$$N_{a\ ho} = \sqrt{\frac{N_T}{lc}} \cdot a\ ho$$

$$N_{lc} = N_{a\ ho} \cdot \left(\frac{lc}{a\ ho}\right) \quad (2.16-3)$$

Figura 9

Distribución de luminarias para un ambiente o área a iluminar.



Nota. La figura representa la distribución de luminarias para un ambiente a iluminar.

Tomado de *Cálculos en iluminación de interiores*, por García Fernandez y Boix, 2002.

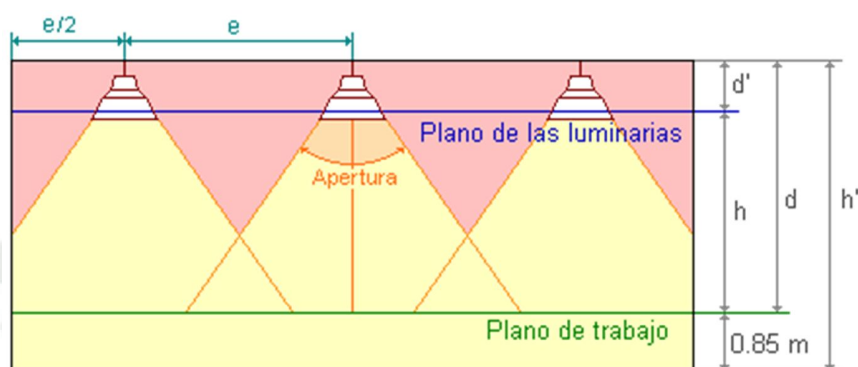
Donde:

N = número de luminarias

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo.

Figura 10

Distancias a considerar en el emplazamiento de luminarias.



Nota. La figura representa las distancias a considerar en el emplazamiento de luminarias.

Tomado de *Cálculos en iluminación de interiores*, por García Fernández y Boix, 2002.

Según el principio de la ley inversa de los cuadrados, un haz lumínico más abierto y una mayor altura de luminaria incrementan la superficie iluminada, pero reducen la iluminancia en el plano de trabajo. Adicionalmente, las luminarias cercanas a paredes requieren una distancia de separación menor (aproximadamente la mitad) para lograr una iluminación adecuada (García Fernández & Boix, 2002). Estas relaciones se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 5

Separación entre luminarias.

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
Intensiva	>10 m	$e = 1.2 h$
Extensiva	6 – 10 m	$e = 1.5 h$
Semi extensiva	4 – 6 m	$e = 1.5 h$
Extensiva	4 m	$e = 1.6 h$

Distancia pared-luminaria: $e/2$

Nota. La tabla muestra la separación entre luminarias. Tomado de *Cálculos en iluminación de interiores*, por García Fernandez y Boix, 2002.

Si después de calcular la posición de las luminarias nos encontramos que la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme. Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva. En estos casos conviene rehacer los cálculos probando a usar lámparas menos potentes, más luminarias o emplear luminarias con menos lámparas. (García Fernandez & Boix, 2002)

2.16.5 Comprobación de resultados

Por último, nos queda comprobar la validez de los resultados mirando si la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas. (García Fernandez & Boix, 2002)

$$E_m = \frac{n \cdot \phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{S} \geq E_{t_i} \quad (2.16-4)$$

2.16.6 Método del punto por punto

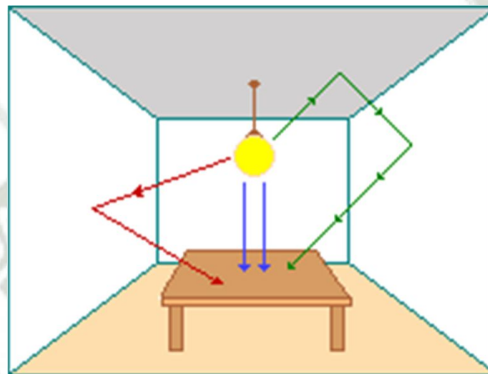
El método de los lúmenes permite calcular eficientemente la iluminancia media en alumbrado general (García Fernandez & Boix, 2002). Sin embargo, para evaluar distribuciones no uniformes en alumbrado localizado o verificar patrones lumínicos específicos, se emplea el método punto por punto, el cual cuantifica la iluminancia en coordenadas precisas mediante la ley del cuadrado inverso y la ley de los cosenos. Este método descompone la iluminancia total en dos componentes:

-) Luz directa: Proveniente del haz lumínico que incide directamente sobre el plano de trabajo.

-) Luz indirecta: Resultante de reflexiones en superficies como techos y paredes (García Fernandez & Boix, 2002).

Figura 11

Iluminación de un área de iluminación para determinar el nivel de iluminación punto por punto.



Nota. La figura representa la iluminación de un área para determinar el nivel de iluminación. Tomado de *Cálculos en iluminación de interiores*, por García Fernandez y Boix, 2002.

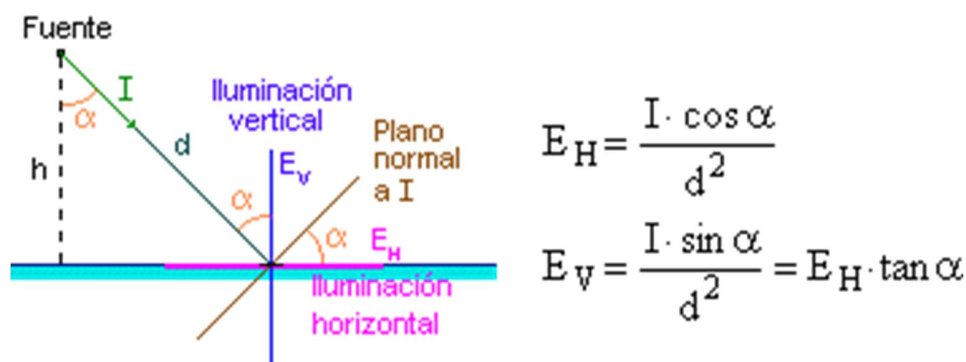
Donde:

-) Luz directa (color azul)
) Luz indirecta proveniente del techo (color naranja)
) Luz indirecta proveniente de las paredes (color rojo)

En el ejemplo anterior podemos ver que sólo unos pocos rayos de luz serán perpendiculares al plano de trabajo mientras que el resto serán oblicuos. Esto quiere decir que, de la luz incidente sobre un punto, sólo una parte servirá para iluminar el plano de trabajo y el resto iluminará el plano vertical a la dirección incidente en dicho punto.

Figura 12

Componentes de la iluminancia en un punto.



Nota. La figura representa los componentes de la iluminación en un punto. Tomado de *Cálculos en iluminación de interiores*, por García Fernández y Boix, 2002.

En análisis lumínico, la distribución de iluminancia se evalúa principalmente mediante valores en el plano de trabajo (iluminancia horizontal). La iluminancia vertical adquiere relevancia en aplicaciones que requieren modelado tridimensional preciso, como deportes de competición, escaparates, producción audiovisual o iluminación de objetos verticales (obras de arte, esculturas, fachadas) (García Fernández & Boix, 2002).

La aplicación del método punto por punto exige tres insumos previos:

1. Características fotométricas de lámparas y luminarias
2. Disposición espacial en la planta del local
3. Altura respecto al plano de trabajo

Con estos elementos, el cálculo de iluminancias en múltiples puntos genera datos para construir diagramas isolux, esenciales para visualizar patrones de distribución lumínica (García Fernández & Boix, 2002).

$$E = E_d + E_{vi} \quad (2.16-5)$$

2.17 Componente directa en un punto

2.17.1 Fuentes de luz puntuales

Podemos considerar fuentes de luz puntuales las lámparas incandescentes y de descarga que no sean los tubos fluorescentes. En este caso las componentes de la iluminancia se calculan usando las fórmulas.

Figura 13

Componentes de la iluminancia de fuentes de luz puntuales.



Nota. La figura representa los componentes de la iluminación de fuentes de luz puntuales.

Tomado de *Cálculos en iluminación de interiores*, por García Fernandez y Boix, 2002.

Donde:

-) I: Intensidad luminosa [cd] en la dirección del punto, obtenida de diagramas polares o matrices de intensidades del fabricante
-) H: Altura vertical [m] entre el plano de trabajo y la lámpara

Para puntos con múltiples fuentes lumínicas, la iluminancia total (E_t) se calcula mediante superposición de contribuciones individuales (García Fernandez & Boix, 2002):

$$E_H = \sum_{i=1}^n \frac{I_i \cdot \alpha_i}{h_i^2} \quad (2.17-1)$$

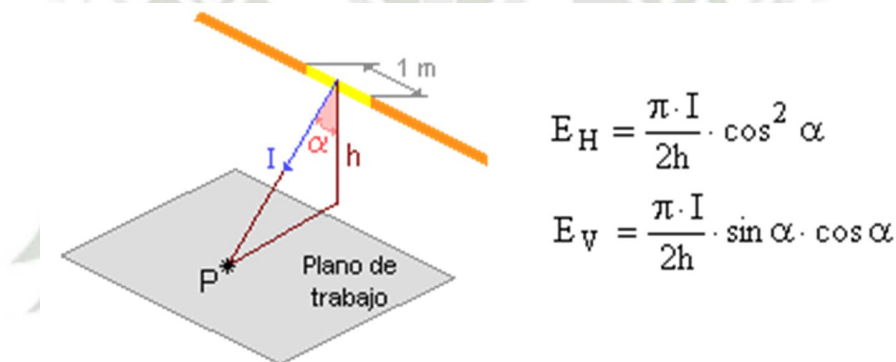
$$E_V = \sum_{i=1}^n \frac{I_i \cdot \alpha_i \cdot s_i \cdot s_i \cdot \alpha_i}{h_i^2} \quad (2.17-2)$$

2.17.2 Fuentes de luz lineales de longitud infinita

Una fuente de luz lineal se considera de longitud infinita cuando su dimensión longitudinal excede significativamente la altura de montaje (e.g., luminarias fluorescentes en configuración continua). Para este caso, mediante análisis de cálculo diferencial, la iluminancia (\bar{E}) en un punto generada por una fuente difusa se modela como (García Fernandez & Boix, 2002):

Figura 14

Componentes de una fuente de luz lineal de longitud infinita.



Nota. La figura representa los componentes de una fuente de luz lineal de longitud infinita. Tomado de *Cálculos en iluminación de interiores*, por García Fernandez y Boix, 2002.

En configuraciones lineales continuas, la iluminancia en los extremos de la hilera de luminarias corresponde al 50% del valor central (García Fernandez & Boix, 2002). La intensidad luminosa (I) se obtiene de diagramas polares del fabricante, normalizados a un metro de longitud de fuente. Para tubos fluorescentes sin reflector, I se calcula mediante la relación:

$$I = \frac{\phi}{9.25} \quad (2.17-3)$$

2.17.3 Cálculo de las iluminaciones horizontales empleando curvas isolux

El método gráfico de curvas isolux permite determinar eficientemente la iluminancia horizontal en cualquier punto del plano de trabajo (García Fernandez & Boix, 2002). Su implementación requiere:

1. Curvas isolux proporcionadas por el fabricante (en formato físico o digital). Cuando no están disponibles, pueden generarse a partir de matrices de intensidad o curvas polares, aunque este procedimiento solo es viable con herramientas computacionales especializadas debido a su complejidad manual.
2. Plano del local a escala con distribución de luminarias, manteniendo idéntica escala que el diagrama isolux.

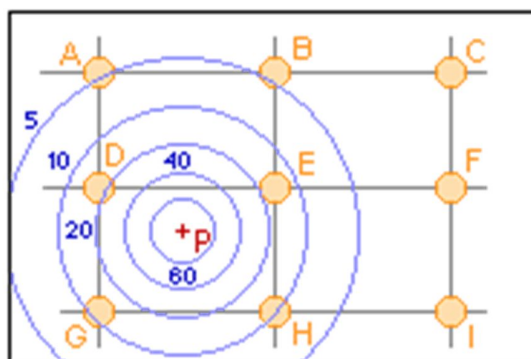
El proceso de cálculo se desarrolla en tres etapas:

- Z Ubicar los puntos objetivo sobre el plano del local
- Z Superponer el diagrama isolux centrado en cada punto
- Z Sumar los valores relativos de iluminancia obtenidos en las intersecciones luminaria-curva

La Figura 15 ilustra este procedimiento mediante un caso de aplicación práctica.

Figura 15

Diagrama isolux.



Nota. La figura representa el diagrama isolux. Tomado de *Cálculos en iluminación de interiores*, por García Fernandez y Boix, 2002.

Tabla 6

Valores relativos de la Iluminancia.

Luminaria	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Total
Iluminancia (lux)	4	4	0	19	19	0	12	10	0	$E_T = 68 \text{ lx}$

Nota. La tabla muestra los valores relativos de la iluminancia. Tomado de *Cálculos en iluminación de interiores*, por García Fernandez y Boix, 2002.

Finalmente, los valores reales de las iluminancias en cada punto se calculan a partir de los relativos obtenidos de las curvas aplicando la fórmula:

$$E_r = E_c \cdot \frac{\phi_r}{\phi_c} \cdot \left(\frac{h_c}{h_r}\right)^2 = E_c \cdot \frac{\phi_r}{h_r^2} \cdot \frac{1}{1000} \quad (2.17-4)$$

2.17.4 Componente indirecta o reflejada en un punto

Para calcular la componente indirecta se supone que la distribución luminosa de la luz reflejada es uniforme en todas las superficies del local incluido el plano de trabajo. De esta manera, la componente indirecta de la iluminación de una fuente de luz para un punto cualquiera de las superficies que forman el local se calcula como:

$$E_{iH} = E_{iV} = \frac{\phi}{F_T} \cdot \frac{\rho_m}{1 - \rho_m} \quad (2.17-5)$$

Donde:

- $F_T = \sum_n F_i$ es la suma del área de todas las superficies del local.
- ρ_m es la suma del área de todas las superficies del local.

$$\rho_m = \frac{\sum_n \rho_i \cdot F_i}{\sum_n F_i} \quad (2.17-6)$$

Donde ρ_i es la reflectancia de la superficie F_i y ϕ es el flujo de la lámpara. (García Fernández & Boix, 2002)

2.18 Seguridad Eléctrica

2.18.1 Medidas para trabajar en condición eléctricamente segura

Los protocolos para establecer condiciones eléctricamente seguras se rigen por el estándar NFPA 70E: Standard for Electrical Safety in the Workplace (National Fire Protection Association, 2023), que requiere:

-) Identificación de fuentes energéticas mediante diagramas unifilares certificados bajo el estándar IEEE 3007.2-2023 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2023).
-) Desconexión y bloqueo energético (LOTOTO) con dispositivos homologados por la Occupational Safety and Health Administration (OSHA, 2023, sec. 1910.333(b)(2)).
-) Verificación de ausencia de tensión utilizando equipos categoría CAT IV 1000V, conforme a la norma IEC 61010-1:2022 (International Electrotechnical Commission, 2022).
-) Liberación de energía residual en capacitores >50 V mediante resistores de descarga, siguiendo el Código Nacional de Electricidad (CNE; OSINERGMIN, 2024, sec. 120.5).

2.18.2 Requisitos adicionales de seguridad

Las zonas de trabajo alrededor de paneles eléctricos deben cumplir las distancias mínimas establecidas en el National Electrical Code (NEC) 2023, Artículo 110.26:

) Acceso frontal: 900 mm (0-150 V), 900 mm–1.5 m (151-1000 V), según condiciones de trabajo.

) Espacio lateral: 750 mm mínimo o ancho del equipo (lo que sea mayor).

Para intervenciones en circuitos 250 V, se exigen:

) Herramientas aisladas certificadas.

) Equipos de protección personal (EPP) clase 00 (500 V), compuestos por guantes dieléctricos con protectores de cuero y arnés de seguridad.

La apertura de tableros no certificados está prohibida según el Código Nacional de Electricidad Peruano (CNE; OSINERGMIN, 2024, sec. 110.3).

2.18.3 Sistemas de puesta a tierra

Los sistemas de puesta a tierra deben cumplir los siguientes requisitos técnicos:

) Resistencia máxima:

Z 5 para instalaciones industriales

Z 25 para residencias

(Código Nacional de Electricidad; OSINERGMIN, 2024, sec. 250.53).

) Sección de conductores:

Z 16 mm² de cobre para corrientes 200 A

(National Electrical Code; NFPA, 2023, Tabla 250.66).

) Equipotencialidad:

Z Diferencias de potencial 2 V entre masas metálicas

(IEEE 3003.2-2023; Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2023).

Su diseño previene riesgos mediante:

) Protecciones diferenciales:

Z Tiempo de disparo 0.4 s para corrientes residuales de 30 mA).

(Reglamento de Instalaciones Eléctricas; OSINERGMIN, 2024, sec. 411.3.3).

) Tensiones de paso/contacto:

Z Límite <50 V en condiciones normales (25 V en ambientes húmedos)
(IEC 60364-4-41:2020; International Electrotechnical Commission, 2020).



CAPÍTULO III

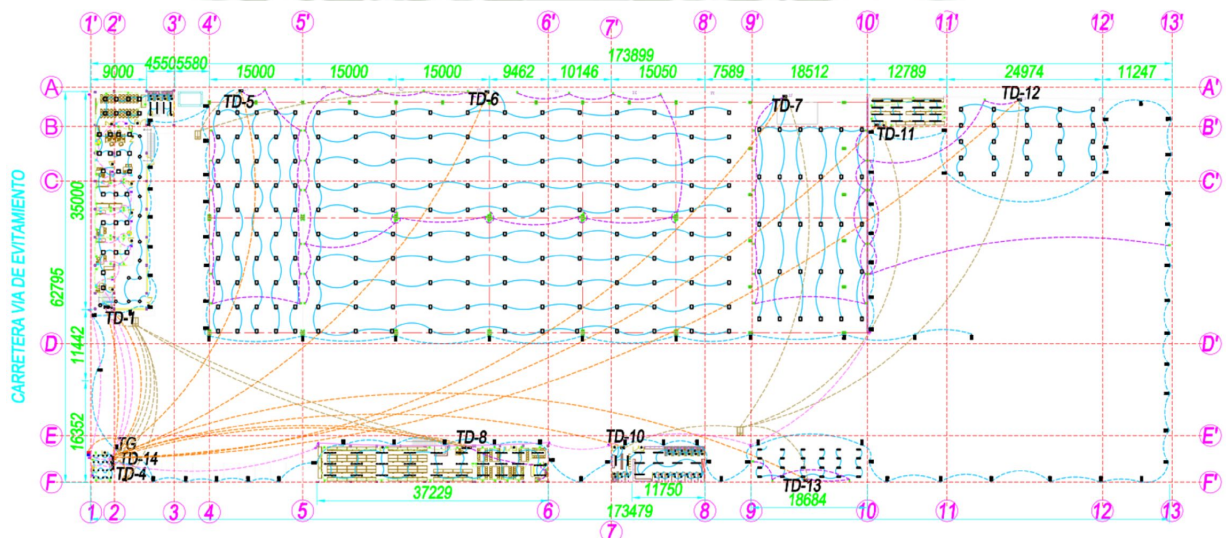
3.1 ANÁLISIS DEL ÁREA DE APLICACIÓN

2.18.4 Layout de la planta

Para este análisis se va a evaluar primero las características del área en la planta, como se ve a continuación:

Figura 16

Layout planta de trabajo.



Nota. Fuente:Elaboración propia.

3.2 CÁLCULOS

2.18.5 PANELES SOLARES

2.18.5.1 Cálculo de la Inclinación Máxima de los Módulos Fotovoltaicos

Para el cálculo de la orientación de los paneles, es necesario obtener el valor del ángulo cenital.

Para verano, se obtiene restando los 90° en los que se divide la latitud y los $16^\circ 22'$, se tiene $90^\circ - 16^\circ 22' = 73^\circ 38'$

Para invierno, se obtiene a partir de la altura máxima del sol 71°

$$\text{Promedio anual de sol} = \frac{73.6^\circ + 71^\circ}{2} = 72.31^\circ \quad (3.1.1-1)$$

$$\text{Angulo cenital para panel} = 90^\circ - 72.31^\circ = 17.69^\circ \approx 18^\circ \quad (3.1.1-2)$$

2.18.5.2 Cálculo de Potencia de Diseño para Luminarias

J) Distribución de luminarias utilizadas según su área

Se presenta la cantidad de luminarias propuestos para el presente proyecto, para cada espacio.

Tabla 7

Cantidad de carga de luminarias en el piso 1.

Área	Lugar	Tipo de Luminaria	Cantidad	
Recepción	Garita	Luminarias Philips DN140B PSED-E-D162 1 x LED10S/840 WR	20	
Oficinas primer piso	Pasadizo	Luminarias Philips BY120P G4 LED100S/840 NB SRD H4	13	
	Oficina jefe unidades móviles	Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	2	
	Oficina unidades móviles	Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	3	
	Oficina jefe de planta	Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	3	
	Oficina área calidad	Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	3	
	Oficina jefe seguridad	Luminaria Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	1	
	Oficina seguridad	Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	10	
	Oficina de reuniones		Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	8
		Baños	Luminarias Philips WT490C PSD EL3 L1800 1XLED150S/830 WB	4
		Baños	Luminarias Philips DN140B PSED-E D162 1XLED10S/840 WR	4

Total	71
-------	----

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Oficinas 2do piso

Tabla 8

Análisis de Luminarias en el segundo piso.

Lugar	Tipo de Luminaria	Cantidad
Oficina asistente social	Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	2
Oficinas administradoras	Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	2
Oficina planeamiento mtto	Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	3
Almacén	Luminaria Philips DN140B PSED-E D162 1XLED10S/840 WR	1
Oficina jefe mtto	Luminaria Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	1
Oficina residente marcobre	Luminaria Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	1
Oficina administrativa	Luminaria Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	1
Almacén	Luminaria Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	1
Oficina administrativa	Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	2
Oficina administrativa	Luminaria Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	1
Oficina administrativa	Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	2
Oficina logística	Luminaria Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	1
Oficina gerencia	Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	2
Oficina jefe proyectos	Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	2
Oficina supervisores gnral	Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	22
Baños	Luminarias Philips WT490C PSD EL3 L1800 1XLED150S/830 WB	4
Baños	Luminarias Philips DN140B PSED-E D162 1XLED10S/840 WR	4
Total		52

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Oficinas 3er piso

Tabla 9

Análisis de Luminarias en el piso 3.

Lugar	Tipo de Luminaria	Cantidad
Oficina jefe ingeniería	Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	2
Oficina planeamiento ingeniería	Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	2
Oficinas cadistas	Luminarias Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO	50
Baños	Luminarias Philips WT490C PSD EL3 L1800 1XLED150S/830 WB	4
Baños	Luminarias Philips DN140B PSED-E D162 1XLED10S/840 WR	4
Total		62

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Áreas operativas

Tabla 10

Análisis de Luminarias en el área de operación.

Lugar	Tipo de Luminaria	Cantidad
Maestranza	Luminarias Philips BY481X LED250S/840 WB SIA HE	50
Armado y soldadura	Luminarias Philips BY481X LED250S/840 WB SIA HE	120
Mantenimiento	Luminarias Philips BY481X LED250S/840 WB SIA HE	30
Almacén piso 1	Luminarias Philips 4MX900 G3 L1800 1XLED48S/830 PSD WB	18
Comedor	Luminarias Philips 4MX900 G3 L1800 1XLED48S/830 PSD WB	12
Almacén piso 2	Luminarias Philips 4MX900 G3 L1800 1XLED48S/830 PSD WB	27
Baños	Luminarias Philips TMS022 2XTL-D58W	9
Baños	Luminarias Philips DN140B PSED-E D162 1XLED10S/840 WR	17
Almacén pintura	Luminarias Philips WT490C PSD EL3 L1800 1XLED150S/830 WB	16
Arenado	Luminarias Philips BY481X LED250S/840 WB SIA HE	25
Oxicorte	Luminarias Philips RC505B 1XLED66S/830 WB	24
Planta	Luminarias Philips VGP704 T25 1XLED101-4S/730 DPL1	86
Total		434

Nota. Fuente: Elaboración propia.

De esta tabla sacamos la cantidad de energía total

)] **Luminarias Modelo Philips 4MX900 G3 L1800 1XLED48S/830 PSD WB DE 40 W**

Z Cantidad total de luminarias en el terreno: 57 lámparas

Z Forma de arreglo: individual

Z Horas promedio de uso: 12 horas/día

$$E_{Tot, 1} = (40W) \cdot (57 \text{ Lámp}) \cdot \left(12 \frac{ho}{\text{día}}\right) \quad (3.1.2-1)$$

$$E_T \quad 1 = 27360 W \cdot \frac{h}{\text{día}}$$

$$E_T \quad 1 = 27.360 \frac{k \cdot h}{\text{día}}$$

$$P_T \quad 1 = 2280 W$$

) **Luminarias Modelo Philips BY120P G4 LED100S/840 NB SRD H4 DE 73 W**

Z Cantidad total de luminarias en el terreno: 13 lámparas

Z Forma de arreglo: individual

Z Horas promedio de uso: 12 horas/día

$$E_T \quad 2 = (73W) \cdot (13 \text{ Lámp}) \cdot \left(12 \frac{ho}{\text{día}}\right) \quad (3.1.2-2)$$

$$E_T \quad 2 = 11388 W \cdot \frac{h}{\text{día}}$$

$$E_T \quad 2 = 11.388 \frac{k \cdot h}{\text{día}}$$

$$P_T \quad 2 = 949w$$

) **Luminarias Modelo Philips BY481X LED250S/840 WB SIA HE DE 144 W**

Z Cantidad total de luminarias en el terreno: 225 lámparas

Z Forma de arreglo: individual

Z Horas promedio de uso: 12 horas/día

$$E_T \quad 3 = (144W) \cdot (225 \text{ Lámp}) \cdot \left(12 \frac{ho}{\text{día}}\right) \quad (3.1.2-3)$$

$$E_T \quad 3 = 388800 W \cdot \frac{h}{\text{día}}$$

$$E_{T \ 3} = 388.8 \frac{k \ h}{día}$$

$$P_{T \ 3} = 32400w$$

) Luminarias Modelo Philips CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO DE 75 W

Z Cantidad total de luminarias en el terreno: 127 lámparas

Z Forma de arreglo: individual

Z Horas promedio de uso: 12 horas/día

$$E_{T \ 4} = (75W) \cdot (127 \text{ Lám}) \cdot \left(12 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.2-4)$$

$$E_{T \ 4} = 114300 W \cdot \frac{h}{día}$$

$$E_{T \ 4} = 114.3 \frac{k \ h}{día}$$

$$P_{T \ 4} = 9525W$$

) Luminarias Modelo Philips DN140B PSED-E D162 1XLED10S/840 WR DE 11.5 W

Z Cantidad total de luminarias en el terreno: 50 lámparas

Z Forma de arreglo: individual

Z Horas promedio de uso: 12 horas/día

$$E_{T \ 5} = (11.5W) \cdot (50 \text{ Lám}) \cdot \left(12 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.2-5)$$

$$E_{T \ 5} = 6900 W \cdot \frac{h}{día}$$

$$E_{T \ 5} = 6.9 \frac{k \ h}{día}$$

$$P_{T \ 5} = 575 w$$

) Luminarias Modelo Philips RC505B 1XLED66S/830 WB DE 50 W

Z Cantidad total de luminarias en el terreno: 24 lámparas

Z Forma de arreglo: individual

Z Horas promedio de uso: 12 horas/día

$$E_{T \ 6} = (50W) \cdot (24 \text{ Lámp}) \cdot \left(12 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.2-6)$$

$$E_{T \ 6} = 14400 W \cdot \frac{h}{día}$$

$$E_{T \ 6} = 14.4 \frac{k \ h}{día}$$

$$P_{T \ 6} = 1200w$$

) Luminarias Modelo Philips TMS022 2XTL-D58W DE 133 W

Z Cantidad total de luminarias en el terreno: 9 lámparas

Z Forma de arreglo: individual

Z Horas promedio de uso: 12 horas/día

$$E_{T \ 7} = (133W) \cdot (9 \text{ Lámp}) \cdot \left(12 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.2-7)$$

$$E_{T \ 7} = 14364 W \cdot \frac{h}{día}$$

$$E_{T \ 7} = 14.364 \frac{k \ h}{día}$$

$$P_{T \ 6} = 1197W$$

) Luminarias Modelo Philips VGP704 T25 1 XLED101-4S/730 DPL1 DE 61 W

Z Cantidad total de luminarias en el terreno: 86 lámparas

Z Forma de arreglo: individual

Z Horas promedio de uso: 12 horas/día

$$E_{T \ 8} = (61W) \cdot (86 \text{ Lámp}) \cdot \left(12 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.2-8)$$

$$E_{T \ 8} = 62952 W \cdot \frac{h}{día}$$

$$P_{T \ 8} = 5246W$$

) Luminarias Modelo Philips WT490C PSD EL3 L1800 1 XLED150S/830 WB DE 3 W

Z Cantidad total de luminarias en el terreno: 28 lámparas

Z Forma de arreglo: individual

Z Horas promedio de uso: 12 horas/día

$$E_{T \ 9} = (3W) \cdot (28 \text{ Lámp}) \cdot \left(12 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.2-9)$$

$$E_{T \ 9} = 1008W \cdot \frac{h}{día}$$

$$E_{T \ 9} = 1.008 \frac{k \ h}{día}$$

$$P_{T \ 9} = 84W$$

) **Consumos Totales por Mes**

$$E_{T \ Día} = (27.360 + 11.388 + 388.8 + 114.3 + 6.9 + 14.4 + 14.364 + 62.952 + 1.008) \frac{k \ h}{día} \quad (3.1.2-10)$$

$$E_{T \ Día} = 641.472 \frac{k \ h}{día}$$

$$E_{T \ M} = \left(641.472 \frac{k \ h}{día}\right) \cdot \left(30 \frac{d}{m}\right) \quad (3.1.2-11)$$

$$E_{T \ M} = 19244.16 \frac{k \ h}{m}$$

$$P_{T \ Día} = 2280 + 949 + 3240 + 9525 + 572 + 1200 + 1197 + 5243 + 84 \quad (3.1.2-12)$$

$$P_{T \ Día} = 24.293k$$

Considerando las Perdidas

Z Perdidas por cableado: 1%

Z Perdidas por conversión de energía: 5%

Z Perdidas por efectos de temperatura: 15%

Z Perdidas por polvo y sombreado mínimo: 6%

Sumando todas las perdidas, obtenemos un total de 27% de perdidas

Por lo tanto, el consumo real de energía a satisfacer es:

$$P_r = (P_{T \text{ Día}} \cdot \%Pér) + P_{T \text{ Día}} \quad (3.1.2-13)$$

$$P_r = (24.293k \cdot 0.27) + 24.29k$$

Potencia de diseño a considerar para las luminarias:

$$P_{r1} = 30.852 k$$

2.18.5.3 Cálculo de Potencia de Diseño para Conectores

Esta información se considerará para el diseño de la generación solar fotovoltaica.

J) Distribución de componentes utilizados.

Se tiene la cantidad de equipos para cada área, esta información se considera para determinar la potencia de diseño.

Tabla 11

Análisis de componentes utilizados en el primer piso.

Área	Lugar	Tipo de componente	Cantidad
Recepción	Garita	CPU armado sin marca potencia 240W	1
		monitores LCD marca LG potencia 40 W	3
Oficinas primer piso	Oficina jefe unidades móviles	CPU armado sin marca potencia 240W	1
		monitores LCD marca LG potencia 40 W	3
	Oficina unidades móviles	CPU armado sin marca potencia 240W	2
		monitores LCD marca LG potencia 40 W	2
	Oficina jefe de planta	CPU armado sin marca potencia 240W	5
		monitores LCD marca LG potencia 40 W	6
	Oficina área calidad	CPU armado sin marca potencia 240W	6
		monitores LCD marca LG potencia 40 W	6
	Oficina jefe seguridad	CPU armado sin marca potencia 240W	1
		monitores LCD marca LG potencia 40 W	2
	Oficina seguridad	CPU armado sin marca potencia 240W	6
		monitores LCD marca LG potencia 40 W	8

	Oficina de reuniones	CPU armado sin marca potencia 240W	1
		monitores LCD marca LG potencia 40 W	1
	Total		54

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12

Análisis de componentes utilizados en el segundo piso.

Lugar	Tipo de componente	Cantidad
Oficina asistente social	CPU armado sin marca potencia 240W	3
	monitores LCD marca LG potencia 40 W	3
Oficina administradoras	CPU armado sin marca potencia 240W	3
	monitores LCD marca LG potencia 40 W	3
Oficina planeamiento mtto	CPU armado sin marca potencia 240W	3
	monitores LCD marca LG potencia 40 W	3
Oficina jefe mtto	CPU armado sin marca potencia 240W	1
	monitores LCD marca LG potencia 40 W	2
Oficina residente marcobre	CPU armado sin marca potencia 240W	2
	monitores LCD marca LG potencia 40 W	2
Oficina administrativa	CPU armado sin marca potencia 240W	2
	monitores LCD marca LG potencia 40 W	2
Oficina administrativa	CPU armado sin marca potencia 240W	2
	monitores LCD marca LG potencia 40 W	2
Oficina administrativa	CPU armado sin marca potencia 240W	1
	monitores LCD marca LG potencia 40 W	1
Oficina administrativa	CPU armado sin marca potencia 240W	1
	monitores LCD marca LG potencia 40 W	1
Oficina logística	CPU armado sin marca potencia 240W	1
	monitores LCD marca LG potencia 40 W	1
Oficina gerencia	CPU armado sin marca potencia 240W	1
	monitores LCD marca LG potencia 40 W	2
Oficina jefe proyectos	CPU armado sin marca potencia 240W	1
	monitores LCD marca LG potencia 40 W	2
Oficina supervisores gnral	CPU armado sin marca potencia 240W	15
	monitores LCD marca LG potencia 40 W	15
Total		75

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13

Análisis de componentes utilizados en el tercer piso y extras.

Área	Lugar	Tipo de componente	Cantidad
Administrativos	Oficina jefe ingeniería	CPU armado sin marca potencia 240W	1
		monitores LCD marca LG potencia 40 W	2
	Oficina planeamiento ingeniería	CPU armado sin marca potencia 240W	2
		monitores LCD marca LG potencia 40 W	4
Operativo	Oficinas cadistas	CPU armado sin marca potencia 240W	40
		monitores LCD marca LG potencia 40 W	40
	Almacén piso 1	CPU armado sin marca potencia 240W	1
		monitores LCD marca LG potencia 40 W	1
Total			91

Nota. Fuente: Elaboración propia.

J) CPU Armado Sin Marca Potencia 240W

Z Cantidad total de cpu's: 103 cpu's

Z Horas promedio de uso: 10 horas/día

$$E_{C_1} = (240W) \cdot (103 \text{ C 's}) \cdot \left(10 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.3-1)$$

$$E_{C_1} = 247200 W \cdot \frac{h}{día}$$

$$E_{C_1} = 247.2 \frac{k h}{día}$$

Potencia a considerar para los monitores:

$$P_{C_1} = 24720w$$

J) Monitores LCD Marca LG Potencia 40 W

Z Cantidad total de monitores: 117 monitores

Z Horas promedio de uso: 10 horas/día

$$E_{C_2} = (40W) \cdot (117 M) \cdot \left(10 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.3-2)$$

$$E_{C_2} = 46800 W \cdot \frac{h}{\text{día}}$$

$$E_{C_2} = 46.8 \frac{k h}{\text{día}}$$

$$P_{C_2} = 4680w$$

) **Consumos Totales por Mes**

$$E_{T_{\text{Día2}}} = (247.2 + 46.8) \frac{k h}{\text{día}} \quad (3.1.3-3)$$

$$E_{T_{\text{M}_2}} = \left(294 \frac{k h}{\text{día}} \right) \cdot \left(30 \frac{d}{m} \right) \quad (3.1.3-4)$$

$$E_{T_{\text{M}_2}} = 8820 \frac{k h}{m}$$

$$E_{T_{\text{M}}} = 336769.9 \frac{k h}{m} \quad (3.1.3-5)$$

$$P_{d_{\text{ño2}}} = P_1 + P_2 \quad (3.1.3-6)$$

$$P_{d_{\text{ño2}}} = 24720w + 4680w$$

$$P_{d_{\text{ño2}}} = 29400w$$

Considerando las Pérdidas

Z Pérdidas por cableado: 1%

Z Pérdidas por conversión de energía: 5%

Z Pérdidas por efectos de temperatura: 15%

Z Pérdidas por polvo y sombreado mínimo: 6%

Sumando todas las pérdidas, obtenemos un total de 27% de pérdidas

Por lo tanto, el consumo real de energía a satisfacer es:

$$P_r = (P_{d_{\text{ño2}}} \cdot \%Pérr) + P_{d_{\text{ño2}}} \quad (3.1.3-7)$$

$$P_r = (29400w \cdot 0.27) + 29400w$$

Potencia de diseño para conectores:

$$P_{r_2} = 37338w = 37.338k$$

2.18.5.4 Cálculo de Potencia de Diseño para equipos electromecánicos

Esta información se considerará para el diseño de la generación solar fotovoltaica.

) Distribución de componentes utilizados.

Se tiene la cantidad de equipos para cada área, esta información se considera para determinar la potencia de diseño.

Tabla 14

Análisis de componentes utilizados en el primer piso.

OFICINAS 1ER PISO							
Descripcion de activo	Dimension (m2)	UNID	P. unid (W/m2)	POT. NOMINAL	PI	FD	W
Carga Basica de Almacen	142.58	0	5.05	0	720.029	1	720.029
Carga Basica de Armado	1325	0	6.52	0	8639	1	8639
Carga Basica de Soldadura	1326	0	6.52	0	8645.52	1	8645.52
Carga Basica de Mantenimiento	542.42	0	7.96	0	4317.6632	1	4317.6632
Carga Basica de Comedor	66.54	0	7.21	0	479.7534	1	479.7534
Carga Basica de Almacen Pintura	57.52	0	0.83	0	47.7416	1	47.7416
Carga Basica de Arenado	324.96	0	11.08	0	3600.5568	1	3600.5568
Carga Basica de Oxicorte	105.63	0	11.36	0	1199.9568	1	1199.9568
Torno	0	10	0	5500	55000	0.7	38500
Fresadora	0	3	0	4000	12000	0.6	7200
Taladros de Banco	0	4	0	1120	4480	0.6	2688
Puente grua	0	2	0	7500	15000	0.7	10500
Maquinas de Soldar	0	60	0	2650	159000	1	159000
Torno Vertical Rafamet	0	1	0	45000	45000	0.8	36000
Compresor de Aire	0	2	0	7500	15000	0.7	10500
Computadoras	0	1	0	240	240	0.8	192
Cocina	0	2	0	2000	4000	0.8	3200
Maquina CNC Corte Plasma	0	1	0	38800	38800	0.8	31040
Luces de Emergencia	0	34	0	100	3400	1	3400
Total Carga Piso 1							329870.221

Nota. Fuente: Elaboración propia.

) Torno

Z Cantidad total: 10 tornos

Z Horas promedio de uso: 4 horas/día

$$E_T = (38500) \cdot \left(4 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.3-1)$$

$$E_T = 154000 W \cdot \frac{h}{día}$$

$$E_T = 154 \frac{k h}{día}$$

) **Fresadora**

Z Cantidad total: 3 fresadoras

Z Horas promedio de uso: 4 horas/día

$$E_F = (7200) \cdot \left(4 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.3-2)$$

$$E_F = 28800 W \cdot \frac{h}{día}$$

$$E_F = 28.8 \frac{k h}{día}$$

) **Taladros de Banco**

Z Cantidad total: 4 Taladros de banco

Z Horas promedio de uso: 4 horas/día

$$E_T = (2688) \cdot \left(4 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.3-2)$$

$$E_T = 10752 W \cdot \frac{h}{día}$$

$$E_T = 10.75 \frac{k h}{día}$$

) **Puente Grúa**

Z Cantidad total: 4 puente grúa

Z Horas promedio de uso: 4 horas/día

$$E_{p \quad g} = (10500) \cdot \left(4 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.3-2)$$

$$E_{p \quad g} = 42000 W \cdot \frac{h}{día}$$

$$E_{p \quad g} = 42.00 \frac{k \quad h}{día}$$

) **Máquinas de soldar**

Z Cantidad total: 4 Taladros de banco

Z Horas promedio de uso: 4 horas/día

$$E_{M \quad a \quad s} = (159000) \cdot \left(4 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.3-2)$$

$$E_{M \quad a \quad s} = 636000 W \cdot \frac{h}{día}$$

$$E_{M \quad a \quad s} = 636.00 \frac{k \quad h}{día}$$

) **Torno Vertical Rafamet**

Z Cantidad total: 4 torno vertical rafamet

Z Horas promedio de uso: 4 horas/día

$$E_{T \quad v} = (36000) \cdot \left(4 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.3-2)$$

$$E_{T \quad v} = 144000 W \cdot \frac{h}{día}$$

$$E_{T \quad v} = 144.00 \frac{k \quad h}{día}$$

) **Compresor de aire**

Z Cantidad total: 2 Compresor de aire

Z Horas promedio de uso: 4 horas/día

$$E_{CC} \quad d \quad A = (10500) \cdot \left(4 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.3-2)$$

$$E_{CC} \quad d \quad A = 42000 W \cdot \frac{h}{día}$$

$$E_{CC} \quad d \quad A = 42.00 \frac{k \quad h}{día}$$

) **Computadoras**

Z Cantidad total: 1 computadora

Z Horas promedio de uso: 4 horas/día

$$E_{CC} = (192) \cdot \left(4 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.3-2)$$

$$E_{CC} = 768 W \cdot \frac{h}{día}$$

$$E_{CC} = 0.768 \frac{k \quad h}{día}$$

) **Maquina CNC Corte Plasma**

Z Cantidad total: 4 maquina cnc corte plasma

Z Horas promedio de uso: 4 horas/día

$$E_{M \quad C \quad C \quad Pl} = (31040) \cdot \left(4 \frac{ho}{día}\right) \quad (3.1.3-2)$$

$$E_{M \quad C \quad C \quad Pl} = 124160 W \cdot \frac{h}{día}$$

$$E_{M \quad C \quad C \quad P \quad as} = 124.16 \frac{k \quad h}{día}$$

) **Luces de Emergencia**

Z Cantidad total: 34 Luces de Emergencia

Z Horas promedio de uso: 4 horas/día

$$E_{L \text{ d E}} = (3400) \cdot \left(4 \frac{ho}{\text{día}}\right) \quad (3.1.3-2)$$

$$E_{L \text{ d E}} = 13600 W \cdot \frac{h}{\text{día}}$$

$$E_{L \text{ d E}} = 13.6 \frac{k \ h}{\text{día}}$$

) **Carga Básica total**

Z Horas promedio de uso: 4 horas/día

$$E_{C \ b} = (27650.22) \cdot \left(4 \frac{ho}{\text{día}}\right) \quad (3.1.3-2)$$

$$E_{C \ b} = 110600.88 W \cdot \frac{h}{\text{día}}$$

$$E_{C \ b} = 110.60 \frac{k \ h}{\text{día}}$$

) **Consumos Totales por Mes**

$$E_{T \ M \ 2} = \left(1306.68 \frac{k \ h}{\text{día}}\right) \cdot \left(30 \frac{d}{m}\right) \quad (3.1.3-3)$$

$$E_{T \ M \ 2} = 39200.43 \frac{k \ h}{m} \quad (3.1.3-4)$$

Considerando las Pérdidas

- Z Pérdidas por cableado: 1%
- Z Pérdidas por conversión de energía: 5%
- Z Pérdidas por efectos de temperatura: 15%
- Z Pérdidas por polvo y sombreado mínimo: 6%

Sumando todas las pérdidas, obtenemos un total de 27% de pérdidas

Por lo tanto, el consumo real de energía a satisfacer es:

$$\begin{aligned} P_r &= (P_{d_{\text{no}}} \cdot \%P_{\text{érv}}) + P_{d_{\text{no}}} \\ P_r &= (39200.43 \cdot 0.27) + 39200.43 \end{aligned} \quad (3.1.3-7)$$

Potencia de diseño para conectores:

$$P_{r_3} = 49784.11 \text{ k}$$

3.3 Potencia de Diseño de la Generación Solar Fotovoltaica

Se tiene la energía total a abastecer diariamente:

$$\begin{aligned} P_{t_1} &= P_{r_1} + P_{r_2} \\ P_{t_1} &= 30.852 \text{ k} + 37.338 \text{ k} \\ P_{t_1} &= 68.19 \text{ k} \\ P_{l_1} &= 70 \text{ k} \end{aligned} \quad (3.1.4-1)$$

3.4 Estudio de la demanda eléctrica con Analizador de red.

Para verificar y tener exactitud para el diseño de la generación solar fotovoltaica se utiliza un analizador de red para poder determinar la potencia máxima del sistema de instalación industrial de la Empresa PRODISE.

Se realizó la toma de datos para determinar la potencia de instalada de la generación solar fotovoltaica desde el día 12 de abril de 2024 hasta el día 17 de mayo de 2024, se realizó la toma de datos del consumo de energía y potencia.

Tabla 15

Periodo y tiempo de medición con el analizador de red.

INSTRUMENTO	FLUKE INTERNATIONAL CORPORATION
UBICACIÓN	TABLERO GENERAL - PRODISE
INICIO DE TOMA DE DATOS	12-04-2024
FIN DE TOMA DE DATOS	17-05-2024
TIEMPO DE LECTURA DE DATOS	10 MINUTOS

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 17

Toma de datos en las instalaciones eléctricas de la empresa PRODISE.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 18

Análisis de datos en las instalaciones eléctricas de la empresa PRODISE.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

La información obtenida por el analizador de red se ha utilizado para verificar la calidad de energía, se ha encontrado la energía entregada por la empresa distribuidora (SEAL), que cumple las normativas vigentes de la calidad de energía.

3.5 Diseño de la Generación Solar Fotovoltaica

Considerando las horas pico al día en Arequipa se determina la potencia de Generación, se considera datos proporcionados por la nasa en la siguiente figura:

Figura 19

Ubicación de la instalación.



Nota. La figura muestra la ubicación de instalación. Tomado de RET Screen.

Figura 20

Datos de la radiación solar en Cerro Colorado.

Mes	Temperatura del aire °C	Humedad relativa %	Precipitación mm	Radiación solar diaria - horizontal kWh/m ² /d	Presión atmosférica kPa	Velocidad del Viento m/s	Temperatura del suelo °C	Grados-días de calefacción 18 °C °C-d	Grados-días de refrigeración 10 °C °C-d
Enero	15.0	64.5%	31.62	7.32	73.1	2.5	17.0	93	155
Febrero	15.1	68.3%	35.00	6.34	73.1	2.5	16.7	81	143
Marzo	15.0	66.6%	21.39	6.41	73.1	2.5	16.1	93	155
Abril	15.0	53.9%	3.00	6.47	73.1	2.6	14.9	90	150
Mayo	14.4	36.9%	0.62	5.85	73.1	3.2	12.6	112	136
Junio	13.9	29.4%	0.90	5.45	73.2	3.7	11.1	123	117
Julio	13.8	29.0%	0.93	5.73	73.2	3.7	10.9	130	118
Agosto	14.3	29.0%	1.55	6.44	73.2	3.4	12.6	115	133
Setiembre	14.7	32.4%	1.50	7.31	73.1	3.3	14.2	99	141
Octubre	15.1	35.1%	2.48	7.94	73.1	3.0	15.7	90	158
Noviembre	15.2	40.9%	3.90	7.84	73.0	2.9	16.6	84	156
Diciembre	15.4	51.5%	9.61	7.43	73.0	2.7	17.0	81	167
Anual	14.7	44.7%	112.50	6.7133	73.1	3.0	14.6	1,190	1,730
Fuente	Suelo	Suelo	NASA	Suelo	NASA	Suelo	NASA	Suelo	Suelo
Medido a					m	10	0		

Nota. La figura muestra los datos de la radiación solar en Cerro Colorado. Tomado de RET Screen.

Se tiene que las horas pico al día es: 6.71 kWh/m²/d, realizando una aproximación se considera.

$$Pd=68.19 \text{ kW}$$

Para fines de abastecer de diseño de la generación fotovoltaica se concluye diseñar una mini planta solar fotovoltaica con una potencia instalada de 70 kW, un sistema conectado a la red de distribución, sin inyección a la red.

$$N^{\circ} P = \frac{P_F}{P_m \cdot d \cdot mód} = \frac{70000 \text{ W}}{500 \text{ W}} = 140 \text{ P} \quad (3.1.5-1)$$

Finalmente, se plantea la instalación de 140 paneles, que van a satisfacer la necesidad de energía en toda lo que corresponde a conectores y luminarias.

Se realiza una simulación en el programa PV*SOL premium 2024, que es de acceso libre para realizar pruebas y simulaciones.

Para lo cual se considera los siguientes datos para el diseño:

Tabla 16

Datos del sistema para el diseño para el tipo de sistema.

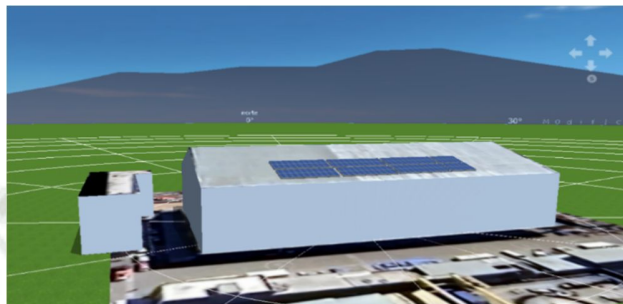
Sistema de Generación Fotovoltaica conectado a la red – Sin Inyección a la red.	
Tensión	380 V
Frecuencia	60Hz
Número de fases	3 fases 4 H
Potencia máxima	70 kW
Consumo de energía diario consumidos	935kwh
Fp	0.9
Ubicación	Lat=-16°22'1'' Long= -70.34'35'' Cerro Colorado – Arequipa – Arequipa - Perú

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se ha optado instalar los paneles solares en el techo de planta para poder aprovechar el espacio libre y sobre todo para reducir las pérdidas por sombreado.

Figura 21

Vista 3D del diseño de la micro generación Solar fotovoltaica.



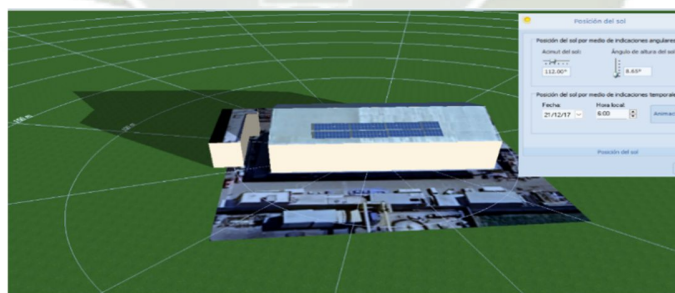
Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.6 Estudio de sombras en diferentes estaciones del Año

Se analiza las pérdidas que puedan ocasionar el sombra a lo largo del día, por lo que en esta imagen se puede observar a las 6 a.m. no es afectado por la sombra de los edificios aledaños o los cerros.

Figura 22

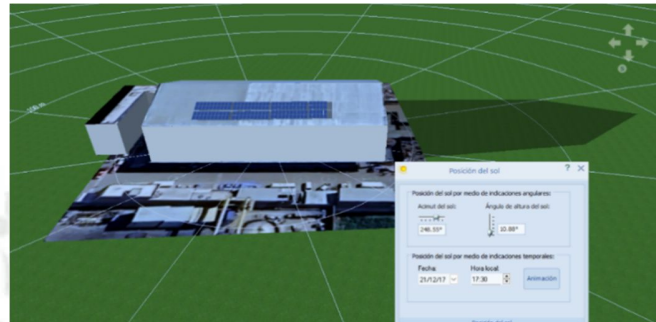
Posición del sol a las 6:00 am en mes de diciembre.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 23

Posición del sol a las 17:30 p.m.

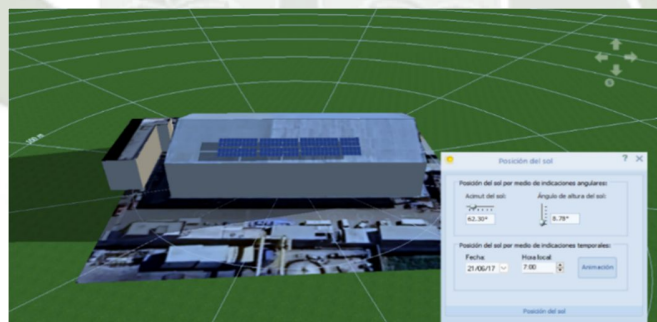


Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la temporada de junio y Julio se observa que se aprovechará la radiación solar en menor cantidad en comparación de otros meses.

Figura 24

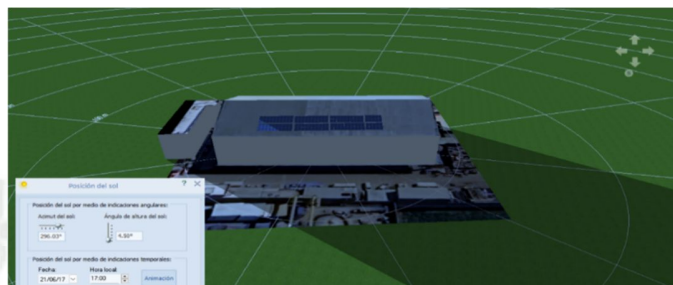
Radiación solar aprovechable 7:00 a. m. Junio.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 25

Radiación solar aprovechable 17:00 horas. Junio.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.7 Dimensionado del Sistema Fotovoltaico

Se realiza un análisis de los diferentes aspectos de optar un panel de 500W, y uno de los aspectos más importantes que se considera es el área o espacio que va a ocupar.

Y tomando en cuenta los datos de irradiación del Software PV*SOL se optó por distribuir los paneles en forma vertical.

Tabla 17

Especificaciones Técnicas del módulo fotovoltaico.

Especificaciones Técnicas del módulo fotovoltaico	
TSBHN500-108HTG – Zhejing Beyondsun Green Energy Technology Ltd.	
Tensión en MPP en V	33.52 V
Corriente en MPP en A	14.92 A
Tensión de circuito abierto en V	39.71
Corr. Cortocircuito en A	15.9 A
Potencia en W	500 W
Eficiencia	22.48%

Factor de Forma	79.21 %
Ancho en mm	1134 mm
Alto en mm	1962 mm
Superficie en m ²	2.22 m ²
Profundidad	30 mm
Ancho	28 mm
Peso	28.5 Kg

Nota. Fuente: Base de datos PV*SOL.

Tabla 18

Inversor a utilizar en el presente proyecto.

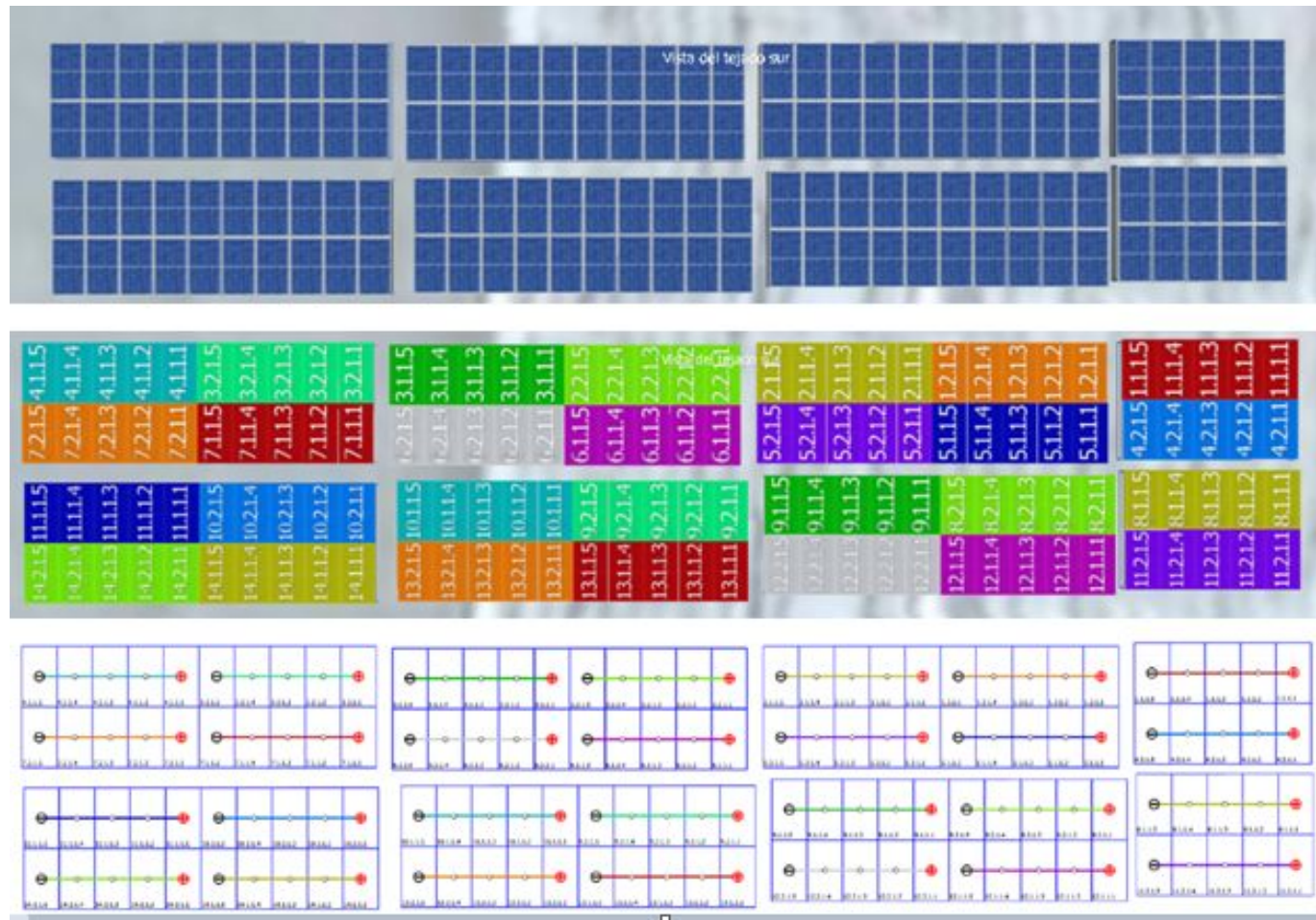
Especificaciones técnicas del inversor del Inversor	
MOD 4000TL3-XH(BP) – Growatt New Energy Ltd.	
Potencia Nominal DC en kW	8 kW
Potencia DC máx. en kW	8 kW
Tensión nominal DC en V	600
Tensión máxima de entrada	1100 V
Corriente máx. de entrada	32 A
Corriente máx. de cortocircuito CC	40 A
Número de entradas	2
Potencia nom. CA en kW	4 kW
Tensión nominal AC en V	230
Número de fases	3

Nota. Fuente: Base de datos PV*SOL.

Los paneles se distribuirán verticalmente con una conexión en serie horizontal.

Figura 26

Distribución de paneles.

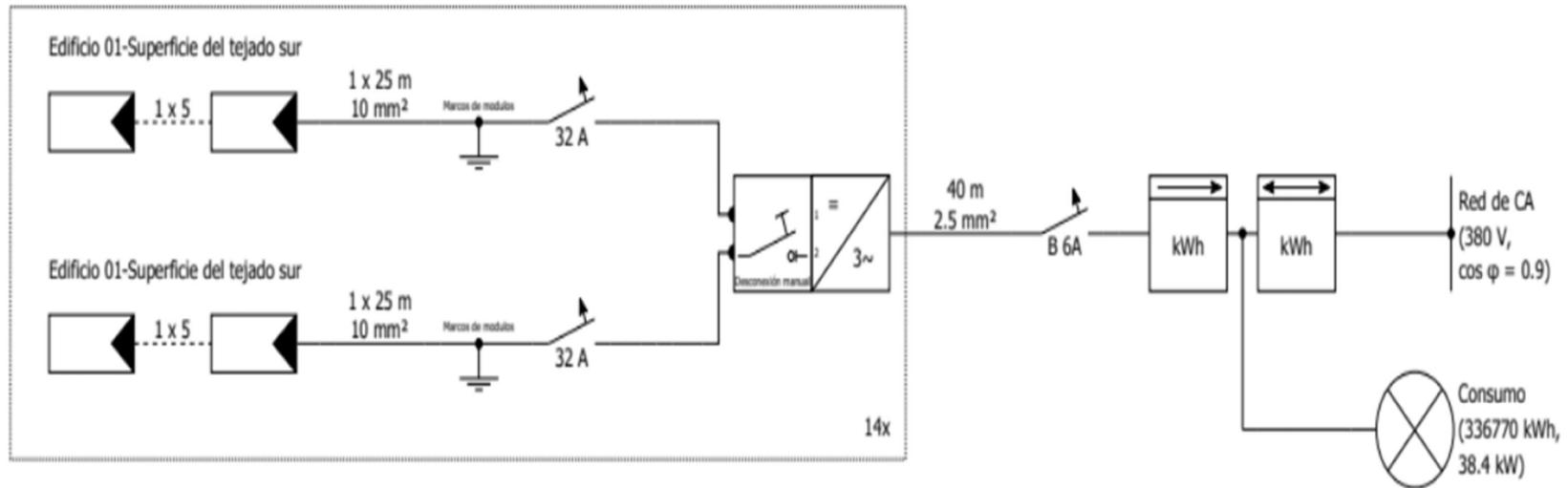


Nota. Fuente; Elaboración propia.

Al final se tiene el plano y sistema de cableado de la planta solar fotovoltaica.

Figura 27

Plano de Cableado.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se tiene previsto los siguientes componentes para la implementación de la generación fotovoltaica.

Figura 28*Componentes de la generación fotovoltaica.*

Parts list

#	Type	Item number	Manufacturer	Name	Quantity	Unit
1	PV Module		Zhejiang Beyondsun Green Energy Technology Co., Ltd.	TSBHN500-108HTG	140	Piece
2	Inverter		GROWATT New Energy Co., Ltd.	MOD 4000TL3-XH(BP)	14	Piece
3	Cable			String Cable 10 mm ² Aluminium	700	m
4	Cable			AC cables 3-phase 2.5 mm ² Aluminium	560	m
5	Components			Feed-in Meter	1	Piece
6	Components			Bidirectional Meter	1	Piece
7	Components			Circuit Breaker B 6A	14	Piece
8	Components			Circuit Breaker 32 A	2	Piece
9					0	

Nota. Fuente: Elaboración propia.**3.8 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN INDUSTRIAL****2.18.6 Cálculos para la Subestación**

La máxima demanda será calculada en el siguiente cuadro de cargas que será suministrada a una tensión de 440/380 voltios y está determinada por la carga establecida de acuerdo al Código Nacional de Electricidad con un factor de potencia de 0.8 inductivo.

Tabla 19

Cuadro de cargas área administrativa 1er piso.

CUADRO DE CARGAS AREA ADMINISTRATIVA										
SECTOR	AMBIENTE	TABLERO SUBTABLERO	DESCRIPCIÓN	AREA	UNIDAD	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
				m2		W/m2	W	W		W
1er Piso	Of. Jefe Unidades Moviles	TD-1	Carga Basica de Oficina Jefe Unidades Moviles	12.81		11.71		150.0051	1	150.01
			Computadoras		1		240	240	0.8	192.00
			Impresora multifuncional		1		600	600	0.8	480.00
			Luces de Emergencia		1		100	100	1	100.00
	Of. Unidades Moviles		Carga Basica Oficina Unidades Moviles	26.28		8.56		224.9568	1	224.96
			Computadoras		2		240	480	0.8	384.00
			Luces de Emergencia		1		100	100	1	100.00
	Of. Jefe de Planta		Carga Basica de Oficina Jefe de Planta	26.28		8.56		224.9568	1	224.96
			Computadoras		5		240	1200	0.8	960.00
			Impresora multifuncional		1		600	600	0.8	480.00
			Luces de Emergencia		2		100	200	1	200.00
	Of. Area Calidad		Carga Basica de Oficina Area Calidad	26.57		8.47		225.0479	1	225.05
			Computadoras		6		240	1440	0.8	1152.00
			Luces de Emergencia		2		100	200	1	200.00
	Of. Jefe de Seguridad		Carga Basica de Oficina Jefe Seguridad	9		8.33		74.97	1	74.97
			Computadoras		1		240	240	0.8	192.00
			Impresora multifuncional		1		600	600	0.8	480.00
			Luces de Emergencia		1		100	100	1	100.00
	Of. Seguridad		Carga Basica de Oficina Seguridad	43.57		17.22		750.2754	1	750.28
			Computadoras		6		240	1440	0.8	1152.00
			Impresora multifuncional		1		600	600	0.8	480.00
			Luces de Emergencia		3		100	300	1	300.00
	Of. Reuniones		Carga Basica de Oficina Reuniones	42.71		14.05		600.0755	1	600.08
			Computadoras		1		240	240	0.8	192.00
			Proyector		1		500	500	0.7	350.00
			Luces de Emergencia		2		100	200	1	200.00
	Pasadizo		Carga Basica de Pasadizo	87.51		10.84		948.6084	1	948.61
			Luces de Emergencia		10		100	1000	1	1000.00
	Baño Hombres		Carga Basica de Baño Hombres	8.15		1.19		9.6985	1	9.70
			Luces de Emergencia		1		100	100	1	100.00
Baño Mujeres	Carga Basica de Baño Mujeres	8.15		1.17		9.5355	1	9.54		
	Luces de Emergencia		1		100	100	1	100.00		
Estabilizado	TE-1	SUB TOTAL TE-1								6494.00
TOTAL TD-1										18606.13

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20

Cuadro de cargas área administrativa 2do piso.

SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCION	AREA	UNIDAD	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
				m2		W/m2	W	W		W
2do Piso	Of. Asistente Social	TD-2	Carga Basica de Oficina Asistente Social	15.48		9.69		150.0012	1	150.0012
			Computadoras		3		240	720	0.8	576
			Luces de Emergencia		2		100	200	1	200
	Of. Administradoras		Carga Basica de Oficina Administradoras	15.89		9.44		150.0016	1	150.0016
			Computadoras		3		240	720	0.8	576
			Impresora multifuncional		1		600	600	0.8	480
	Of. Planeamiento Mtto		Luces de Emergencia		2		100	200	1	200
			Carga Basica de Oficina Jefe Planeamiento Mantenimiento	16.65		13.51		224.9415	1	224.9415
			Computadoras		3		240	720	0.8	576
			Impresora multifuncional		1		600	600	0.8	480
	Of. Jefe Mtto		Luces de Emergencia		3		100	300	1	300
			Carga Basica de Oficina Jefe Mantenimiento	8.85		8.47		74.9595	1	74.9595
			Computadoras		1		240	240	0.8	192
			Impresora multifuncional		1		600	600	0.8	480
	Of. Residente Marcobre		Luces de Emergencia		1		100	100	1	100
			Carga Basica de Oficina Residente Marcobre	9.42		7.96		74.9832	1	74.9832
			Computadoras		2		240	480	0.8	384
			Impresora multifuncional		1		600	600	0.8	480
	Of. Administrativa		Luces de Emergencia		1		100	100	1	100
			Carga Basica de Oficina Administrativa	10.86		6.91		75.0426	1	75.0426
Computadoras			2		240	480	0.8	384		
			Luces de Emergencia		1		100	100	1	100

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21

Cuadro de cargas área administrativa 2do piso.

2do Piso	Of. Administrativa	TD-2	Carga Basica de Oficina Administrativa	12.81		11.71		150.0051	1	150.0051
			Computadoras		2		240	480	0.8	384
			Plastificadora		1		1000	1000	0.8	800
			Luces de Emergencia		1		100	100	1	100
	Of. Administrativa		Carga Basica de Oficina Administrativa	12.81		5.85		74.9385	1	74.9385
			Computadoras		1		240	240	0.8	192
			Plastificadora		1		1000	1000	0.8	800
			Luces de Emergencia		1		100	100	1	100
	Of. Administrativa		Carga Basica de Oficina Administrativa	12.77		11.75		150.0475	1	150.0475
			Computadoras		1		240	240	0.8	192
			Luces de Emergencia		1		100	100	1	100
	Of. Logistica		Carga Basica de Oficina Logistica	5.39		13.91		74.9749	1	74.9749
			Computadoras		1		240	240	0.8	192
			Impresora multifuncional		1		600	600	0.8	480
			Luces de Emergencia		1		100	100	1	100
	Of. Gerencia		Carga Basica de Oficina Gerencia	12.62		11.89		150.0518	1	150.0518
			Computadoras		1		240	240	0.8	192
			Impresora multifuncional		1		600	600	0.8	480
			Luces de Emergencia		1		100	100	1	100
	Of. Jefe Proyectos		Carga Basica de Oficina Jefe Proyectos	11.09		13.52		149.9368	1	149.9368
Computadoras			1		240	240	0.8	192		
Impresora multifuncional			1		600	600	0.8	480		
Luces de Emergencia			1		100	100	1	100		

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22

Cuadro de cargas área administrativa 2do piso.

2do Piso	Of. Supervisores Gnral.	TD-2	Carga Basica de Oficina Supervision General	120.32		13.71		1649.587	1	1649.5872
			Computadoras		15		240	3600	0.8	2880
			Impresora multifuncional		1		600	600	0.8	480
			Luces de Emergencia		13		100	1300	1	1300
	Almacen		Carga Basica de Almacen	1.4		8.21		11.494	1	11.494
			Impresora multifuncional		1		600	600	0.8	480
			Luces de Emergencia		1		100	100	1	100
	Almacen		Carga Basica de Almacen	5		14.96		74.8	1	74.8
			Luces de Emergencia		1		100	100	1	100
	Baños Hombres		Carga Basica de Baño Hombres	8.15		1.19		9.6985	1	9.6985
			Luces de Emergencia		1		100	100	1	100
	Baño Mujeres		Carga Basica de Baño Mujeres	8.15		1.17		9.5355	1	9.5355
			Luces de Emergencia		1		100	100	1	100
			Estabilizado	TE-2	SUB TOTAL TE-2					
TOTAL TD-2										29370.999

Nota. Fuente: Elaboración propia.



Tabla 23

Cuadro de cargas área administrativa 3er piso.

SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCION	AREA	UNIDAD	P.UNITARIO	P. NOM	PI	FD	MD
3er Piso	Of. Jefe Ingenieria	TD-3	Carga Basica de Oficina Jefe Ingenieria	15.48		9.69		150.0012	1	150.0012
			Computadoras		1		240	240	0.8	192
			Impresora multifuncional		1		600	600	0.8	480
			Luces de Emergencia		1		100	100	1	100
	Of. Planeamiento Ingenieria		Carga Basica de Oficina Planeamiento Ingenieria	15.9		9.44		150.096	1	150.096
			Computadoras		2		240	480	0.8	384
			Luces de Emergencia		1		100	100	1	100
	Of. Cadistas		Carga Basica de Oficina Cadistas	251.39		14.92		3750.739	1	3750.7388
			Computadoras		40		240	9600	0.8	7680
			Impresora multifuncional		1		600	600	0.8	480
			Luces de Emergencia		15		100	1500	1	1500
	Baño Hombres		Carga Basica de Baño Hombres	8.15		1.19		9.6985	1	9.6985
		Luces de Emergencia		1		100	100	1	100	
	Baño Mujeres	Carga Basica de Baño Mujeres	8.15		1.17		9.5355	1	9.5355	
		Luces de Emergencia		1		100	100	1	100	
	Estabilizado	TE-3	SUB TOTAL TE-3							
TOTAL TD-3										23442.07

Nota. Fuente: Elaboración propia.



Tabla 24

Cuadro de Cargas área administrativa.

SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCIÓN	A TECH	UNID	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
1er Piso	Estabilizado	TE-1	Computadora		32		240	7680	0.8	6144.0
			Proyector		1		500	500	0.7	350.0
2do Piso	Estabilizado	TE-2	Computadora		52		240	12480	0.8	9984.0
3er Piso	Estabilizado	TE-3	Computadora		43		240	10320	0.8	8256.0
SUB TOTAL TE-3										24734.0

Nota. Fuente: Elaboración propia.



Tabla 25

Cuadro de cargas Garita 1er y 2do piso.

CUADRO DE CARGAS GARITA										
SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCIÓN	AREA	UNID	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
1er Piso	Recepcion	TD-4	Carga Basica Recepcion	17.63		13.04		229.8952	1	229.90
			Computadoras		1		240	240	0.8	192.00
			Pantalla 40"		3		180	540	0.8	432.00
			Luces de emergencia		2		100	200	1	200.00
	Estabilizado	TE-4	SUB TOTAL TE-4							
TOTAL TD-4										1245.90
SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCIÓN	A TECH	UNID	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
1er Piso	Estabilizado	TE-4	Computadora		1		240	240	0.8	192.0
SUB TOTAL TE-4										192.0

Nota. Fuente: Elaboración propia.



Tabla26

Cuadro de cargas áreas de operaciones.

SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCIÓN	A TECH	UNID	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
1er Piso	Maestranza	TD - 5	Carga Basica de Maestranza	553.83		10.4		5759.832	1	5759.83
			Torno		10		5500	55000	0.7	38500.00
			Frcsadora		3		4000	12000	0.6	7200.00
			Luces de Emergencia		16		100	1600	1	1600.00
TOTAL TD-5										53059.83
SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCIÓN	A TECH	UNID	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
1er Piso	Armado	TD - 6	Carga Basica de Armado	1325		6.52		8639	1	8639.00
			Taladros de Banco		4		1120	4480	0.6	2688.00
			Puente grua		1		7500	7500	0.7	5250.00
			Plegadora hidraulica		1		9500	9500	0.8	7600.00
			Cizalladora hidraulica		1		9200	9200	0.8	7360.00
			Esmeril de banco de desbaste		2		1500	3000	0.7	2100.00
			Esmeril de banco de corte		2		1500	3000	0.7	2100.00
			Amoladora angular de 4.5"		10		1500	15000	0.6	9000.00
			Amoladora angular de 7.5"		10		1200	12000	0.6	7200.00
			Luces de Emergencia		19		100	1900	1	1900.00
	Soldadura	TD - 6	Carga Basica de Soldadura	1326		6.52		8645.52	1	8645.52
			Maquinas de Soldar		60		2650	159000	1	159000.00
			Puente grua		1		7500	7500	0.7	5250.00
			Luces de Emergencia		19		100	1900	1	1900.00
TOTAL TD-6										228632.52
SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCIÓN	A TECH	UNID	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
1er Piso	Mantenimien to	TD - 7	Carga Basica de Mantenimiento	542.42		7.96		4317.663	1	4317.66
			Torno Vertical Rafamet		1		45000	45000	0.8	36000.00
			Compresor de Aire		1		7500	7500	0.7	5250.00
			Luces de Emergencia		26		100	2600	1	2600.00
TOTAL TD-7										48167.66

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla27

Cuadro de cargas área de operaciones.

SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCIÓN	A TECH	UNID	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
1er Piso	Almacén	TD - 8	Carga Basica de Almacen	142.58		5.05		720.029	1	720.03
			Computadoras		1		240	240	0.8	192.00
			Luces de Emergencia		14		100	1400	1	1400.00
	Comedor		Carga Basica de Comedor	66.54		7.21		479.7534	1	479.75
			Cocina		2		2000	4000	0.8	3200.00
			Luces de Emergencia		9		100	900	1	900.00
Estabilizado	TE-5	SUB TOTAL TE-5								192.00
TOTAL TD-8										7083.78
SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCIÓN	A TECH	UNID	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
2do Piso	Almacén	TD - 9	Carga Basica de Almacen	209.96		5.14		1079.194	1	1079.19
			Luces de Emergencia		20		100	2000	1	2000.00
TOTAL TD-9										3079.19
SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCIÓN	A TECH	UNID	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
1er Piso	Estabilizado	TE-5	Computadoras		1		240	240	0.8	192.0
SUB TOTAL TE-5										192.0
SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCIÓN	A TECH	UNID	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
1er Piso	Baño hombres	TD - 10	Carga Basica de Baño Hombres	65.11		21.35		1390.099	1	1390.10
			Luces de Emergencia		4		100	400	1	400.00
	Baño mujeres		Carga Basica de Baño Mujeres	17.79		20.35		362.0265	1	362.03
			Luces de Emergencia		2		100	200	1	200.00
TOTAL TD-10										2352.13

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28

Cuadro de cargas área de operaciones.

SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCIÓN	A TECH	UNID	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
1er Piso	Almacén pintura	TD - 11	Carga Basica de Almacen Pintura	57.52		0.83		47.7416	1	47.74
			Luces de Emergencia		5		100	500	1	500.00
TOTAL TD-11										547.74
SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCIÓN	A TECH	UNID	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
1er Piso	Arenado	TD - 12	Carga Basica de Arenado	324.96		11.08		3600.557	1	3600.56
			Compresor de Aire		1		7500	7500	0.9	6750.00
			Luces de Emergencia		7		100	700	1	700.00
TOTAL TD-12										11050.56
SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCIÓN	A TECH	UNID	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
1er Piso	Oxicorte	TD - 13	Carga Basica de Oxicorte	105.63		11.36		1199.957	1	1199.96
			Maquina CNC Corte Plasma		1		38800	38800	0.8	31040.00
			Luces de Emergencia		5		100	500	1	500.00
TOTAL TD-13										32739.96
SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCIÓN	A TECH	UNID	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
1er Piso	Planta	TD - 14	Luminaria Philips VGP704 T25 1XLED101-4S/730 DPL1		86		61	5246	1	5246.00
			Luces de Emergencia		80		100	8000	1	8000.00
TOTAL TD-14										13246.00

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29

Tablero General.

SECTOR	AMBIENTE	TABLERO	DESCRIPCIÓN	AREA	UNIDAD	P. UNIT	P. NOM	PI	FD	MD
1er Piso	Tablero General	TD - 1	Área administrativa							18606.13
		TD - 2	Área administrativa							29371.00
		TD - 3	Área administrativa							23442.07
		TD - 4	Garita							1245.90
		TD - 5	Maestranza							53059.83
		TD - 6	Armado y soldadura							228632.52
		TD - 7	Mantenimiento							48167.66
		TD - 8	Almacén y comedor							7083.78
		TD - 9	Almacén							3079.19
		TD - 10	Baños							2352.13
		TD - 11	Almacén pintura							547.74
		TD - 12	Arenado							11050.56
		TD - 13	Oxicorte							32739.96
		TD - 14	Iluminación de planta							13246.00
TOTAL TG										472624.47

Nota. Fuente: Elaboración propia.



De los resultados obtenidos, es recomendable la instalación de un transformador con una potencia estándar de 500kVA, el cual servirá para satisfacer de energía a las actuales demandas de la empresa PRODISE

2.18.7 Instalación Eléctrica interior o industrial que se ha encontrado.

Para el presente estudio se ha encontrado la instalación eléctrica industrial una instalación anterior, con caídas de tensión en los últimos puntos de la instalación lo cual conlleva a que exista pérdidas para la empresa PRODISE.

Se presenta cuadro de las especificaciones de la instalación eléctrica en la situación original, para esto se va a evaluar pro tramos según el tablero:



Tabla 30

Instalación eléctrica.

	Punto	N. Lum.	PSP	Ptotal	I	S	Sistema	L	ΔV	Sum. ΔV	%ΔV
	N EQUIPO		W	W	Amp	mm2		m	Volt	Volt	
TG	0			481380	914.23	300	3	5.00	0.93	0.93	0.25
TD1	1			11998.75	60.60	8.34	1	29.20	6.09	7.02	3.19
CIRCUITO 1	1.1	13	75	1,219	6.16	2.1	1	34.24	3.37	10.39	4.72
CIRCUITO 2	1.2	11	75	1,031	5.21	2.1	1	25.66	2.14	9.16	4.16
CIRCUITO 3	1.3	11	75	1,031	5.21	2.1	1	41.75	3.47	10.49	4.77
CIRCUITO 4	1.4	8	75	750	3.79	2.1	1	38.69	2.34	9.36	4.26
CIRCUITO 5	1.5	8	75	750	3.79	2.1	1	40.60	2.46	9.48	4.31
CIRCUITO 6	1.6	1	1352	1,690	8.54	2.1	1	21.58	2.94	9.96	4.53
CIRCUITO 7	1.7	1	2804	3,505	17.70	3.3	1	24.98	4.38	11.40	5.18
CIRCUITO 8	1.8	1	1268	1,585	8.01	3.3	1	48.44	3.84	10.86	4.94
CIRCUITO 9	1.9	1	350	438	2.21	2.1	1	32.47	1.15	8.17	3.71
TD2	2			17,046	86.09	13.3	1	32.02	7.51	8.44	3.84
CIRCUITO 1	2.1	10	75	750	3.79	2.1	1	29.65	1.79	10.24	4.65
CIRCUITO 2	2.2	11	75	825	4.17	2.1	1	34.47	2.30	10.74	4.88
CIRCUITO 3	2.3	12	75	900	4.55	2.1	1	36.53	2.65	11.10	5.04
CIRCUITO 4	2.4	8	75	600	3.03	2.1	1	40.38	1.96	10.40	4.73
CIRCUITO 5	2.5	10	75	750	3.79	2.1	1	17.61	1.07	9.51	4.32
CIRCUITO 6	2.6	1	2036	2,036	10.28	2.1	1	24.15	3.97	12.41	5.64
CIRCUITO 7	2.7	1	2428	2,428	12.26	3.3	1	44.51	5.40	13.84	6.29
CIRCUITO 8	2.8	1	5348	5,348	27.01	3.3	1	32.72	8.75	17.19	7.81

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31

Instalaciones eléctricas.

TD3	3			17,508	88.42	13.3	1	34.82	8.39	9.32	4.24
CIRCUITO 1	3.1	10	75	750	3.79	2.1	1	35.06	2.12	11.44	5.20
CIRCUITO 2	3.2	10	75	750	3.79	2.1	1	40.18	2.43	11.75	5.34
CIRCUITO 3	3.3	4	75	300	1.52	2.1	1	46.80	1.13	10.45	4.75
CIRCUITO 4	3.4	10	75	750	3.79	2.1	1	25.90	1.57	10.89	4.95
CIRCUITO 5	3.5	10	75	750	3.79	2.1	1	20.99	1.27	10.59	4.81
CIRCUITO 6	3.6	10	75	750	3.79	2.1	1	14.55	0.88	10.20	4.64
CIRCUITO 7	3.7	1	3438	3,438	17.36	3.3	1	20.83	3.58	12.90	5.86
CIRCUITO 8	3.8	1	3080	3,080	15.56	3.3	1	52.09	8.02	17.34	7.88
CIRCUITO 9	3.9	1	3438	3,438	17.36	3.3	1	22.71	3.90	13.22	6.01
TD4	4			865	4.37	2.1	1	1.00	0.07	1.00	0.46
CIRCUITO 1	4.1	2	75	150	0.76	2.1	1	4.59	0.06	1.06	0.48
CIRCUITO 2	4.2	2	75	150	0.76	2.1	1	4.59	0.06	1.06	0.48
CIRCUITO 3	4.3	1	392	392	1.98	2.1	1	9.11	0.29	1.29	0.59
TD5	5			64,063	121.67	50.0	3	64.03	5.21	6.15	1.62
CIRCUITO 1	5.1	8	150	1,200	2.28	2.1	3	43.19	1.22	7.36	1.94
CIRCUITO 2	5.2	8	150	1,200	2.28	2.1	3	42.62	1.00	7.15	1.88
CIRCUITO 3	5.3	8	150	1,200	2.28	2.1	3	43.31	1.22	7.37	1.94
CIRCUITO 4	5.4	7	150	1,050	1.99	2.1	3	38.86	0.96	7.10	1.87
CIRCUITO 5	5.5	6	150	900	1.71	2.1	3	36.37	0.77	6.91	1.82
CIRCUITO 6	5.6	1	23100	23,100	43.87	13.3	3	35.40	3.34	9.49	2.50
CIRCUITO 7	5.7	1	22600	22,600	42.92	13.3	3	40.11	3.71	9.85	2.59

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32

Instalaciones eléctricas.

TD6	6			237,735	451.50	185.0	3	84.07	9.87	10.80	2.84
CIRCUITO 1	6.01	12	150	1,800	3.42	2.1	3	46.24	1.96	12.75	3.36
CIRCUITO 2	6.2	12	150	1,800	3.42	2.1	3	49.66	2.10	12.90	3.39
CIRCUITO 3	6.3	12	150	1,800	3.42	2.1	3	53.30	2.25	13.05	3.43
CIRCUITO 4	6.4	12	150	1,800	3.42	2.1	3	57.16	2.42	13.22	3.48
CIRCUITO 5	6.5	12	150	1,800	3.42	2.1	3	60.96	2.58	13.38	3.52
CIRCUITO 6	6.6	12	150	1,800	3.42	2.1	3	64.73	2.74	13.54	3.56
CIRCUITO 7	6.7	12	150	1,800	3.42	2.1	3	68.70	2.90	13.70	3.61
CIRCUITO 8	6.8	12	150	1,800	3.42	2.1	3	72.51	3.07	13.86	3.65
CIRCUITO 9	6.9	12	150	1,800	3.42	2.1	3	76.46	3.23	14.03	3.69
CIRCUITO 10	6.1	12	150	1,800	3.42	2.1	3	80.30	3.40	14.19	3.74
CIRCUITO 11	6.11	1	60938	60,938	115.73	13.3	3	59.74	14.89	25.69	6.76
CIRCUITO 12	6.12	1	58250	58,250	110.63	13.3	3	38.25	9.11	19.91	5.24
CIRCUITO 13	6.13	1	53000	53,000	100.66	13.3	3	48.56	10.52	21.32	5.61
TD7	7			57,188	108.61	50.0	3	124.16	9.02	9.96	2.62
CIRCUITO 1	7.1	12	150	1,800	3.42	2.1	3	26.07	1.10	11.06	2.91
CIRCUITO 2	7.2	9	150	1,350	2.56	2.1	3	38.86	1.23	11.19	2.94
CIRCUITO 3	7.3	9	150	1,350	2.56	2.1	3	42.95	1.36	11.32	2.98
CIRCUITO 4	7.4	1	41250	41,250	78.34	50.0	3	80.65	4.23	14.18	3.73

Nota. Fuente: Elaboración propia.



Tabla 33

Instalaciones eléctricas.

TD8	8			8,615	43.51	8.3	1	58.88	11.25	12.18	5.54
CIRCUITO 1	8.1	7	50	350	1.77	2.1	1	25.69	0.73	12.91	5.87
CIRCUITO 2	8.2	7	50	350	1.77	2.1	1	13.07	0.37	12.55	5.70
CIRCUITO 3	8.3	10	50	500	2.53	2.1	1	14.61	0.59	12.77	5.80
CIRCUITO 4	8.4	1	1400	1,400	7.07	3.3	1	45.46	3.18	15.36	6.98
CIRCUITO 5	8.5	1	1092	1,092	5.52	2.1	1	23.24	2.05	14.23	6.47
CIRCUITO 6	8.6	1	3200	3,200	16.16	2.1	1	15.16	3.92	16.10	7.32
TD9	9			3,813	19.26	3.3	1	61.68	11.75	12.69	5.77
CIRCUITO 1	9.1	7	50	350	1.77	2.1	1	26.31	0.74	13.43	6.10
CIRCUITO 2	9.2	7	50	350	1.77	2.1	1	13.83	0.39	13.08	5.94
CIRCUITO 3	9.3	7	50	350	1.77	2.1	1	14.03	0.40	13.08	5.95
CIRCUITO 4	9.4	1	2000	2,000	10.10	3.3	1	37.59	3.76	16.44	7.47
TD10	10			2,125	10.73	3.3	1	83.35	8.85	9.78	4.45
CIRCUITO 1	10.1	7	50	350	1.77	2.1	1	8.76	0.25	10.03	4.56
CIRCUITO 2	10.2	13	50	650	3.28	2.1	1	15.90	0.83	10.62	4.83
CIRCUITO 3	10.3	14	50	700	3.54	2.1	1	12.44	0.70	10.49	4.77
TD11	11			700	3.54	3.3	1	141.04	4.93	5.87	2.67
CIRCUITO 1	11.1	1	30	30	0.15	2.1	1	10.32	0.02	5.89	2.68
CIRCUITO 2	11.2	1	30	30	0.15	2.1	1	15.86	0.04	5.90	2.68
CIRCUITO 3	11.3	1	500	500	2.53	2.1	1	25.86	1.04	6.91	3.14

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34

Instalaciones eléctricas.

TD12	12			13,125	24.93	13.3	3	157.41	8.45	9.38	2.47
CIRCUITO 1	12.1	7	150	1,313	2.49	2.1	3	18.09	0.56	9.94	2.62
CIRCUITO 2	12.2	11	150	2,063	3.92	2.1	3	15.00	0.73	10.11	2.66
CIRCUITO 3	12.3	7	150	1,313	2.49	2.1	3	19.61	0.60	9.99	2.63
CIRCUITO 4	12.4	1	6750	8,438	16.02	2.1	3	93.09	18.45	27.83	7.32
TD13	13			40,300	76.54	13.3	3	111.78	18.42	19.35	5.09
CIRCUITO 1	13.1	12	50	600	1.14	2.5	3	12.67	0.15	19.50	5.13
CIRCUITO 2	13.2	12	50	600	1.14	2.5	3	11.75	0.14	19.49	5.13
CIRCUITO 3	13.3	1	31040	31,040	58.95	13.3	3	23.52	2.99	22.34	5.88
TD14	14			6,300	31.82	13.3	1	1.50	0.13	1.06	0.48
CIRCUITO 1	14.1	12	60	720	3.64	3.3	1	74.00	2.66	3.72	1.69
CIRCUITO 2	14.2	12	60	720	3.64	3.3	1	218.38	7.86	8.92	4.05
CIRCUITO 3	14.3	12	60	720	3.64	3.3	1	145.19	5.22	6.29	2.86
CIRCUITO 4	14.4	12	60	720	3.64	3.3	1	201.65	7.26	8.32	3.78
CIRCUITO 5	14.5	12	60	720	3.64	3.3	1	135.44	4.87	5.94	2.70
CIRCUITO 6	14.6	12	60	720	3.64	3.3	1	71.92	2.59	3.65	1.66
CIRCUITO 7	14.7	12	60	720	3.64	2.1	1	66.64	3.87	4.93	2.24

Nota. Fuente: Elaboración propia.



Se observó que las caídas de tensión no cumplen la normativa vigente de ser menor al 5 por ciento ($\leq 5\%$), por lo que se plantea el mejoramiento de las instalaciones eléctricas.

2.18.8 Cálculo de la Corriente Nominal del Sistema en Media Tensión

Para solucionar el problema de caída de tensión se empieza de la conexión en media tensión, por lo que se obtenemos el valor de la corriente nominal del sistema trifásico en media tensión (10kV) con la siguiente formula:

$$I_d = \frac{S}{\sqrt{3}x} \quad (3.1.9-1)$$

Donde:

-) I_d : Corriente nominal del sistema trifásico en media tensión [A]
-) S : Potencia aparente del transformador [KVA]
-) V : Tensión nominal de la línea primaria (KV)

Sabemos que la potencia aparente del transformador es de 500kVA y la tensión nominal de la línea es de 10Kv.

$$I_{d.M} = 28.87A \quad (3.1.9-2)$$

2.18.9 Cálculo de la Corriente Nominal del Sistema en Baja Tensión

Para el cálculo de la corriente nominal en baja tensión consideramos los siguientes parámetros:

-) S : Potencia Aparente del transformador (KVA) = 500KVA
-) V : Tensión nominal de la línea (KV) = 0.44KV

La corriente nominal del lado secundario del sistema trifásico del transformador es

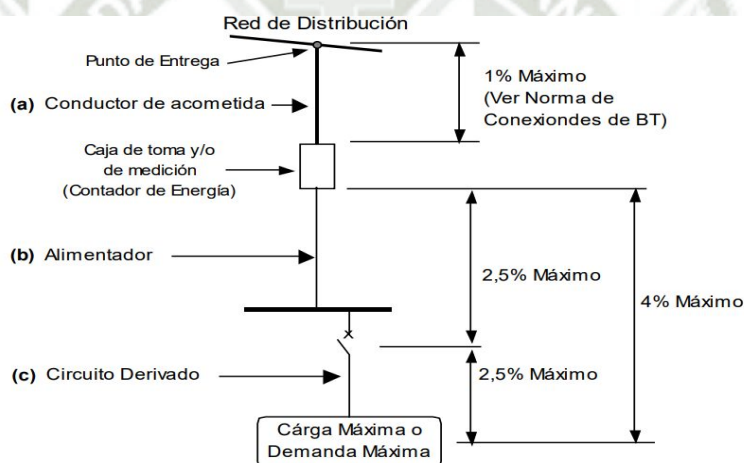
$$I_{d.B} = 656.08 A \quad (3.1.10-1)$$

2.18.10 Cálculos Eléctricos para la Selección de Conductores

Para el cálculo de la sección de alimentadores debemos tomar en consideración lo estipulado en el Código Nacional de electricidad, Tomo Utilización, 050.102 “Los conductores alimentadores deberán ser dimensionados para que la caída de tensión no sea mayor del 2.5% para cargas de fuerza y alumbrado o combinación de tales cargas y donde la caída de tensión total máxima en alimentadores y circuitos derivados hasta el punto de utilización más alejado no exceda del 4%”.

Figura 29

Máximas Caídas de Tensión Permitidas en un Circuito.



Nota. La figura muestra las máximas caídas de tensión permitidas en un circuito. Tomado de *Redes de Distribución* por Dirección General de Electricidad.

2.18.11 Cálculo por Capacidad de Corriente

Para poder hallar el conductor adecuado, se necesita hallar el valor de la corriente de diseño, la cual se obtiene con la siguiente fórmula:

$$I_{d \text{ } \tilde{n}o} = 1.25 \cdot I_{n\tilde{u}} \quad (3.1.12-1)$$

Donde:

$$I_{d \text{ } \tilde{n}o} = C \quad d \quad d \quad \tilde{n}o[A]$$

$$I_{nc} = C \cdot n_c \quad [A]$$

Para seleccionar el conductor adecuado del cable subterráneo de media tensión, utilizamos el valor de corriente nominal anteriormente obtenido

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot 28.87A \quad (3.1.12-2)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 36.09A$$

Con el valor de la corriente de diseño podemos seleccionar el conductor que utilizaremos, en este caso trabajaremos con un conductor N2XSY 8.7/15 kV.

Tabla 35

Parámetros Eléctricos.

PARAMETROS ELECTRICOS

SECCION NOMINAL	RESISTENCIA DC a 20°C	RESISTENCIA AC		REACTANCIA INDUCTIVA		AMPACIDAD ENTERRADO (20°C)		AMPACIDAD AIRE (30°C)	
		(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
		Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	(A)	(B)	(A)
25	0.727	0.927	0.927	0.2964	0.1713	180	160	195	165
35	0.524	0.668	0.669	0.2849	0.1627	215	190	235	200
50	0.387	0.494	0.494	0.2704	0.1513	250	225	280	240
70	0.268	0.342	0.342	0.2579	0.1426	305	275	350	295
95	0.193	0.247	0.247	0.2474	0.1365	360	325	420	360
120	0.153	0.196	0.196	0.2385	0.1305	405	370	485	410
150	0.124	0.159	0.160	0.2319	0.1264	445	410	540	465
185	0.0991	0.127	0.128	0.2250	0.1230	495	460	615	530
240	0.0754	0.098	0.099	0.2160	0.1177	570	535	720	625
300	0.0601	0.078	0.08	0.2091	0.1139	630	600	815	715
500	0.0366	0.050	0.053	0.1957	0.1081	750	745	1010	925

Nota. La tabla muestra los parámetros eléctricos. Tomado de *Parametros Electricos* por Nexans.

El conductor seleccionado para el cable subterráneo de media tensión es de 25 mm², ahora realizaremos los cálculos para los conductores que alimentaran al tablero general y los de distribución

Utilizaremos la siguiente fórmula para obtener la corriente nominal por cada tablero:

$$I_{nc} = \frac{M}{C \cdot V \cdot c_1} \quad (3.1.12-3)$$

Donde:

$$I_{nc} = C \quad [A]$$

$$M : \text{Máxima demanda} \quad [W]$$

$$C : C \quad \frac{m}{t} \quad (m = 1, t = \sqrt{3})$$

$$V : T \quad \text{ón} [V]$$

$$C : F \quad , (v = 0.9, i = 0.8)$$

Para el cálculo de la corriente para el tablero general, TG; utilizaremos los valores de máxima demanda obtenidos anteriormente en las tablas:

$$I_{nc} = \frac{47264.47W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.12-4)$$

$$I_{nc} = 897.60 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.12-5)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1122.00 A$$

- Cálculo de la corriente para el tablero de distribución 1, TD – 1

$$I_{nc} = \frac{18606.13 W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.12-6)$$

$$I_{nc} = 105.72 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.12-7)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 132.15 A$$

- Cálculo de la corriente para el tablero de distribución 2, TD – 2

$$I_{nc} = \frac{29371.00 W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.12-8)$$

$$I_{nc} = 166.88 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.12-9)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 208.60 A$$

- Cálculo de la corriente para el tablero de distribución 3, TD – 3

$$I_{nc} = \frac{23442.07 W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.12-10)$$

$$I_{nc} = 133.19 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.12-11)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 166.49 A$$

- Cálculo de la corriente para el tablero de distribución 4, TD – 4

$$I_{nc} = \frac{1245.90 W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.12-12)$$

$$I_{nc} = 7.08 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.12-13)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 8.85 A$$

- Cálculo de la corriente para el tablero de distribución 5, TD – 5

$$I_{nc} = \frac{53059.83W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.12-14)$$

$$I_{nc} = 100.77 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.12-15)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 125.96 A$$

- Cálculo de la corriente para el tablero de distribución 6, TD – 6

$$I_{nc} = \frac{228632.52 W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.12-16)$$

$$I_{nc} = 434.21 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.12-17)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 542.77 A$$

- Cálculo de la corriente para el tablero de distribución 7, TD – 7

$$I_{nc} = \frac{48167.66W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.12-18)$$

$$I_{nc} = 91.48 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.12-19)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 114.35 A$$

- Cálculo de la corriente para el tablero de distribución 8, TD – 8

$$I_{nc} = \frac{7083.78W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.12-20)$$

$$I_{nc} = 40.25 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.12-21)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 50.31 A$$

- Cálculo de la corriente para el tablero de distribución 9, TD – 9

$$I_{nc} = \frac{3079.19W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.12-22)$$

$$I_{nc} = 17.50 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.12-23)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 21.87 A$$

- Cálculo de la corriente para el tablero de distribución 10, TD – 10

$$I_{nc} = \frac{2352.13W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.12-24)$$

$$I_{nc} = 13.36 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.12-25)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 16.71 A$$

- Cálculo de la corriente para el tablero de distribución 11, TD – 11

$$I_{nc} = \frac{547.74W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.12-26)$$

$$I_{nc} = 3.11A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.12-27)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 3.89 A$$

- Cálculo de la corriente para el tablero de distribución 12, TD – 12

$$I_{nc} = \frac{11050.56W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.12-28)$$

$$I_{nc} = 20.99 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.12-29)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 26.23A$$

- Cálculo de la corriente para el tablero de distribución 13, TD – 13

$$I_{nc} = \frac{32739.96W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.12-30)$$

$$I_{nc} = 62.18 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.12-31)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 77.72 A$$

- Cálculo de la corriente para el tablero de distribución 14, TD – 14

$$I_{nc} = \frac{13246W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.12-32)$$

$$I_{nc} = 75.26A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.12-33)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 94.08 A$$

Una vez obtenidos los valores de corriente de diseño de cada tablero, procedemos a utilizar la tabla de conductores THW 75°C.

Tabla 36

Tabla de conductores THW 75°C.

CONDUCTOR			Espesor de Aislamiento (mm)	Diámetro Externo Aprox. (mm)	Peso total Aprox. (kg / km)	*Capacidad de Corriente (A)
CALIBRE (AWG o kcmil)	Sección Transversal (mm ²)	No. Hilos				
FORMACIÓN SÓLIDO Y CABLEADO CONCÉNTRICO						
14	2,08	1	0,76	3,15	26,30	20
12	3,31	1	0,76	3,57	38,62	25
10	5,261	1	0,76	4,11	57,72	35
8	8,37	1	1,14	5,54	95,99	50
8	8,37	7	1,14	5,98	102,04	50
6	13,3	7	1,52	7,70	164,86	65
4	21,15	7	1,52	8,92	246,27	85
FORMACIÓN UNILAY						
14	2,08	19	0,76	3,32	27,58	20
12	3,31	19	0,76	3,82	40,60	25
10	5,261	19	0,76	4,41	58,95	35
8	8,37	19	1,14	5,90	100,61	50
6	13,3	19	1,52	7,60	162,56	65
4	21,15	19	1,52	8,79	242,87	85
2	33,62	19	1,52	10,29	367,85	115
1	42,4	19	2,03	12,20	480,40	130
1/0	53,5	19	2,03	13,21	591,62	150
2/0	67,4	19	2,03	14,33	730,21	175
3/0	85,0	19	2,03	15,59	903,58	200
4/0	107,2	19	2,03	17,01	1120,73	230
FORMACIÓN CABLEADO CONCÉNTRICO						
250	126,7	37	2,41	19,44	1350,37	255
300	152	37	2,41	20,82	1599,11	285
350	177	37	2,41	22,12	1844,34	310
400	203	37	2,41	23,31	2097,39	335
500	253	37	2,41	25,48	2583,14	380
600	304	61	2,79	28,26	3093,36	420
750	380	61	2,79	30,93	3822,35	475
1000	507	61	2,79	34,84	5033,71	545

Nota. La tabla muestra información de los conductores THW 75°C. Tomado de *Ficha Técnica* por ElectroCables.

Los conductores seleccionados por el método de capacidad de corriente, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 37*Conductores seleccionados.*

TABLERO	SECCION NOMINAL	CONDUCTOR	INSTALACION
TG	500 mm ²	N2XSY 30°C	AIRE
TD – 1	1 AWG / 50 mm ²	THW 75°C	DUCTO
TD – 2	2/0 AWG / 70 mm ²	THW 75°C	DUCTO
TD – 3	2/0 AWG / 70 mm ²	THW 75°C	DUCTO
TD – 4	14 AWG / 2.5 mm ²	THW 75°C	DUCTO
TD – 5	1 AWG / 50 mm ²	THW 75°C	DUCTO
TD – 6	750 kcmil / 400 mm ²	THW 75°C	DUCTO
TD – 7	1 AWG / 50 mm ²	THW 75°C	DUCTO
TD – 8	4 AWG / 25 mm ²	THW 75°C	DUCTO
TD – 9	14 AWG / 2.5 mm ²	THW 75°C	DUCTO
TD – 10	8 AWG / 10 mm ²	THW 75°C	DUCTO
TD – 11	10 AWG / 6 mm ²	THW 75°C	DUCTO
TD – 12	6 AWG / 16 mm ²	THW 75°C	DUCTO
TD – 13	2 AWG / 35 mm ²	THW 75°C	DUCTO
TD - 14	2 AWG / 35 mm ²	THW 75°C	DUCTO

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para el estudio de la caída de tensión se define los tipos de sistema, sistema Trifásico y monofásico con un factor de potencia diferente para cada tipo de circuito.

Tabla 38

Sistema eléctrico de Prodisce.

Sistema Eléctrico de PRODISE	Monofásico	Trifásico
Tensión	220	380.00
Factor de Simultaneidad	1	1.00
Factor de Potencia	0.9	0.80
ACOS (delta)	0.45	0.64

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se considera la caída de tensión mediante las siguientes fórmulas.

) Caída de tensión circuitos monofásicos

$$\Delta V = k * L * I \quad (3.1.12-34)$$

Donde:

Z $k = 2*(R \text{ Cos } \emptyset + XL \text{ Sen}\emptyset)$

Z R= Resistencia a corriente alterna (ohm/km)

Z X= Reactancia inductiva (ohm/km)

Z L=longitud en km

Z I= corriente del circuito.

) Caída de tensión circuitos trifásicos

$$\Delta V = k * L * I \quad (3.1.12-35)$$

Donde:

Z $k = \sqrt{3} * (R \text{ Cos } \emptyset + XL \text{ Sen } \emptyset)$; Impedancia eficaz.

Z R= Resistencia a corriente alterna (ohm/km)

Z X= Reactancia inductiva (ohm/km)

Z L=longitud en km

Z I= corriente del circuito.

Tabla 39

Cálculo de impedancia eficaz. Fp=0.8 3f; pf=0.9 1f.

SECCION (mm)	R (20°C) (Ohm/Km)	R (80°C) (Ohm/Km)	DMG(3f) (m)	DMG(1f) (m)	k(3f) (Ohm/Km)	k (1f) (Ohm/Km)
2.5	7.41000	9.01056	0.01739	0.01380	10.45674	13.49666
4	4.61000	5.60576	0.01739	0.01380	6.56759	8.44882
6	3.08000	3.74528	0.01739	0.01380	4.43821	5.68697
10	1.83000	2.22528	0.01739	0.01380	2.69369	3.42651
16	1.15000	1.39840	0.01739	0.01380	1.74210	2.19466
25	0.72700	0.77062	0.01260	0.01380	1.15077	1.42891
35	0.52400	0.63718	0.01739	0.01380	0.86325	1.05827
50	0.38700	0.47059	0.01739	0.01380	0.66926	0.80819
70	0.26800	0.32589	0.01739	0.01380	0.50022	0.59050
95	0.19300	0.23469	0.01739	0.01380	0.39421	0.45376
120	0.15300	0.18605	0.01739	0.01380	0.33567	0.37914
150	0.12400	0.15078	0.01739	0.01380	0.29549	0.32694
185	0.09910	0.12051	0.01739	0.01380	0.25995	0.28125
300	0.06010	0.07308	0.01739	0.01380	0.20383	0.20931
400	0.04700	0.05715	0.01739	0.01380	0.18360	0.18398

Nota. Fuente: Elaboración propia.

- Caída de Tensión Transformador a Tablero General

Utilizaremos la siguiente fórmula para obtener la corriente nominal por cada tablero

$$I_{nc} = \frac{M}{C \cdot V \cdot c_1} \quad (3.1.12-36)$$

Donde:

$$Z \ I_{nc} = C \quad n_c \quad [A]$$

$$Z_M : \text{Máxima de } d_p [W]$$

$$Z_C : C \text{ así } / t_1 \text{ así } (m \quad C = 1, t_1 \quad C = \sqrt{3})$$

$$Z_{V:T} \text{ ó } n [V]$$

$$Z_C : F \text{ de } p, (v = 0.9, t_1 = 0.8)$$

Cálculo de la corriente para el tablero general, TG, utilizaremos los valores de máxima demanda obtenidos anteriormente en las tablas

$$I_{nc} = \frac{472624.47 W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.12-37)$$

$$I_{nc} = 897.60 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.12-38)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1122.00 A$$

Con la tabla de las impedancias eficaces se determina la caída de tensión en primera instancia para el circuito Transformador al Tablero General, se realiza el cálculo con la ecuación de caída de tensión.

Tabla 40

Impedancias eficaces.

	Punto	Sum. PSP	F. D.	Pef	Ptotal	I	S	Sistema	k	L	ΔV	Sum. ΔV	$\% \Delta V$
		W		W	W	Amp	mm2			m	Volt	Volt	
TG	0	384384	1.25	480480	480480	912.52	500	3	0.18360	5.00	0.84	0.84	0.22

Nota. Fuente: Elaboración propia.

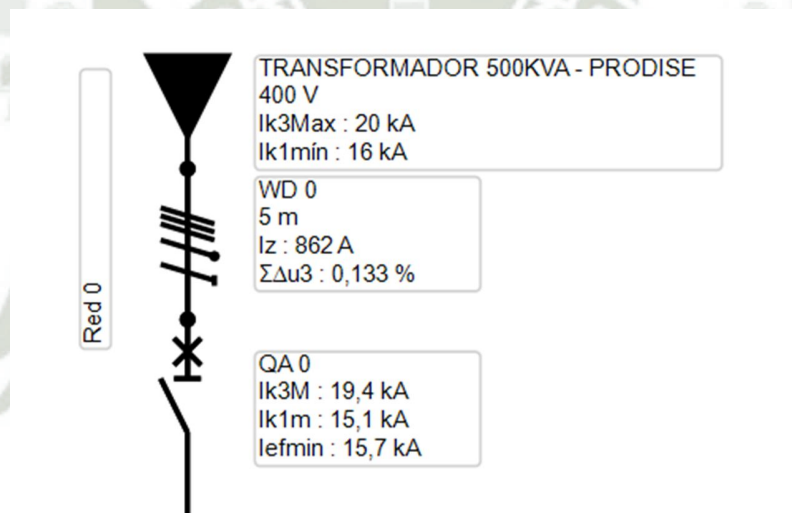


Se tiene que la caída de tensión desde el transformador hasta el tablero general de es de 0.2%.

Para fines de comparar este dato se realiza la simulación del diagrama unifilar de todo el proyecto en el programa de libre acceso Ecodial 5.2.0 INT.

Figura 30

Simulación del diagrama unifilar.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se tiene una diferencia de 0.08% esto debido a que en el software Ecodial no se pudo ingresar datos exactos de los equipos o máquinas del proyecto, se ingresó datos con una diferencia de potencias mínimas.

- Caída de Tensión de Tablero General a Tableros de Distribución

Para determinar estas caídas de tensión se utiliza los datos determinados de la impedancia eficaz, además este tramo se considera la caída de tensión del tramo de transformador hasta el tablero general.

Tabla 41

Caída de tensión en los tableros de distribución.

	Punto	Sum. PSP W	F. D.	Pef W	Ptotal W	I Amp	S mm ²	Sistema	k	L m	ΔV Volt	Sum. ΔV Volt	%ΔV
TG	0	384384	1.25	480480	480480	866.89	500	3	0.18360	5.00	0.80	0.80	0.20
TD1	1	9599	1.25	11998.75	11998.75	57.96	50	1	0.66926	29.20	1.13	1.93	0.84
TD2	2	13637	1.25	17,046	17,046	82.35	70.0	1	0.59050	32.02	1.56	2.35	1.02
TD3	3	14006	1.25	17,508	17,508	84.58	70.0	1	0.59050	34.82	1.74	2.53	1.10
TD4	4	692	1.25	865	865	4.18	4.0	1	8.44882	1.00	0.04	0.83	0.36
TD5	5	51250	1.25	64,063	64,063	115.58	50.0	3	0.66926	64.03	4.95	5.75	1.44
TD6	6	190188	1.25	237,735	237,735	428.93	400.0	3	0.18360	84.07	6.62	7.42	1.95
TD7	7	45750	1.25	57,188	57,188	103.18	50.0	3	0.66926	124.16	8.57	9.37	2.34
TD8	8	6892	1.25	8,615	8,615	41.62	25.0	1	1.42891	58.88	3.50	4.30	1.87
TD9	9	3050	1.25	3,813	3,813	18.42	10.0	1	3.42651	61.68	3.89	4.69	2.04
TD10	10	1700	1.25	2,125	2,125	10.27	10.0	1	3.42651	83.35	2.93	3.73	1.62
TD11	11	560	1.25	700	700	3.38	6.0	1	5.68697	141.04	2.71	3.51	1.53
TD12	12	10500	1.25	13,125	13,125	23.88	16.0	3	1.74210	157.41	6.49	7.29	1.82
TD13	13	32240	1.25	40,300	40,300	72.71	35.0	3	0.86325	111.78	7.02	7.81	1.95
TD14	14	4320	1.25	5,400	5,400	26.09	35.0	1	1.05827	1.50	0.04	0.84	0.36

Nota. Fuente: Elaboración propia.

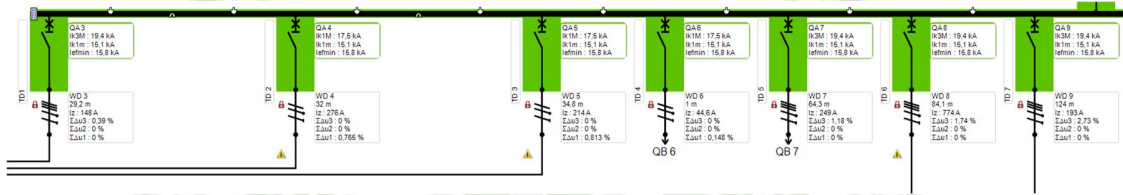


Se puede observar que la caída de tensión más alta se observa en el tablero de distribución 7, esto debido a que es un circuito con un conductor de 124 metros y una carga 57kW.

Para realizar una comparación se realizó una simulación del diagrama unifilar en el software Ecodial y se obtuvo los siguientes resultados:

Figura 31

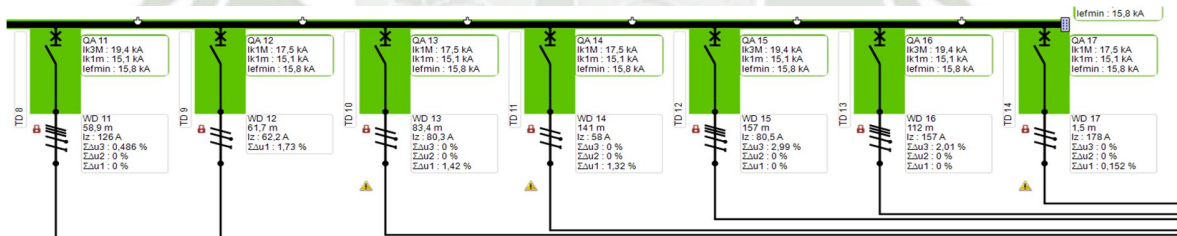
Caídas de tensión tablero de distribución 01 hasta tablero de distribución 07.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 32

Caídas de tensión tablero de distribución 08 hasta tablero de distribución 14.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las caídas de tensión se encuentran en los márgenes aceptados según la normativa nacional como es el Código nacional de Electricidad.

Todos los conductores seleccionados cumplen con la norma, ninguno excede el 2.5% de caída de tensión.

Ahora realizaremos los cálculos para los circuitos derivados, para determinar el conductor que utilizara cada circuito, considerando que su máxima caída de tensión porcentual es de 1.5%.

Teniendo en cuenta que los circuitos derivados son los de iluminación, tomacorrientes y cargas especiales, se realizarán los cálculos en el orden especificado

2.18.12 Cálculo de Capacidad de Corriente del Circuito Derivado de Iluminación

Se realizará el cálculo por cada tablero de distribución, iniciando por el tablero 1 para el cálculo del circuito derivado de iluminación, tomando en cuenta que por norma del C.N.E. no debe haber más de 12 salidas por circuito derivado pudiendo haber alguna excepción al conocerse la carga.

En la siguiente tabla se muestra el número de circuitos por cada tablero de distribución, seguidamente se realizará el cálculo de capacidad de corriente y caída de tensión para hallar el tipo de conductor que requerirá cada circuito derivado.

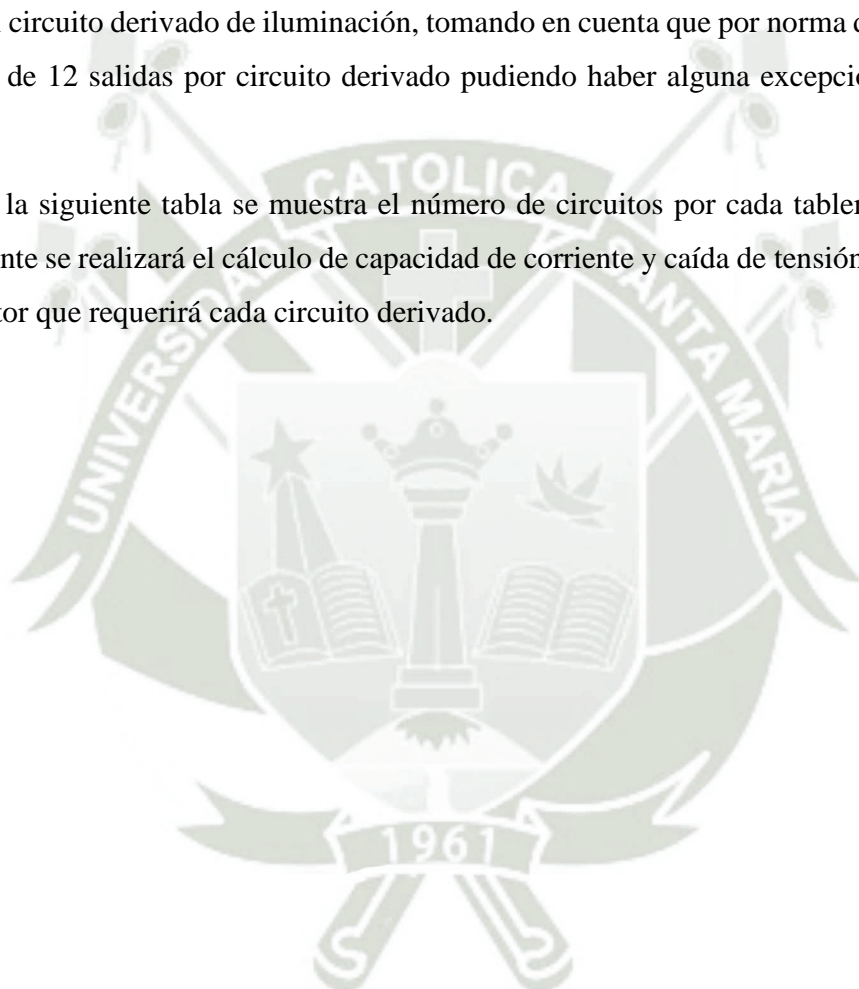


Tabla 42

Número de circuitos por distribución.

	#Circuitos iluminación	de	#Circuitos Tomacorrientes	de	#Circuitos Especiales	de	Cargas
TD-1	5		3			1	
TD-2	5		3			0	
TD-3	6		3			0	
TD-4	2		1			0	
TD-5	5		0			2	
TD-6	10		0			3	
TD-7	3		0			1	
TD-8	3		2			1	
TD-9	3		1			0	
TD-10	3		0			0	
TD-11	2		1			0	
TD-12	3		0			1	
TD-13	2		0			1	
TD-14	7		0			0	

Nota. Fuente: Elaboración propia.

- Cálculo de la corriente para el Circuito 1, TD-1

$$I_{nc} = \frac{M}{C \cdot V \cdot C} \quad (3.1.13-1)$$

$$I_{nc} = \frac{948.61W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8}$$

$$I_{nc} = 5.38 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-2)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 6.73 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 2, TD-1

$$I_{nc} = \frac{824.98W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-3)$$

$$I_{nc} = 4.68 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-4)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.85 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 3, TD-1

$$I_{nc} = \frac{825.25W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-5)$$

$$I_{nc} = 4.68 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-6)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.86 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 4, TD-1

$$I_{nc} = \frac{600.08W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-7)$$

$$I_{nc} = 3.40 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-8)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 4.26 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 5, TD-1

$$I_{nc} = \frac{19.24W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-9)$$

$$I_{nc} = 0.10 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-10)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 0.13 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 1, TD-2

$$I_{nc} = \frac{761.16W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-11)$$

$$I_{nc} = 4.32 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-12)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.40 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 2, TD-2

$$I_{nc} = \frac{824.83W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-13)$$

$$I_{nc} = 4.68 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-14)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.85 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 3, TD-2

$$I_{nc} = \frac{899.81W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-15)$$

$$I_{nc} = 5.11 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-16)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 6.39 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 4, TD-2

$$I_{nc} = \frac{19.23W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-17)$$

$$I_{nc} = 0.10A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-18)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 0.13 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 5, TD-2

$$I_{nc} = \frac{749.95W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-19)$$

$$I_{nc} = 4.26 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-20)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.32 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 1, TD-3

$$I_{nc} = \frac{750.14W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-21)$$

$$I_{nc} = 4.26A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-22)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.32 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 2, TD-3

$$I_{nc} = \frac{750.14W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-23)$$

$$I_{nc} = 4.26 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-24)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.32 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 3, TD-3

$$I_{nc} = \frac{319.33W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-25)$$

$$I_{nc} = 1.81 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-26)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 2.26 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 4, TD-3

$$I_{nc} = \frac{750.14W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-27)$$

$$I_{nc} = 4.26 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-28)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.32 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 5, TD-3

$$I_{nc} = \frac{750.14W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-29)$$

$$I_{nc} = 4.26 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-30)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.32 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 6, TD-3

$$I_{nc} = \frac{750.14W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-31)$$

$$I_{nc} = 4.26 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-32)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.32 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 1, TD-4

$$I_{nc} = \frac{114.94W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-33)$$

$$I_{nc} = 0.65A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-34)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 0.81 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 2, TD-4

$$I_{nc} = \frac{114.94W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-35)$$

$$I_{nc} = 0.65 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-36)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 0.81A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 1, TD-5

$$I_{nc} = \frac{1267.16W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-37)$$

$$I_{nc} = 2.40 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-38)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 3.00 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 2, TD-5

$$I_{nc} = \frac{1267.16W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-39)$$

$$I_{nc} = 2.40 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-40)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 3.00 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 3, TD-5

$$I_{nc} = \frac{1267.16W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-41)$$

$$I_{nc} = 2.40 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-42)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 3.00 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 4, TD-5

$$I_{nc} = \frac{1036.76W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-43)$$

$$I_{nc} = 1.96A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-44)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 2.46 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 5, TD-5

$$I_{nc} = \frac{921.57W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-45)$$

$$I_{nc} = 1.75A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-46)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 2.18 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 1, TD-6

$$I_{nc} = \frac{1728.45W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-47)$$

$$I_{nc} = 3.28A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-48)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 4.10 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 2, TD-6

$$I_{nc} = \frac{1728.45W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-49)$$

$$I_{nc} = 3.28 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-50)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 4.10A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 3, TD-6

$$I_{nc} = \frac{1728.45W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-51)$$

$$I_{nc} = 3.28 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-52)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 4.10 \text{ A}$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 4, TD-6

$$I_{nc} = \frac{1728.45W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-53)$$

$$I_{nc} = 3.28A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-54)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 4.10 \text{ A}$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 5, TD-6

$$I_{nc} = \frac{1728.45W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-55)$$

$$I_{nc} = 3.28A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-56)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 4.10 \text{ A}$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 6, TD-6

$$I_{nc} = \frac{1728.45W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-57)$$

$$I_{nc} = 3.28A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-58)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 4.10 \text{ A}$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 7, TD-6

$$I_{nc} = \frac{1728.45W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-59)$$

$$I_{nc} = 3.28 \text{ A}$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-60)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 4.10 \text{ A}$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 8, TD-6

$$I_{nc} = \frac{1728.45W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-61)$$

$$I_{nc} = 3.28A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-62)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 4.10 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 9, TD-6

$$I_{nc} = \frac{1728.45W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-63)$$

$$I_{nc} = 3.28A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-64)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 4.10 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 10, TD-6

$$I_{nc} = \frac{1728.45W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-65)$$

$$I_{nc} = 3.28A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-66)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 4.10 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 1, TD-7

$$I_{nc} = \frac{1727.06W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-67)$$

$$I_{nc} = 3.28A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-68)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 4.10 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 2, TD-7

$$I_{nc} = \frac{1295.29W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-69)$$

$$I_{nc} = 2.45 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-70)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 3.07A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 3, TD-7

$$I_{nc} = \frac{1295.29W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-71)$$

$$I_{nc} = 2.45 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-72)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 3.07 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 1, TD-8

$$I_{nc} = \frac{359.93W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-73)$$

$$I_{nc} = 2.04A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-74)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 2.55 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 2, TD-8

$$I_{nc} = \frac{359.93W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-75)$$

$$I_{nc} = 2.04 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-76)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 2.55A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 3, TD-8

$$I_{nc} = \frac{479.91W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-77)$$

$$I_{nc} = 2.72 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-78)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 3.40 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 1, TD-9

$$I_{nc} = \frac{359.93W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-79)$$

$$I_{nc} = 2.04A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-80)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 2.55 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 2, TD-9

$$I_{nc} = \frac{359.93W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-81)$$

$$I_{nc} = 2.04 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-82)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 2.55 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 3, TD-9

$$I_{nc} = \frac{359.93W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-83)$$

$$I_{nc} = 2.04 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-84)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 2.55 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 1, TD-10

$$I_{nc} = \frac{362.02W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-85)$$

$$I_{nc} = 2.05 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-86)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 2.57 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 2, TD-10

$$I_{nc} = \frac{666.03W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-87)$$

$$I_{nc} = 3.78 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-88)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 4.73 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 3, TD-10

$$I_{nc} = \frac{724.05W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-89)$$

$$I_{nc} = 4.11 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.14 A \quad 90)$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 1, TD-11

$$I_{nc} = \frac{23.87W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-$$

$$I_{nc} = 0.13A \quad 91)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-$$

$$I_{d \text{ ño}} = 0.16 A \quad 92)$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 2, TD-11

$$I_{nc} = \frac{23.87W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-$$

$$I_{nc} = 0.13 A \quad 93)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-$$

$$I_{d \text{ ño}} = 0.16A \quad 94)$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 1, TD-12

$$I_{nc} = \frac{1008.15W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-$$

$$I_{nc} = 1.91A \quad 95)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-$$

$$I_{d \text{ ño}} = 2.39 A \quad 96)$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 2, TD-12

$$I_{nc} = \frac{1584.24W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-$$

$$I_{nc} = 3.00 A \quad 97)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-$$

$$I_{d \text{ ño}} = 3.76A \quad 98)$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 3, TD-12

$$I_{nc} = \frac{1008.15W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-99)$$

$$I_{nc} = 1.91 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-$$

$$I_{d \text{ ño}} = 2.39 A \quad 100)$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 1, TD-13

$$I_{nc} = \frac{599.97W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-101)$$

$$I_{nc} = 1.13A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-102)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.42 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 2, TD-13

$$I_{nc} = \frac{599.97W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-103)$$

$$I_{nc} = 1.13 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-104)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.42A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 1, TD-14

$$I_{nc} = \frac{749.42W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-105)$$

$$I_{nc} = 4.25A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-106)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.32 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 2, TD-14

$$I_{nc} = \frac{749.42W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-107)$$

$$I_{nc} = 4.25 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-108)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.32A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 3, TD-14

$$I_{nc} = \frac{749.42W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-109)$$

$$I_{nc} = 4.25 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-110)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.32 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 4, TD-14

$$I_{nc} = \frac{749.42W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-111)$$

$$I_{nc} = 4.25A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-112)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.32 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 5, TD-14

$$I_{nc} = \frac{749.42W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-113)$$

$$I_{nc} = 4.25A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-114)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.32 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 6, TD-14

$$I_{nc} = \frac{749.42W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-115)$$

$$I_{nc} = 4.25A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-116)$$

$$I_{d \text{ ño}} = 5.32 A$$

- Cálculo de la corriente para el Circuito 7, TD-14

$$I_{nc} = \frac{749.42W}{1 \cdot 220V \cdot 0.8} \quad (3.1.13-117)$$

$$I_{nc} = 4.25 A$$

$$I_{d \text{ ño}} = 1.25 \cdot I_{nc} \quad (3.1.13-118)$$

$$I_d \text{ ño} = 5.32 A$$

Tabla 43

Valores para circuito.

Punto	N. Lum.	PSP	Sum. PSP	F. D.	Pef	Ptotal	I	
	N							
	EQUIPOS	W	W		W	W	Amp	
TG	0		384384	1.25	480480	480480	866.89	
TD1	1		9599	1.25	11998.75	11998.75	57.96	
CIRCUITO 1	1.1	13	75	975	1.25	1218.75	1,219	5.89
CIRCUITO 2	1.2	11	75	825	1.25	1031.25	1,031	4.98
CIRCUITO 3	1.3	11	75	825	1.25	1031.25	1,031	4.98
CIRCUITO 4	1.4	8	75	600	1.25	750	750	3.62
CIRCUITO 5	1.5	8	75	600	1.25	750	750	3.62
CIRCUITO 6	1.6	1	1352	1352	1.25	1690	1,690	8.16
CIRCUITO 7	1.7	1	2804	2804	1.25	3505	3,505	16.93
CIRCUITO 8	1.8	1	1268	1268	1.25	1585	1,585	7.66
CIRCUITO 9	1.9	1	350	350	1.25	437.5	438	2.11
TD2	2		13637	1.25	17,046	17,046	82.35	
CIRCUITO 1	2.1	10	75	750	1.25	938	750	3.62
CIRCUITO 2	2.2	11	75	825	1.25	1,031	825	3.99
CIRCUITO 3	2.3	12	75	900	1.25	1,125	900	4.35
CIRCUITO 4	2.4	8	75	600	1.25	750	600	2.90
CIRCUITO 5	2.5	10	75	750	1.25	938	750	3.62
CIRCUITO 6	2.6	1	2036	2036	1.25	2,545	2,036	9.84
CIRCUITO 7	2.7	1	2428	2428	1.25	3,035	2,428	11.73
CIRCUITO 8	2.8	1	5348	5348	1.25	6,685	5,348	25.84
TD3	3		14006	1.25	17,508	17,508	84.58	
CIRCUITO 1	3.1	10	75	750	1.25	938	750	3.62
CIRCUITO 2	3.2	10	75	750	1.25	938	750	3.62
CIRCUITO 3	3.3	4	75	300	1.25	375	300	1.45
CIRCUITO 4	3.4	10	75	750	1.25	938	750	3.62
CIRCUITO 5	3.5	10	75	750	1.25	938	750	3.62
CIRCUITO 6	3.6	10	75	750	1.25	938	750	3.62
CIRCUITO 7	3.7	1	3438	3438	1.25	4,298	3,438	16.61
CIRCUITO 8	3.8	1	3080	3080	1.25	3,850	3,080	14.88
CIRCUITO 9	3.9	1	3438	3438	1.25	4,298	3,438	16.61
TD4	4		692	1.25	865	865	4.18	
CIRCUITO 1	4.1	2	75	150	1.25	188	150	0.72
CIRCUITO 2	4.2	2	75	150	1.25	188	150	0.72

CIRCUITO 3	4.3	1	392	392	1.25	490	392	1.89
TD5	5			51250	1.25	64,063	64,063	115.58
CIRCUITO 1	5.1	8	150	1200	1.25	1,500	1,200	2.17
CIRCUITO 2	5.2	8	150	1200	1.25	1,500	1,200	2.17
CIRCUITO 3	5.3	8	150	1200	1.25	1,500	1,200	2.17
CIRCUITO 4	5.4	7	150	1050	1.25	1,313	1,050	1.89
CIRCUITO 5	5.5	6	150	900	1.25	1,125	900	1.62
CIRCUITO 6	5.6	1	23100	23100	1.25	28,875	23,100	41.68
CIRCUITO 7	5.7	1	22600	22600	1.25	28,250	22,600	40.78
TD6	6			190188	1.25	237,735	237,735	428.93
CIRCUITO 1	6.01	12	150	1800	1.25	2,250	1,800	3.25
CIRCUITO 2	6.2	12	150	1800	1.25	2,250	1,800	3.25
CIRCUITO 3	6.3	12	150	1800	1.25	2,250	1,800	3.25
CIRCUITO 4	6.4	12	150	1800	1.25	2,250	1,800	3.25
CIRCUITO 5	6.5	12	150	1800	1.25	2,250	1,800	3.25
CIRCUITO 6	6.6	12	150	1800	1.25	2,250	1,800	3.25
CIRCUITO 7	6.7	12	150	1800	1.25	2,250	1,800	3.25
CIRCUITO 8	6.8	12	150	1800	1.25	2,250	1,800	3.25
CIRCUITO 9	6.9	12	150	1800	1.25	2,250	1,800	3.25
CIRCUITO 10	6.1	12	150	1800	1.25	2,250	1,800	3.25
CIRCUITO 11	6.11	1	60938	60938	1.25	76,173	60,938	109.95
CIRCUITO 12	6.12	1	58250	58250	1.25	72,813	58,250	105.10
CIRCUITO 13	6.13	1	53000	53000	1.25	66,250	53,000	95.62
TD7	7			45750	1.25	57,188	57,188	103.18
CIRCUITO 1	7.1	12	150	1800	1.25	2,250	1,800	3.25
CIRCUITO 2	7.2	9	150	1350	1.25	1,688	1,350	2.44
CIRCUITO 3	7.3	9	150	1350	1.25	1,688	1,350	2.44
CIRCUITO 4	7.4	1	41250	41250	1.25	51,563	41,250	74.42
TD8	8			6892	1.25	8,615	8,615	41.62
CIRCUITO 1	8.1	7	50	350	1.25	438	350	1.69
CIRCUITO 2	8.2	7	50	350	1.25	438	350	1.69
CIRCUITO 3	8.3	10	50	500	1.25	625	500	2.42
CIRCUITO 4	8.4	1	1400	1400	1.25	1,750	1,400	6.76
CIRCUITO 5	8.5	1	1092	1092	1.25	1,365	1,092	5.28
CIRCUITO 6	8.6	1	3200	3200	1.25	4,000	3,200	15.46
TD9	9			3050	1.25	3,813	3,813	18.42
CIRCUITO 1	9.1	7	50	350	1.25	438	350	1.69
CIRCUITO 2	9.2	7	50	350	1.25	438	350	1.69
CIRCUITO 3	9.3	7	50	350	1.25	438	350	1.69
CIRCUITO 4	9.4	1	2000	2000	1.25	2,500	2,000	9.66
TD10	10			1700	1.25	2,125	2,125	10.27
CIRCUITO 1	10.1	7	50	350	1.25	438	350	1.69

CIRCUITO 2	10.2	13	50	650	1.25	813	650	3.14
CIRCUITO 3	10.3	14	50	700	1.25	875	700	3.38
TD11	11			560	1.25	700	700	3.38
CIRCUITO 1	11.1	1	30	30	1.25	38	30	0.14
CIRCUITO 2	11.2	1	30	30	1.25	38	30	0.14
CIRCUITO 3	11.3	1	500	500	1.25	625	500	2.42
TD12	12			10500	1.25	13,125	13,125	23.68
CIRCUITO 1	12.1	7	150	1050	1.25	1,313	1,313	2.37
CIRCUITO 2	12.2	11	150	1650	1.25	2,063	2,063	3.72
CIRCUITO 3	12.3	7	150	1050	1.25	1,313	1,313	2.37
CIRCUITO 4	12.4	1	6750	6750	1.25	8,438	8,438	15.22
TD13	13			32240	1.25	40,300	40,300	72.71
CIRCUITO 1	13.1	12	50	600	1.25	750	600	1.08
CIRCUITO 2	13.2	12	50	600	1.25	750	600	1.08
CIRCUITO 3	13.3	1	31040	31040	1.25	38,800	31,040	56.00
TD14	14			4320	1.25	5,400	5,400	26.09
CIRCUITO 1	14.1	12	60	720	1.25	900	720	3.48
CIRCUITO 2	14.2	12	60	720	1.25	900	720	3.48
CIRCUITO 3	14.3	12	60	720	1.25	900	720	3.48
CIRCUITO 4	14.4	12	60	720	1.25	900	720	3.48
CIRCUITO 5	14.5	12	60	720	1.25	900	720	3.48
CIRCUITO 6	14.6	12	60	720	1.25	900	720	3.48
CIRCUITO 7	14.7	12	60	720	1.25	900	720	3.48

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenidos los valores de corriente de diseño de cada circuito, procedemos a utilizar la tabla de conductores THW 75°C, los valores serán mostrados al finalizar los cálculos de los circuitos derivados.

2.18.13 Caída de Tensión de Tablero de Distribución a los Circuitos de las Cargas

Para el presente estudio de caída de tensión en el último punto de conexión se considera las caídas de tensión ya determinadas anteriormente, como son la caída del transformador a tablero general y tablero general hasta el tablero de distribución.

- **Tablero De Distribución 1 A Puntos De Utilización**

Se realiza el cálculo de caída de tensión en los circuitos del tablero de distribución 01, se suma la caída de tensión del transformador hasta el tablero de distribución 01.

Tabla 44

Distribución 1.

	Punto	Sum. PSP	F. D.	Pef	Ptotal	I	S	Sistema	k	L	ΔV	Sum. ΔV	%ΔV
		W		W	W	Amp	mm2			m	Volt	Volt	
TG	0	384384	1.25	480480	480480	866.89	500	3	0.18360	5.00	0.80	0.80	0.20
TD1	1	9599	1.25	11998.75	11998.75	57.96	50	1	0.66926	29.20	1.13	1.93	0.84
CIRCUITO 1	1.1	975	1.25	1218.75	1,219	5.89	2.5	1	13.49666	34.24	2.72	4.65	2.02
CIRCUITO 2	1.2	825	1.25	1031.25	1,031	4.98	2.5	1	13.49666	25.66	1.73	3.65	1.59
CIRCUITO 3	1.3	825	1.25	1031.25	1,031	4.98	4.0	1	8.44882	41.75	1.76	3.69	1.60
CIRCUITO 4	1.4	600	1.25	750	750	3.62	2.5	1	13.49666	38.69	1.89	3.82	1.66
CIRCUITO 5	1.5	600	1.25	750	750	3.62	2.5	1	13.49666	40.60	1.99	3.91	1.70
CIRCUITO 6	1.6	1352	1.25	1690	1,690	8.16	2.5	1	13.49666	21.58	2.38	4.31	1.87
CIRCUITO 7	1.7	2804	1.25	3505	3,505	16.93	6.0	1	5.68697	24.98	2.41	4.33	1.88
CIRCUITO 8	1.8	1268	1.25	1585	1,585	7.66	6.0	1	5.68697	48.44	2.11	4.04	1.76
CIRCUITO 9	1.9	350	1.25	437.5	438	2.11	2.5	1	13.49666	32.47	0.93	2.85	1.24

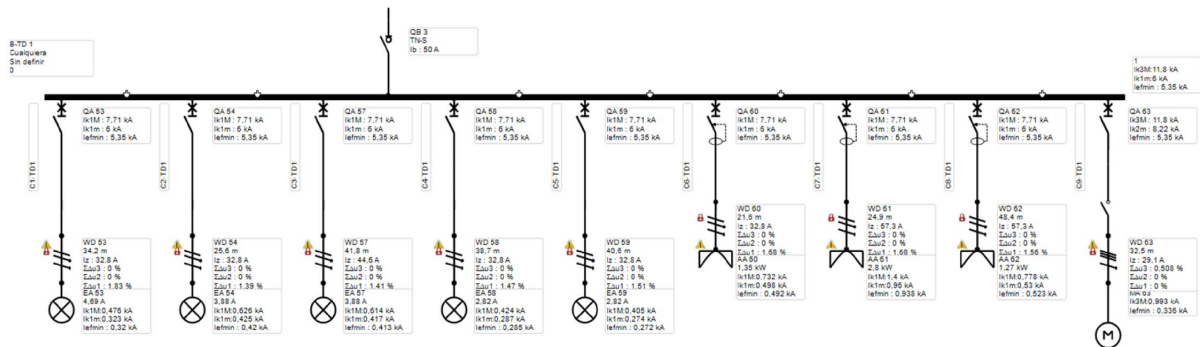
Nota. Fuente: Elaboración propia.



Para fines de comparar los datos de las caídas de tensión se realiza simulación en el software Ecodial.

Figura 33

Simulación de Distribución 1.

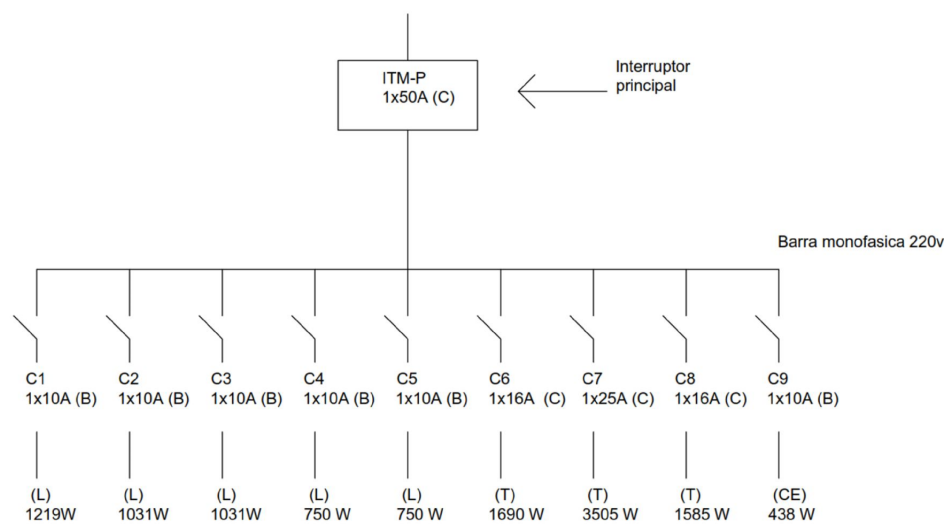


Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las caídas de tensión son menores que lo que se ha calculado manualmente y cumple con la normativa vigente $V \ll 5\%$.

Figura 34

Diagrama Unifilar TD-1.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

- **Tablero De Distribución 2 A Puntos De Utilización**

Se determina caída de tensión para todos circuitos del tablero de distribución 02.

Tabla 45

Distribución 2.

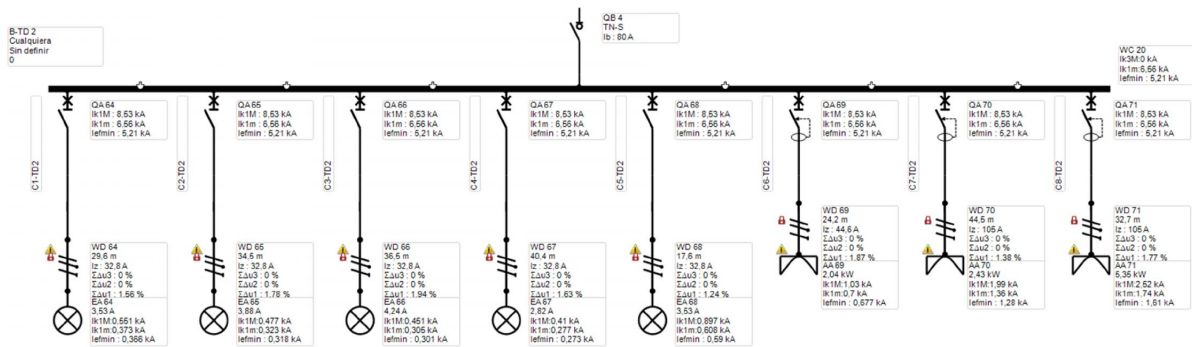
	Punto	Sum. PSP	F. D.	Pef	Ptotal	I	S	Sistema	k	L	ΔV	Sum. ΔV	%ΔV
		W		W	W	Amp	mm2			m	Volt	Volt	
TG	0	384384	1.25	480480	480480	868.89	500	3	0.18360	5.00	0.80	0.80	0.20
TD2	2	13637	1.25	17,046	17,046	82.35	70.0	1	0.59050	32.02	1.56	2.35	1.02
CIRCUITO 1	2.1	750	1.25	938	750	3.62	2.5	1	13.49666	29.65	1.45	3.80	1.65
CIRCUITO 2	2.2	825	1.25	1,031	825	3.99	2.5	1	13.49666	34.47	1.85	4.21	1.83
CIRCUITO 3	2.3	900	1.25	1,125	900	4.35	2.5	1	13.49666	36.53	2.14	4.50	1.96
CIRCUITO 4	2.4	600	1.25	750	600	2.90	2.5	1	13.49666	40.38	1.58	3.93	1.71
CIRCUITO 5	2.5	750	1.25	938	750	3.62	2.5	1	13.49666	17.61	0.86	3.21	1.40
CIRCUITO 6	2.6	2036	1.25	2,545	2,036	9.84	4.0	1	8.44882	24.15	2.01	4.36	1.90
CIRCUITO 7	2.7	2428	1.25	3,035	2,428	11.73	10.0	1	3.42651	44.51	1.79	4.14	1.80
CIRCUITO 8	2.8	5348	1.25	6,685	5,348	25.84	16.0	1	2.19466	32.72	1.86	4.21	1.83

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para fines de comparar los datos de las caídas de tensión se realiza simulación en el software Ecodial de los circuitos del tablero de distribución 02.

Figura 35

Simulación de Distribución 2.

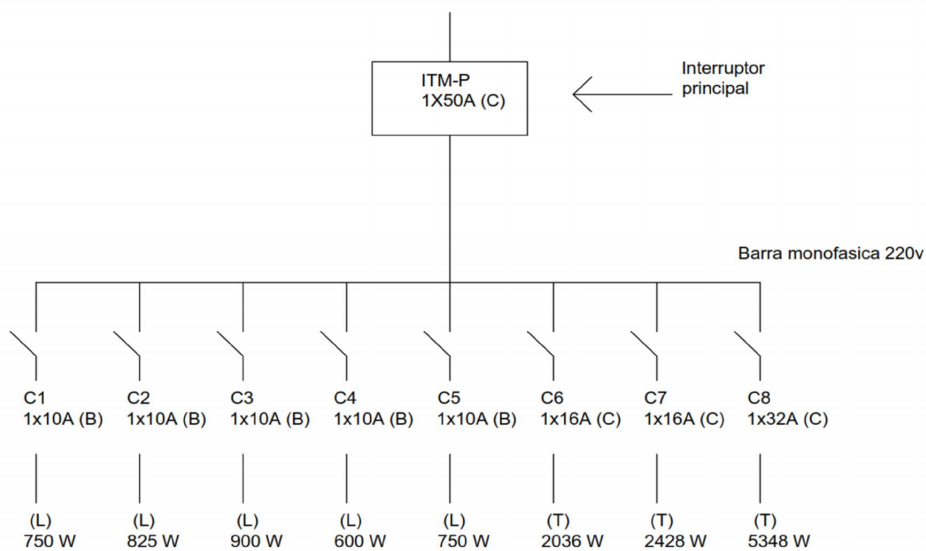


Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las caídas de tensión cumplen con las normativas vigentes.

Figura 36

Diagrama Unifilar TD-2.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

- **Tablero De Distribución 3 A Puntos De Utilización**

Se realiza cálculo de caída de tensión para todos los circuitos del tablero de distribución 03.

Tabla 46

Distribución 3.

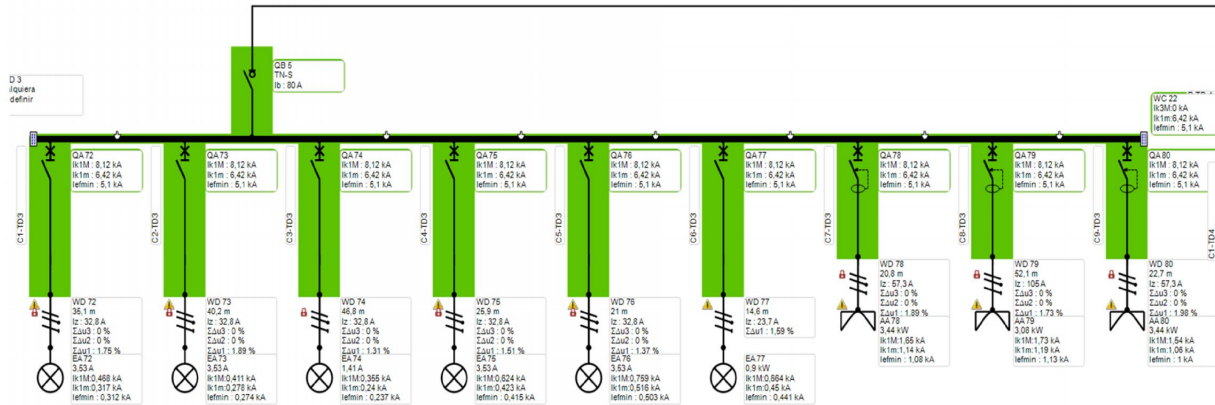
	Punto	Sum. PSP	F. D.	Pef	Ptotal	I	S	Sistema	k	L	ΔV	Sum. ΔV	%ΔV
		W		W	W	Amp	mm2			m	Volt	Volt	
TG	0	384384	1.25	480480	480480	866.89	500	3	0.18360	5.00	0.80	0.80	0.20
TD2	2	13637	1.25	17,046	17,046	82.35	70.0	1	0.59050	32.02	1.56	2.35	1.02
TD3	3	14006	1.25	17,508	17,508	84.58	70.0	1	0.59050	34.82	1.74	2.53	1.10
CIRCUITO 1	3.1	750	1.25	938	750	3.62	2.5	1	13.49666	35.06	1.71	4.25	1.85
CIRCUITO 2	3.2	750	1.25	938	750	3.62	2.5	1	13.49666	40.18	1.97	4.50	1.96
CIRCUITO 3	3.3	300	1.25	375	300	1.45	2.5	1	13.49666	46.80	0.92	3.45	1.50
CIRCUITO 4	3.4	750	1.25	938	750	3.62	2.5	1	13.49666	25.90	1.27	3.80	1.65
CIRCUITO 5	3.5	750	1.25	938	750	3.62	2.5	1	13.49666	20.99	1.03	3.56	1.55
CIRCUITO 6	3.6	750	1.25	938	750	3.62	2.5	1	13.49666	14.55	0.71	3.25	1.41
CIRCUITO 7	3.7	3438	1.25	4,298	3,438	16.61	6.0	1	5.68697	20.83	1.97	4.50	1.96
CIRCUITO 8	3.8	3080	1.25	3,850	3,080	14.88	16.0	1	2.19466	52.09	1.70	4.24	1.84
CIRCUITO 9	3.9	3438	1.25	4,298	3,438	16.61	6.0	1	5.68697	22.71	2.15	4.68	2.03

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se realiza una simulación del diagrama unifilar en el software Ecodial.

Figura 37

Simulación de Distribución 3.

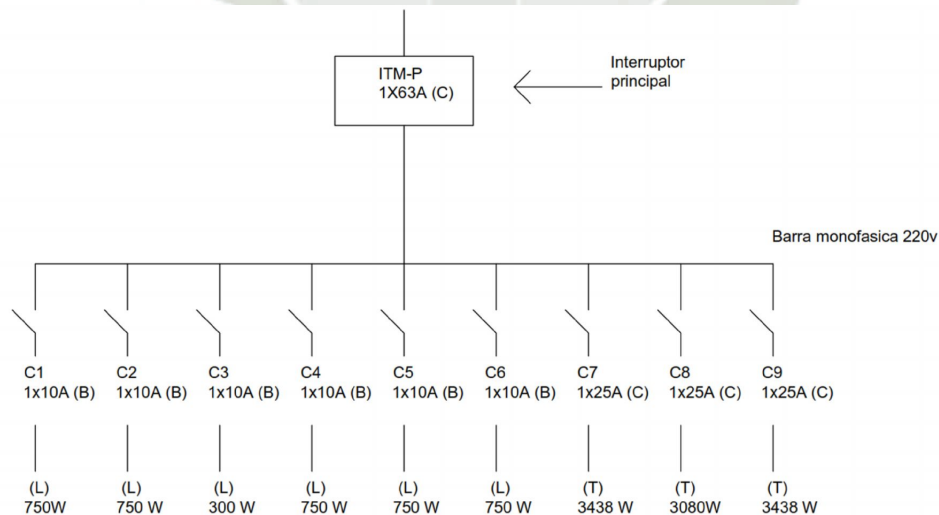


Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las caídas de tensión cumplen la normativa $\ll 5\%$.

Figura 38

Diagrama Unifilar TD-3.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

- **Tablero De Distribución 4 A Puntos De Utilización**

Se determina las caídas de tensión de todos los circuitos del TD 04.

Tabla 47

Distribución 4.

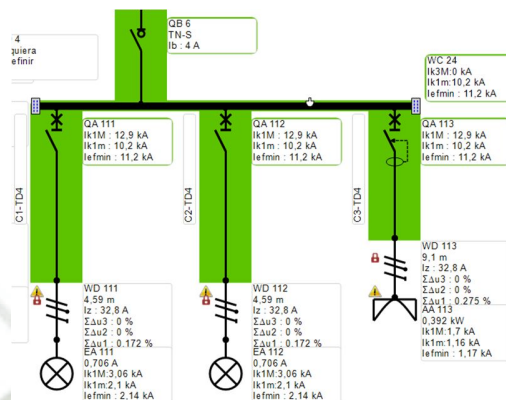
	Punto	Sum. PSP	F. D.	Pef	Ptotal	I	S	Sistema	k	L	ΔV	Sum. ΔV	%ΔV
		W		W	W	Amp	mm2			m	Volt	Volt	
TG	0	384384	1.25	480480	480480	866.89	500	3	0.18360	5.00	0.80	0.80	0.20
TD4	4	692	1.25	865	865	4.18	4.0	1	8.44882	1.00	0.04	0.83	0.36
CIRCUITO 1	4.1	150	1.25	188	150	0.72	2.5	1	13.49666	4.59	0.04	0.88	0.38
CIRCUITO 2	4.2	150	1.25	188	150	0.72	2.5	1	13.49666	4.59	0.04	0.88	0.38
CIRCUITO 3	4.3	392	1.25	490	392	1.89	2.5	1	13.49666	9.11	0.23	1.06	0.46

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para fines de comparar y comprobar las caídas de tensión se utiliza el software Ecodial para simular todos los circuitos.

Figura 39

Simulación de Distribución 4.

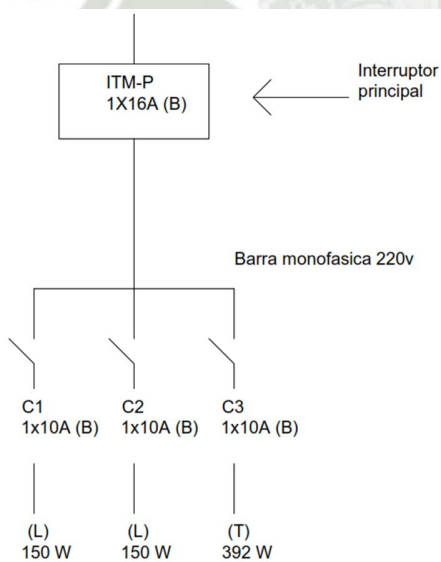


Nota. Fuente: Elaboración propia.

Cumple las normativas vigentes de caída de tensión en el último punto del circuito.

Figura 40

Diagrama Unifilar TD-4.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

- **Tablero De Distribución 5 A Puntos De Utilización**

Se realiza cálculo de caída tensión para los circuitos del tablero de distribución 05.

Tabla 48

Distribución 5.

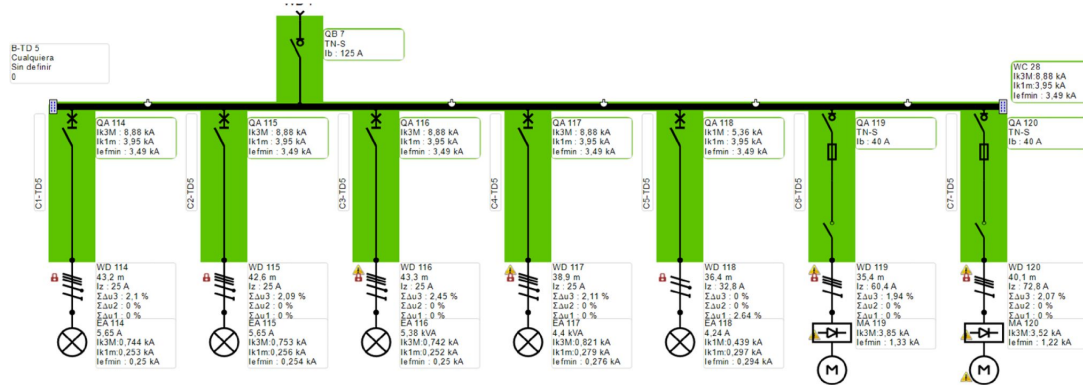
	Punto	Sum. PSP	F. D.	Pef	Ptotal	I	S	Sistema	k	L	ΔV	Sum. ΔV	%ΔV
		W		W	W	Amp	mm2			m	Volt	Volt	
TG	0	384384	1.25	480480	480480	866.89	500	3	0.18360	5.00	0.80	0.80	0.20
TDS	5	51250	1.25	64,063	64,063	115.58	50.0	3	0.66926	64.03	4.95	5.75	1.44
CIRCUITO 1	5.1	1200	1.25	1,500	1,200	2.17	2.5	3	10.45674	43.19	0.98	6.73	1.68
CIRCUITO 2	5.2	1200	1.25	1,500	1,200	2.17	2.5	3	10.45674	42.62	0.96	6.71	1.68
CIRCUITO 3	5.3	1200	1.25	1,500	1,200	2.17	2.5	3	10.45674	43.31	0.98	6.73	1.68
CIRCUITO 4	5.4	1050	1.25	1,313	1,050	1.89	2.5	3	10.45674	38.86	0.77	6.52	1.63
CIRCUITO 5	5.5	900	1.25	1,125	900	1.62	2.5	3	10.45674	36.37	0.62	6.37	1.59
CIRCUITO 6	5.6	23100	1.25	28,875	23,100	41.68	16.0	3	1.74210	35.40	2.57	8.32	2.08
CIRCUITO 7	5.7	22600	1.25	28,250	22,600	40.78	16.0	3	1.74210	40.11	2.85	8.60	2.15

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para fines comparar los cálculos realizados manualmente con algún software, se realiza una simulación en el programa Ecodial.

Figura 41

Simulación de Distribución 5.

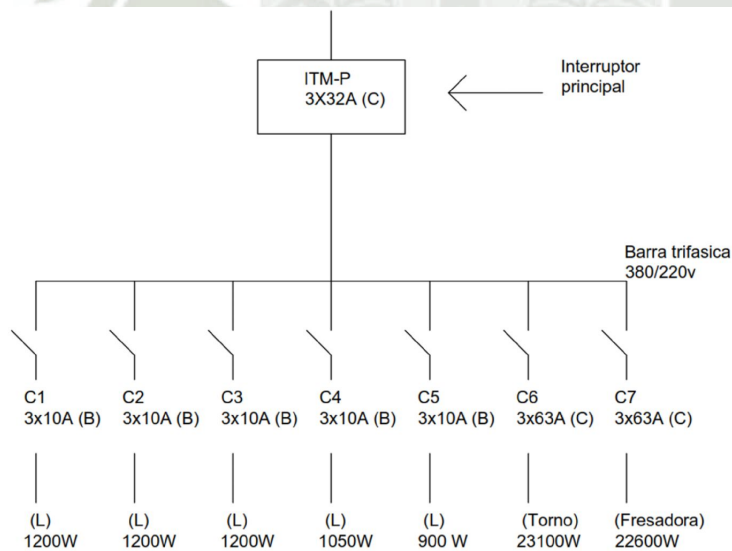


Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que los datos obtenidos cumplen la normativa vigente $\ll 5\%$.

Figura 42

Diagrama Unifilar TD-5.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

- **Tablero De Distribución 6 A Puntos De Utilización**

Se realiza cálculo de caída tensión para los circuitos del tablero de distribución 06.

Tabla 49

Distribución 6.

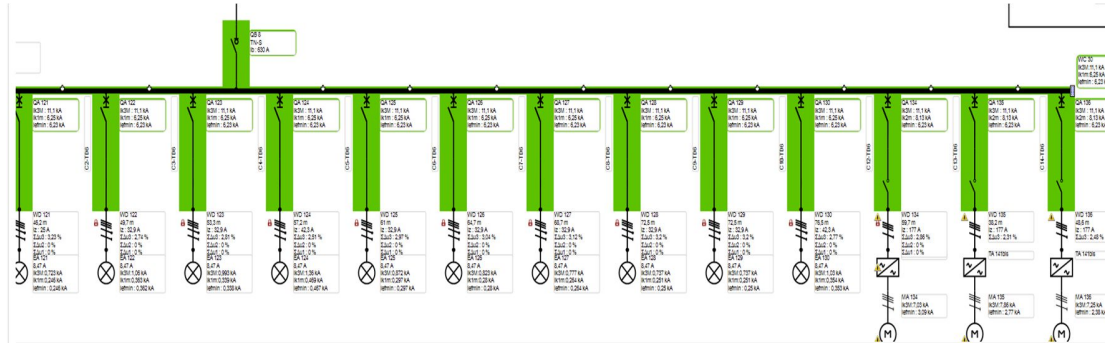
	Punto	Sum. PSP	F. D.	Pef	Ptotal	I	S	Sistema	k	L	ΔV	Sum. ΔV	%ΔV
		W		W	W	Amp	mm2			m	Volt	Volt	
TG	0	384384	1.25	480480	480480	866.89	500	3	0.18360	5.00	0.80	0.80	0.20
TD6	6	190188	1.25	237,735	237,735	428.93	400.0	3	0.18360	84.07	6.62	7.42	1.95
CIRCUITO 1	6.01	1800	1.25	2,250	1,800	3.25	2.5	3	10.45674	46.24	1.57	8.99	2.25
CIRCUITO 2	6.2	1800	1.25	2,250	1,800	3.25	2.5	3	10.45674	49.66	1.69	9.10	2.28
CIRCUITO 3	6.3	1800	1.25	2,250	1,800	3.25	2.5	3	10.45674	53.30	1.81	9.23	2.31
CIRCUITO 4	6.4	1800	1.25	2,250	1,800	3.25	2.5	3	10.45674	57.16	1.94	9.36	2.34
CIRCUITO 5	6.5	1800	1.25	2,250	1,800	3.25	2.5	3	10.45674	60.96	2.07	9.49	2.37
CIRCUITO 6	6.6	1800	1.25	2,250	1,800	3.25	2.5	3	10.45674	64.73	2.20	9.61	2.40
CIRCUITO 7	6.7	1800	1.25	2,250	1,800	3.25	2.5	3	10.45674	68.70	2.33	9.75	2.44
CIRCUITO 8	6.8	1800	1.25	2,250	1,800	3.25	2.5	3	10.45674	72.51	2.46	9.88	2.47
CIRCUITO 9	6.9	1800	1.25	2,250	1,800	3.25	2.5	3	10.45674	76.46	2.60	10.01	2.50
CIRCUITO 10	6.1	1800	1.25	2,250	1,800	3.25	2.5	3	10.45674	80.30	2.73	10.14	2.54
CIRCUITO 11	6.11	60938	1.25	76,173	60,938	109.95	50.0	3	0.66926	59.74	4.40	11.81	2.95
CIRCUITO 12	6.12	58250	1.25	72,813	58,250	105.10	35.0	3	0.86325	38.25	3.47	10.89	2.72
CIRCUITO 13	6.13	53000	1.25	66,250	53,000	95.62	35.0	3	0.86325	48.56	4.01	11.42	2.86

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para fines comparar los cálculos realizados manualmente con algún software, se realiza una simulación en el programa Ecodial.

Figura 43

Simulación de Distribución 6.

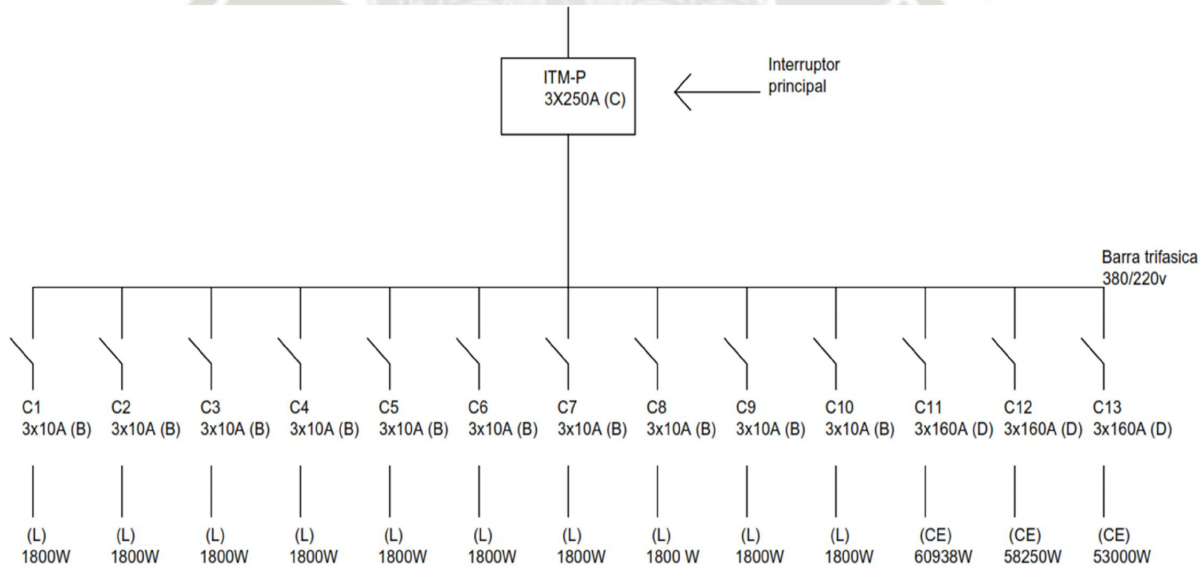


Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las caídas de tensión cumplen con la normativa de que la caída de tensión sea menor al 5 % como máximo.

Figura 44

Diagrama Unifilar TD-6.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

- **Tablero De Distribución 7 A Puntos De Utilización**

Se realiza cálculo de caída tensión para los circuitos del tablero de distribución 07.

Tabla 50

Distribución 7.

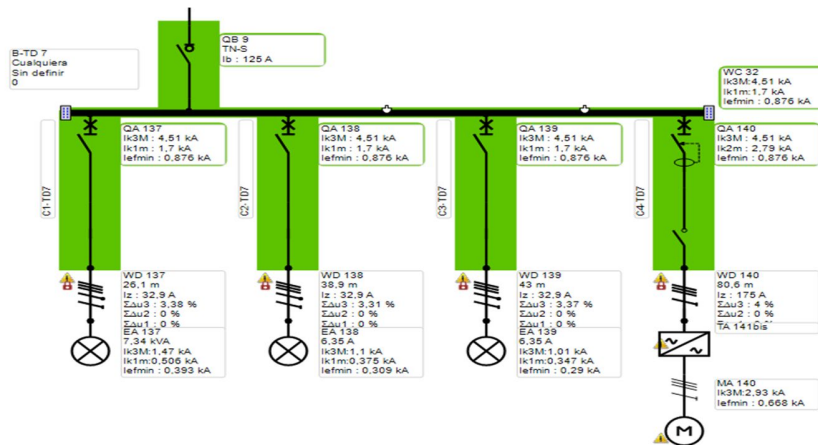
	Punto	Sum. PSP	F. D.	Pef	Ptotal	I	S	Sistema	k	L	ΔV	Sum. ΔV	%ΔV
		W		W	W	Amp	mm2			m	Volt	Volt	
TG	0	384384	1.25	480480	480480	866.89	500	3	0.18360	5.00	0.80	0.80	0.20
TD7	7	45750	1.25	57,188	57,188	103.18	50.0	3	0.66926	124.16	8.57	9.37	2.34
CIRCUITO 1	7.1	1800	1.25	2,250	1,800	3.25	2.5	3	10.45674	26.07	0.89	10.25	2.56
CIRCUITO 2	7.2	1350	1.25	1,688	1,350	2.44	2.5	3	10.45674	38.86	0.99	10.36	2.59
CIRCUITO 3	7.3	1350	1.25	1,688	1,350	2.44	2.5	3	10.45674	42.95	1.09	10.46	2.62
CIRCUITO 4	7.4	41250	1.25	51,563	41,250	74.42	50.0	3	0.66926	80.65	4.02	13.39	3.35

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para fines comparar los cálculos realizados manualmente con algún software, se realiza una simulación en el programa Ecodial.

Figura 45

Simulación de Distribución 7.

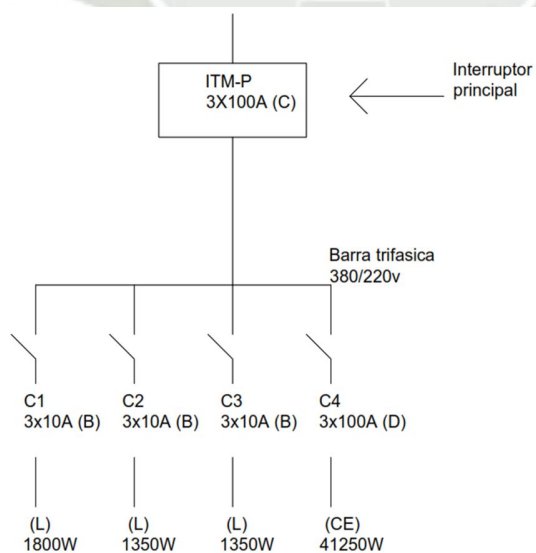


Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las caídas de tensión cumplen con la normativa de que la caída de tensión sea menor al 5 % como máximo.

Figura 46

Diagrama Unifilar TD-7.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

- **Tablero De Distribución 8 A Puntos De Utilización**

Se realiza cálculo de caída tensión para los circuitos del tablero de distribución 08.

Tabla 51

Distribución 8.

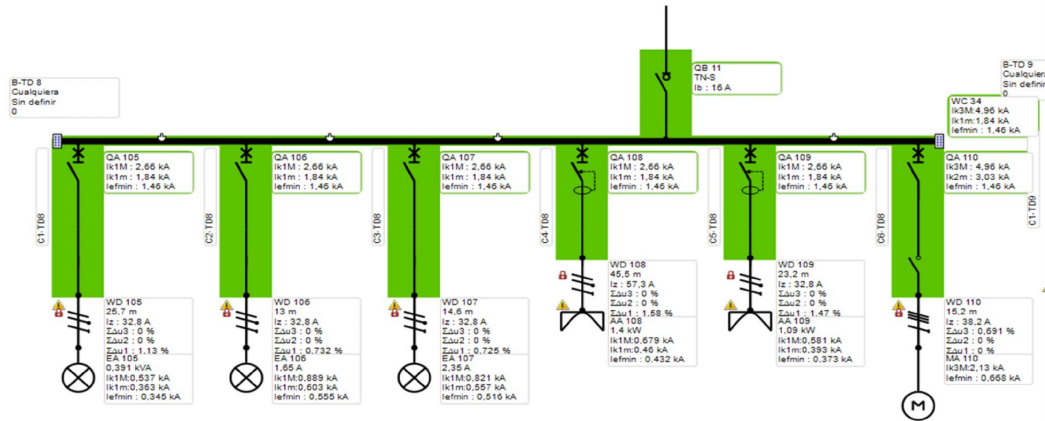
	Punto	Sum. PSP	F. D.	Pef	Ptotal	I	S	Sistema	k	L	ΔV	Sum. ΔV	%ΔV
		W		W	W	Amp	mm2			m	Volt	Volt	
TG	0	384384	1.25	480480	480480	866.89	500	3	0.18360	5.00	0.80	0.80	0.20
TD8	8	6892	1.25	8,615	8,615	41.62	25.0	1	1.42891	58.88	3.50	4.30	1.87
CIRCUITO 1	8.1	350	1.25	438	350	1.69	2.5	1	13.49666	25.69	0.59	4.88	2.12
CIRCUITO 2	8.2	350	1.25	438	350	1.69	2.5	1	13.49666	13.07	0.30	4.60	2.00
CIRCUITO 3	8.3	500	1.25	625	500	2.42	2.5	1	13.49666	14.61	0.48	4.77	2.08
CIRCUITO 4	8.4	1400	1.25	1,750	1,400	6.76	6.0	1	5.68697	45.46	1.75	6.05	2.63
CIRCUITO 5	8.5	1092	1.25	1,365	1,092	5.28	2.5	1	13.49666	23.24	1.65	5.95	2.59
CIRCUITO 6	8.6	3200	1.25	4,000	3,200	15.46	4.0	1	8.44882	15.16	1.98	6.28	2.73

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para fines comparar los cálculos realizados manualmente de debe comparar con algún software, se realiza una simulación en el programa Ecodial.

Figura 47

Simulación de Distribución 8.

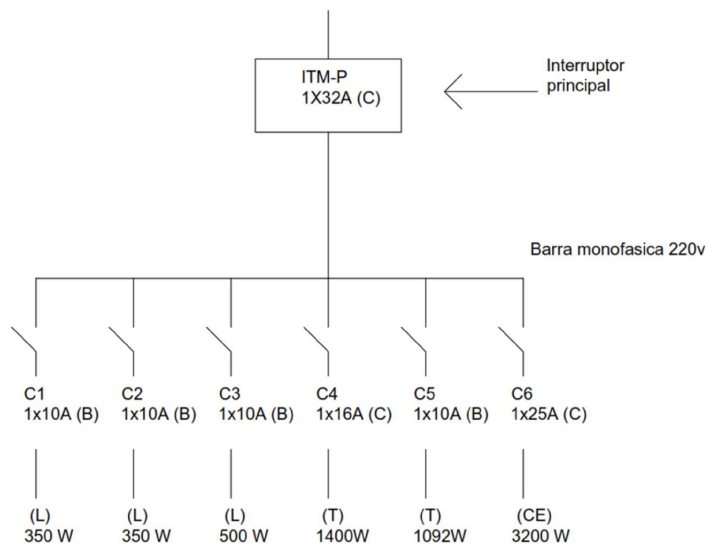


Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las caídas de tensión cumplen con la normativa de que la caída de tensión sea menor al 5 % como máximo.

Figura 48

Diagrama Unifilar TD-8.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

- **Tablero De Distribución 9 A Puntos De Utilización**

Se realiza cálculo de caída tensión para los circuitos del tablero de distribución 09.

Tabla 52

Distribución 9.

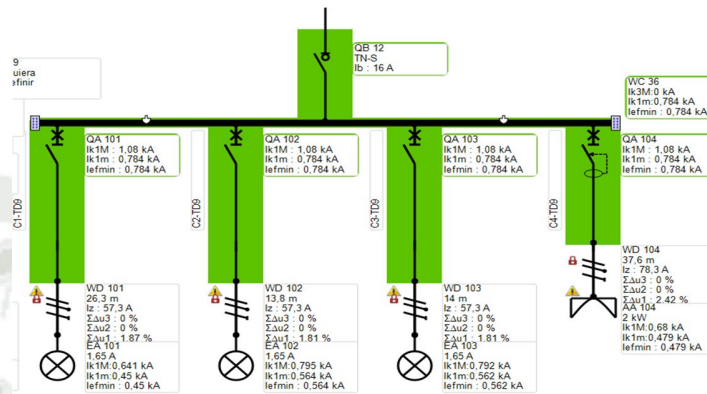
	Punto	Sum. PSP	F. D.	Pef	Ptotal	I	S	Sistema	k	L	ΔV	Sum. ΔV	%ΔV
		W		W	W	Amp	mm2			m	Volt	Volt	
TG	0	384384	1.25	480480	480480	866.89	500	3	0.18360	5.00	0.80	0.80	0.20
TD9	9	3050	1.25	3,813	3,813	18.42	10.0	1	3.42651	61.68	3.89	4.69	2.04
CIRCUITO 1	9.1	350	1.25	438	350	1.69	2.5	1	13.49666	26.31	0.60	5.29	2.30
CIRCUITO 2	9.2	350	1.25	438	350	1.69	2.5	1	13.49666	13.83	0.32	5.00	2.18
CIRCUITO 3	9.3	350	1.25	438	350	1.69	2.5	1	13.49666	14.03	0.32	5.01	2.18
CIRCUITO 4	9.4	2000	1.25	2,500	2,000	9.66	6.0	1	5.68697	37.59	2.07	6.75	2.94

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para fines comparar los cálculos realizados manualmente de debe comparar con algún software, se realiza una simulación en el programa Ecodial.

Figura 49

Simulación de Distribución 9.

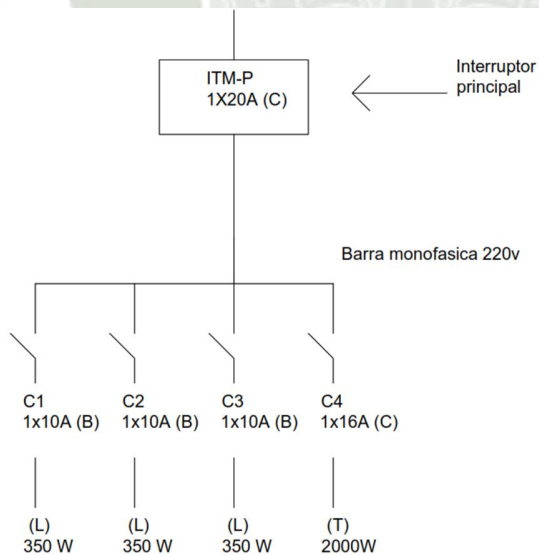


Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las caídas de tensión cumplen con la normativa de que la caída de tensión sea menor al 5 % como máximo.

Figura 50

Diagrama Unifilar TD-9.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

- **Tablero De Distribución 10 A Puntos De Utilización**

Se realiza cálculo de caída tensión para los circuitos del tablero de distribución 10.

Tabla 53

Distribución 10.

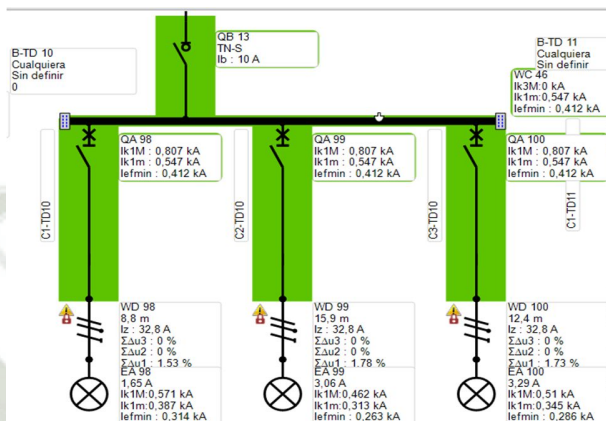
	Punto	Sum. PSP	F. D.	Pef	Ptotal	I	S	Sistema	k	L	ΔV	Sum. ΔV	$\% \Delta V$
		W		W	W	Amp	mm ²			m	Volt	Volt	
TG	0	384384	1.25	480480	480480	866.89	500	3	0.18360	5.00	0.80	0.80	0.20
TD10	10	1700	1.25	2,125	2,125	10.27	10.0	1	3.42651	83.35	2.93	3.73	1.62
CIRCUITO 1	10.1	350	1.25	438	350	1.69	2.5	1	13.49666	8.76	0.20	3.93	1.71
CIRCUITO 2	10.2	650	1.25	813	650	3.14	2.5	1	13.49666	15.90	0.67	4.40	1.91
CIRCUITO 3	10.3	700	1.25	875	700	3.38	2.5	1	13.49666	12.44	0.57	4.30	1.87

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para fines comparar los cálculos realizados manualmente de debe comparar con algún software, se realiza una simulación en el programa Ecodial.

Figura 51

Simulación de Distribución 10.

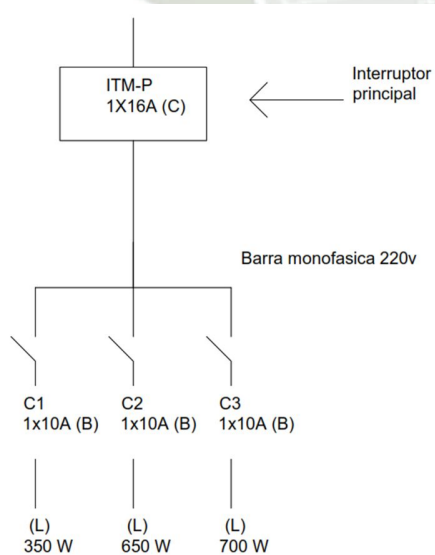


Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las caídas de tensión cumplen con la normativa de que la caída de tensión sea menor al 5 % como máximo.

Figura 52

Diagrama Unifilar TD-10.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

- **Tablero De Distribución 11 A Puntos De Utilización**

Se realiza cálculo de caída tensión para los circuitos del tablero de distribución 11.

Tabla 54

Distribución 11.

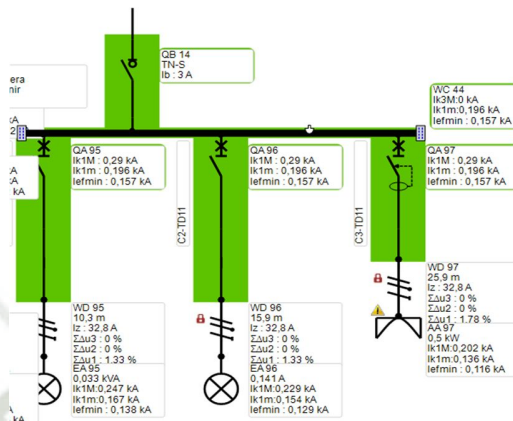
	Punto	Sum. PSP	F. D.	Peñ	Ptotal	I	S	Sistema	k	L	ΔV	Sum. ΔV	%ΔV
		W		W	W	Amp	mm2			m	Volt	Volt	
TG	0	384384	1.25	480480	480480	866.89	500	3	0.18360	5.00	0.80	0.80	0.20
TD11	11	560	1.25	700	700	3.38	6.0	1	5.68697	141.04	2.71	3.51	1.53
CIRCUITO 1	11.1	30	1.25	38	30	0.14	2.5	1	13.49666	10.32	0.02	3.53	1.53
CIRCUITO 2	11.2	30	1.25	38	30	0.14	2.5	1	13.49666	15.86	0.03	3.54	1.54
CIRCUITO 3	11.3	500	1.25	625	500	2.42	2.5	1	13.49666	25.86	0.84	4.35	1.89

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para fines comparar los cálculos realizados manualmente de debe comparar con algún software, se realiza una simulación en el programa Ecodial.

Figura 53

Simulación de Distribución 11.

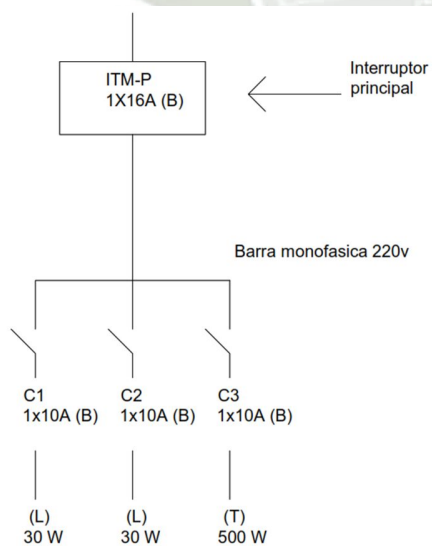


Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las caídas de tensión cumplen con la normativa de que la caída de tensión sea menor al 5 %.

Figura 54

Diagrama Unifilar TD-11.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

● **Tablero De Distribución 12 A Puntos De Utilización**

Se realiza cálculo de caída tensión para los circuitos del tablero de distribución 12.

Tabla 55

Distribución 12.

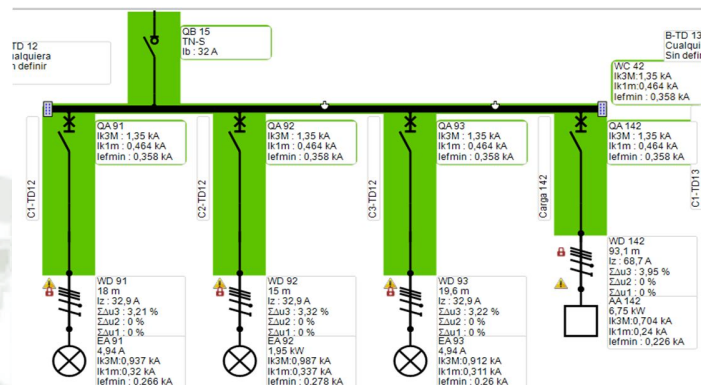
	Punto	Sum PSP	F. D	Pef	Ptotal	I	S	Sistema	k	L	ΔV	Sum ΔV	% ΔV
		W		W	W	Amp	mm2			m	Volt	Volt	
TG	0	384384	1.25	480480	480480	866.89	500	3	0.18360	5.00	0.80	0.80	0.20
TD12	12	10500	1.25	13.125	13.125	23.68	16.0	3	1.74210	157.41	6.49	7.29	1.82
CIRCUITO 1	12.1	1050	1.25	1.313	1.313	2.37	2.5	3	10.45674	18.09	0.45	7.74	1.93
CIRCUITO 2	12.2	1650	1.25	2.063	2.063	3.72	2.5	3	10.45674	15.00	0.58	7.87	1.97
CIRCUITO 3	12.3	1050	1.25	1.313	1.313	2.37	2.5	3	10.45674	19.61	0.49	7.78	1.94
CIRCUITO 4	12.4	6750	1.25	8.438	8.438	15.22	10.0	3	2.69369	93.09	3.82	11.11	2.78

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para fines comparar los cálculos realizados manualmente de debe comparar con algún software, se realiza una simulación en el programa Ecodial.

Figura 55

Simulación de Distribución 12.

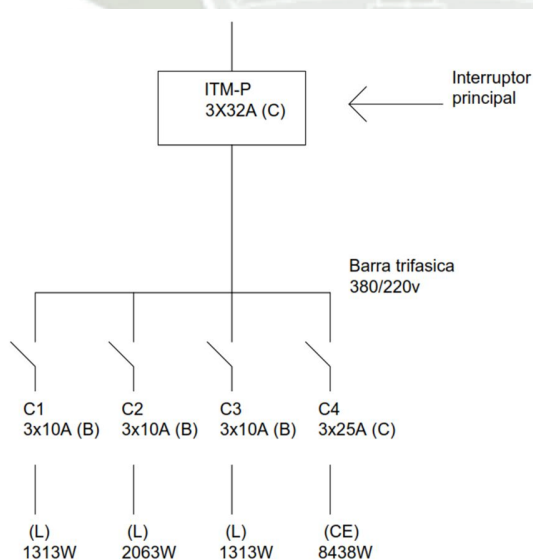


Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las caídas de tensión cumplen con la normativa de que la caída de tensión sea menor al 5 %.

Figura 56

Diagrama Unifilar TD-12.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

- **Tablero De Distribución 13 A Puntos De Utilización**

Se realiza cálculo de caída tensión para los circuitos del tablero de distribución 13.

Tabla 56

Distribución 13.

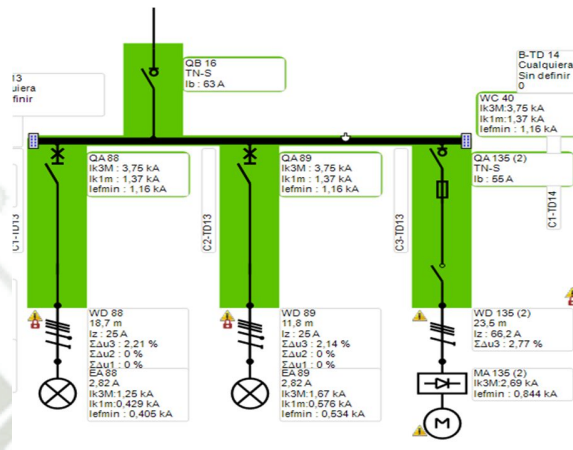
	Punto	Sum. PSP	F. D.	Pe _f	P _{total}	I	S	Sistema	k	L	ΔV	Sum. ΔV	%ΔV
		W		W	W	Amp	mm ²			m	Volt	Volt	
TG	0	384384	1.25	480480	480480	866.89	500	3	0.18360	5.00	0.80	0.80	0.20
TD13	13	32240	1.25	40,300	40,300	72.71	35.0	3	0.86325	111.78	7.02	7.81	1.95
CIRCUITO 1	13.1	600	1.25	750	600	1.08	2.5	3	10.45674	12.67	0.14	7.96	1.99
CIRCUITO 2	13.2	600	1.25	750	600	1.08	2.5	3	10.45674	11.75	0.13	7.94	1.99
CIRCUITO 3	13.3	31040	1.25	38,800	31,040	56.00	16.0	3	1.74210	23.52	2.29	10.11	2.53

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para fines comparar los cálculos realizados manualmente de debe comparar con algún software, se realiza una simulación en el programa Ecodial.

Figura 57

Simulación de Distribución 13.

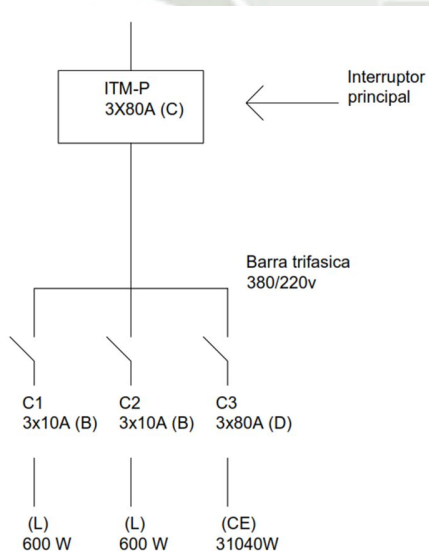


Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las caídas de tensión cumplen con la normativa de que la caída de tensión sea menor al 5 %.

Figura 58

Diagrama Unifilar TD-13.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

● **Tablero De Distribución 14 A Puntos De Utilización**

Se realiza cálculo de caída tensión para los circuitos del tablero de distribución 14.

Tabla 57

Distribución 14.

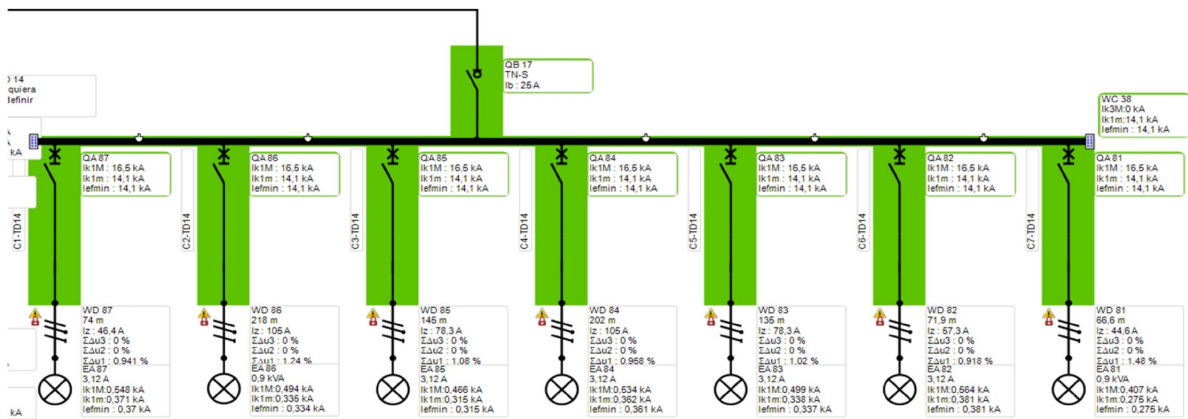
	Punto	Sum. PSP	F. D.	Pef	Ptotal	I	S	Sistema	k	L	ΔV	Sum. ΔV	%ΔV
		W		W	W	Amp	mm2			m	Volt	Volt	
TG	0	384384	1.25	480480	480480	866.89	500	3	0.18360	5.00	0.80	0.80	0.20
TD14	14	4320	1.25	5,400	5,400	26.09	35.0	1	1.05827	1.50	0.04	0.84	0.36
CIRCUITO 1	14.1	720	1.25	900	720	3.48	6.0	1	5.68697	74.00	1.46	2.30	1.00
CIRCUITO 2	14.2	720	1.25	900	720	3.48	16.0	1	2.19466	218.38	1.67	2.50	1.09
CIRCUITO 3	14.3	720	1.25	900	720	3.48	10.0	1	3.42651	145.19	1.73	2.57	1.12
CIRCUITO 4	14.4	720	1.25	900	720	3.48	16.0	1	2.19466	201.65	1.54	2.38	1.03
CIRCUITO 5	14.5	720	1.25	900	720	3.48	10.0	1	3.42651	135.44	1.61	2.45	1.07
CIRCUITO 6	14.6	720	1.25	900	720	3.48	6.0	1	5.68697	71.92	1.42	2.26	0.98
CIRCUITO 7	14.7	720	1.25	900	720	3.48	4.0	1	8.44882	66.64	1.96	2.80	1.22

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para fines comparar los cálculos realizados manualmente de debe comparar con algún software, se realiza una simulación en el programa Ecodial.

Figura 59

Simulación de Distribución 14.

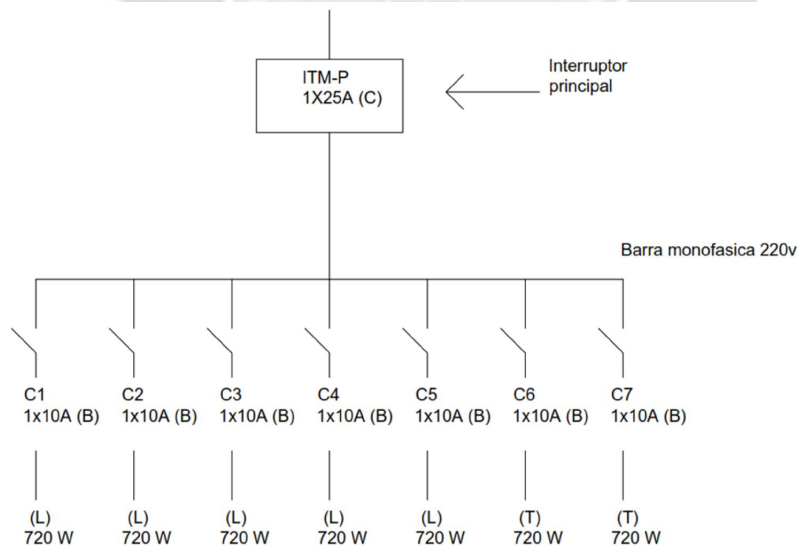


Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las caídas de tensión cumplen con la normativa de que la caída de tensión sea menor al 5 %.

Figura 60

Diagrama Unifilar TD-14.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.9 Sistema de protección - inspección del Sistema de Puesta a Tierra Existente

La planta de producción de PRODISE, cuenta actualmente con 3 pozos a tierra ubicados en diferentes partes de su terreno, todos los pozos a tierra tienen las mismas características, son pozos verticales.

Al momento de realizar las mediciones con el telurómetro, se observó que tienen valores de resistencia bajos, se realizó la consulta con el área eléctrica y afirmaron que se realizó mantenimiento a los pozos a tierra poco tiempo antes de realizar la inspección

Los pozos a tierra están compuestos de un electrodo de cobre en posición vertical, tierra cernida compacta y conductor de cobre con aislamiento de 10 mm².

El valor de la resistencia que deben tener los pozos a tierra según el Código Nacional de Electricidad – Utilización es menor o igual a 25 ohmios

2.18.14 Procedimiento de Inspección de las Puestas a Tierra

En la actualidad no se cuenta con un plano eléctrico al cual podamos recurrir para ubicar los pozos a tierra, por lo tanto, se tuvo que consultar su ubicación y a que tableros o circuitos sirven

Se inspecciono las condiciones físicas en las que se encontraban los pozos y se procedió a realizar la limpieza interna

Se observó que los pozos se encontraban en buenas condiciones y se procedió a realizar las mediciones de resistencia

Se realizó la desconexión del conductor de cobre con aislamiento ya que estas mediciones tienen que hacerse con el pozo a tierra desconectado del sistema

Se clavaron las estacas a las distancias recomendadas desde el pozo y se procedió a realizar las mediciones en los PT 1, 2 y 3, dando como resultado que los valores están dentro de lo permitido por el Código Nacional de Electricidad – Utilización

Después de realizar las mediciones y verificar que las resistencias de los pozos cumplen con los valores permitidos, se procedió a realizar los certificados que tienen validez de 12 meses para cada pozo

Figura 61

Inspección de pozo 1.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 62

Medición de resistencia del pozo 1.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 63

Inspección de pozo 2.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 64

Medición de resistencia del pozo 2.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 65

Medición de resistencia del pozo 3.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 66

Certificados de análisis.

CERTIFICADO DE MEDICION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

PT 1 - PRODISE S.R.L.

1. DATOS GENERALES

LOCAL : PRODISE S.R.L

UBICACIÓN : Carretera Vía de Evitamiento Km. 5 Sec. San José, Cerro Colorado, Arequipa, Perú

FECHA DE MEDICION : 18/04/2023

2. EQUIPO UTILIZADO

Marca	Megabras	Tipo	Digital
Modelo	MTD20KWE	Rango	20Ω – 20kΩ
Serie	22J1025	Frecuencia	60Hz
Exactitud	±1%	Fecha de Calibracion	2023-04-29

3. NORMAS APLICABLES

- Código Nacional Eléctrico – Utilización, Sección 060 Título Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial.
- NPT 370 052: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Materiales para puesta a tierra
- NPT370 053: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Elección de los materiales eléctricos en las instalaciones interiores para puesta a tierra, conductores de protección de cobre.
- NPT 370 054: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Enchufes y tomacorrientes con protección a tierra para uso general.
- NPT 370 056: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Electrodo de puesta a tierra

4. DESCRIPCION SISTEMA DE POZO A TIERRA

- Configurado por un pozo de tierra, conformado por un electrodo de cobre de ¾" de diámetro y 2.4 m. de largo, instalado de forma vertical, tierra cernida compacta y mezclada con bentonita, conector AB de bronce y sales electrolíticas, conductor de cobre con aislamiento de 10mm².
- Ubicación: En el jardín, al costado de las oficinas administrativas
- Se debe dar un mantenimiento anual al PT
- El sistema de tierra se utiliza en: aterramiento de los tableros eléctricos general y circuitos derivados cercanos a la ubicación del pozo.

Pozos a tierra Identificado	Electrodo de puesta a tierra				Conductor puesta a tierra		Tablero asignado
	Material	Ø (pulg)	L (m)	Tipo de Instalación	S (mm ²)	Color Aislamiento	
N°1	Cobre	3/4	2.40	Vertical	10	Cu desnudo	Tablero Eléctrico General

5. PROCEDIMIENTO DE MEDICION

- Los valores obtenidos en las mediciones se han logrado utilizando el método de caída de tensión o método de los 3 puntos. Se desconecto el cable de cobre desnudo del electrodo de cobre; puesto que las mediciones deben realizarse sin carga eléctrica.
- No hubo la necesidad de hacer perforación en el concreto ya que en el local existen partes donde se pudieron hacer contacto directo de las varillas auxiliares del telurómetro con la tierra.
- Se utilizo el telurómetro descrito en el punto 2. La medición se efectuó con las siguientes distancias entre electrodos: Electrodo de tierra (E1) – Varilla de potencial (E2) = 5m, Electrodo de tierra (E1) – Varilla auxiliar de corriente (E3) =10m
- Mediciones de la resistencia:

Pozo N°1		Valor (Ω)
1 ^{ra}	Medición	8.40
2 ^{da}	Medición	8.47
3 ^{ra}	Medición	8.45
Resistencia promedio		8.44

El valor promedio de 8.44 Ω cumple con las disposiciones indicadas en la sección 060 del Código Nacional de electricidad – Utilización. El certificado tiene una vigencia de 12 meses, programándose siguiente medición el 18/04/2024

6. RECOMENDACIONES

- Dar mantenimiento periódico de los pozos a tierra del sistema de puesta a tierra una vez al año.
- Verificar que el conector este haciendo buena presión entre la unión del cable y la varilla, para cada pozo a tierra de dicho sistema.
- Realizar mediciones periódicas de control una vez al año para verificar si el valor del pozo a tierra continúa cumpliendo los valores permitidos por la normatividad vigente

7. CONCLUSIONES

- La resistencia obtenida en el sistema de pozo a tierra PT-1 de PRODISE S.R.L. es menor a 25 ohmios, POR LO QUE CUMPLE los valores establecidos por el Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 para este tipo de sistemas de puesta a tierra, el cual exige un valor igual o menor de 25 ohmios.



 MILAGROS DE JESUS MAMANI HUAMANI
 Ingeniera Mecanica Electricista
 CIP N° 344836

CERTIFICADO DE MEDICION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

PT 2 - PRODISE S.R.L.

1. DATOS GENERALES

LOCAL : PRODISE S.R.L.

UBICACIÓN : Carretera Vía de Evitamiento Km. 5 Sec. San José, Cerro Colorado, Arequipa, Perú

FECHA DE MEDICION : 18/04/2023

2. EQUIPO UTILIZADO

Marca	Megabras	Tipo	Digital
Modelo	MTD20KWE	Rango	20 Ω – 20k Ω Ohmios
Serie	22J1025	Frecuencia	60 Hz
Exactitud	$\pm 0.1\%$	Fecha de Calibración	2023-04-29

3. NORMAS APLICABLES

- Código Nacional Eléctrico – Utilización, Sección 060 Título Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial.
- NPT 370 052: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Materiales para puesta a tierra
- NPT370 053: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Elección de los materiales eléctricos en las instalaciones interiores para puesta a tierra, conductores de protección de cobre.
- NPT 370 054: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Enchufes y tomacorrientes con protección a tierra para uso general.
- NPT 370 056: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Electrodo de puesta a tierra

4. DESCRIPCION SISTEMA DE POZO A TIERRA

- Configurado por un pozo de tierra, conformado por un electrodo de cobre de $\frac{3}{4}$ " de diámetro y 2.4 m. de largo. instalado de forma vertical, tierra cernida compacta y mezclada con bentonita, conector AB de bronce y sales electrolíticas, conductor de cobre con aislamiento de 10mm².
- Ubicación: En el jardín, entre las oficinas administrativas y el área de maestranza
- Se debe dar un mantenimiento anual al PT
- El sistema de tierra se utiliza en: aterramiento de los tableros eléctricos y circuitos derivados cercanos a la ubicación del pozo.

Pozos a tierra Identificado	Electrodo de puesta a tierra				Conductor puesta a tierra		Tablero asignado
	Material	ϕ (pulg)	L (m)	Tipo de Instalación	S (mm ²)	Color Aislamiento	Tablero Eléctrico
N°2	Cobre	3/4	2.40	Vertical	10	Cu desnudo	Distribución

5. PROCEDIMIENTO DE MEDICION

- Los valores obtenidos en las mediciones se han logrado utilizando el método de caída de tensión o método de los 3 puntos. Se desconecto el cable de cobre desnudo del electrodo de cobre; puesto que las mediciones deben realizarse sin carga eléctrica.
- No hubo la necesidad de hacer perforación en el concreto ya que en el local existen partes donde se pudieron hacer contacto directo de las varillas auxiliares del telurómetro con la tierra.
- Se utilizo el telurómetro descrito en el punto 2. La medición se efectuó con las siguientes distancias entre electrodos: Electrodo de tierra (E1) – Varilla de potencial (E2) = 5m, Electrodo de tierra (E1) – Varilla auxiliar de corriente (E3) =10m
- Mediciones de la resistencia:

Pozo N°2		Valor (Ω)
1 ^{ra}	Medición	7.60
2 ^{da}	Medición	7.65
3 ^{ra}	Medición	7.71
Resistencia promedio		7.65

El valor promedio de 7.65 Ω cumple con las disposiciones indicadas en la sección 060 del Código Nacional de electricidad – Utilización. El certificado tiene una vigencia de 12 meses, programándose siguiente medición el 18/04/2024

6. RECOMENDACIONES

- Dar mantenimiento periódico de los pozos a tierra del sistema de puesta a tierra una vez al año.
- Verificar que el conector este haciendo buena presión entre la unión del cable y la varilla, para cada pozo a tierra de dicho sistema.
- Realizar mediciones periódicas de control una vez al año para verificar si el valor del pozo a tierra continúa cumpliendo los valores permitidos por la normatividad vigente

7. CONCLUSIONES

- La resistencia obtenida en el sistema de pozo a tierra PT-2 de PRODISE S.R.L. es menor a 25 ohmios, POR LO QUE CUMPLE los valores establecidos por el Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 para este tipo de sistemas de puesta a tierra, el cual exige un valor igual o menor de 25 ohmios.



MILAGROS DE JESUS MAMANI HUAMANI
Ingeniera Mecanica Electricista
CIP N° 344836

CERTIFICADO DE MEDICION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

PT 3 - PRODISE S.R.L.

1. DATOS GENERALES

LOCAL : PRODISE S.R.L.

UBICACIÓN : Carretera Vía de Evitamiento Km. 5 Sec. San José, Cerro Colorado, Arequipa, Perú

FECHA DE MEDICION : 18/04/2023

2. EQUIPO UTILIZADO

Marca	Megabras	Tipo	Digital
Modelo	MTD20KWE	Rango	20 Ω – 20k Ω Ohmios
Serie	2211025	Frecuencia	60 Hz
Exactitud	$\pm 0.1\%$	Fecha de Calibración	2023-04-29

3. NORMAS APLICABLES

- Código Nacional Eléctrico – Utilización, Sección 060 Título Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial.
- NPT 370 052: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Materiales para puesta a tierra
- NPT370 053: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Elección de los materiales eléctricos en las instalaciones interiores para puesta a tierra, conductores de protección de cobre.
- NPT 370 054: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Enchufes y tomacorrientes con protección a tierra para uso general.
- NPT 370 056: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Electrodo de puesta a tierra

4. DESCRIPCION SISTEMA DE POZO A TIERRA

- Configurado por un pozo de tierra, conformado por un electrodo de cobre de $\frac{3}{4}$ " de diámetro y 2.4 m. de largo. instalado de forma vertical, tierra cernida compacta y mezclada con bentonita, conector AB de bronce y sales electrolíticas, conductor de cobre con aislamiento de 10mm².
- Ubicación: Al costado del baño de trabajadores
- Se debe dar un mantenimiento anual al PT
- El sistema de tierra se utiliza en: aterramiento de los tableros eléctricos y circuitos derivados cercanos a la ubicación del pozo.

Pozos a tierra	Electrodo de puesta a tierra				Conductor puesta a tierra		Tablero asignado
	Material	\varnothing (pulg)	L (m)	Tipo de Instalación	S (mm ²)	Color Aislamiento	Tablero Eléctrico
N°3	Cobre	3/4	2.40	Vertical	10	Cu desnudo	Distribución

5. PROCEDIMIENTO DE MEDICION

- Los valores obtenidos en las mediciones se han logrado utilizando el método de caída de tensión o método de los 3 puntos. Se desconecto el cable de cobre desnudo del electrodo de cobre; puesto que las mediciones deben realizarse sin carga eléctrica.
- No hubo la necesidad de hacer perforación en el concreto ya que en el local existen partes donde se pudieron hacer contacto directo de las varillas auxiliares del telurómetro con la tierra.
- Se utilizo el telurómetro descrito en el punto 2. La medición se efectuó con las siguientes distancias entre electrodos: Electrodo de tierra (E1) – Varilla de potencial (E2) = 5m, Electrodo de tierra (E1) – Varilla auxiliar de corriente (E3) =10m
- Mediciones de la resistencia:

Pozo N°3		Valor (Ω)
1 ^{ra}	Medición	7.63
2 ^{da}	Medición	7.55
3 ^{ra}	Medición	7.59
Resistencia promedio		7.59

El valor promedio de 7.59 Ω cumple con las disposiciones indicadas en la sección 060 del Código Nacional de electricidad – Utilización. El certificado tiene una vigencia de 12 meses, programándose siguiente medición el 18/04/2024

6. RECOMENDACIONES

- Dar mantenimiento periódico de los pozos a tierra del sistema de puesta a tierra una vez al año.
- Verificar que el conector este haciendo buena presión entre la unión del cable y la varilla, para cada pozo a tierra de dicho sistema.
- Realizar mediciones periódicas de control una vez al año para verificar si el valor del pozo a tierra continúa cumpliendo los valores permitidos por la normatividad vigente

7. CONCLUSIONES

- La resistencia obtenida en el sistema de pozo a tierra PT-3 de PRODISE S.R.L. es menor a 25 ohmios, POR LO QUE CUMPLE los valores establecidos por el Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 para este tipo de sistemas de puesta a tierra, el cual exige un valor igual o menor de 25 ohmios.



MILAGROS DE JESUS MAMANI HUAMANI
Ingeniera Mecanica Electricista
CIP N° 344836

Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.10 PLANOS ELECTRICOS

En el presente proyecto se realizó la elaboración de los planos de la planta para poder realizar el cálculo de iluminación en el software DIALUX, los planos de planta están anexados en la parte final del proyecto, en este apartado se mostrará los planos eléctricos que servirán para identificar la ubicación de los tableros eléctricos de distribución y generales, ubicación de las tomas de corriente e interruptores de forma sectorizada por cada ambiente.

3.11 NORMATIVA PERUANA VIGENTE

- Código Nacional de Electricidad – Utilización (CNE 2023)
- Resolución Ministerial N° 111-2013-MEM/DM
- Decreto Supremo N° 038-2021-PCM
- Decreto Supremo N° 009-2020-MINAM
- Resolución Ministerial N° 214-2011-MEM/DM
- Plan Nacional de Eficiencia Energética 2023-2027 (MINEM)
- Resolución OSINERGMIN N° 045-2023-OS/CD
- Norma Técnica Peruana NTP-IEC 61936-1:2023
- Guía Técnica de Mantenimiento Eléctrico (MINEM, 2022)
- Reglamento de Calidad del Servicio Eléctrico (OSINERGMIN)
- Decreto Supremo N° 024-2021-MTC
- Norma Técnica Peruana NTP 370.052:1999
- Ley N° 28832 – Ley de Concesiones Eléctricas
- Resolución OSINERGMIN N° 007-2021-EM

3.12 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Se ubica en Car. Vía de Evitamiento Km. 5 Sec. San José, Cerro Colorado, Arequipa, Perú (Costado Cementerio Jardín de Arequipa).

Ubicación UTM: -16.367024°, -71.576408°

3.13 COSTOS DEL PROYECTO

Para realizar el análisis de los costos del proyecto, se van a realizar el análisis de los precios para los materiales, además de los costos considerando los valores de los materiales que se van a utilizar.

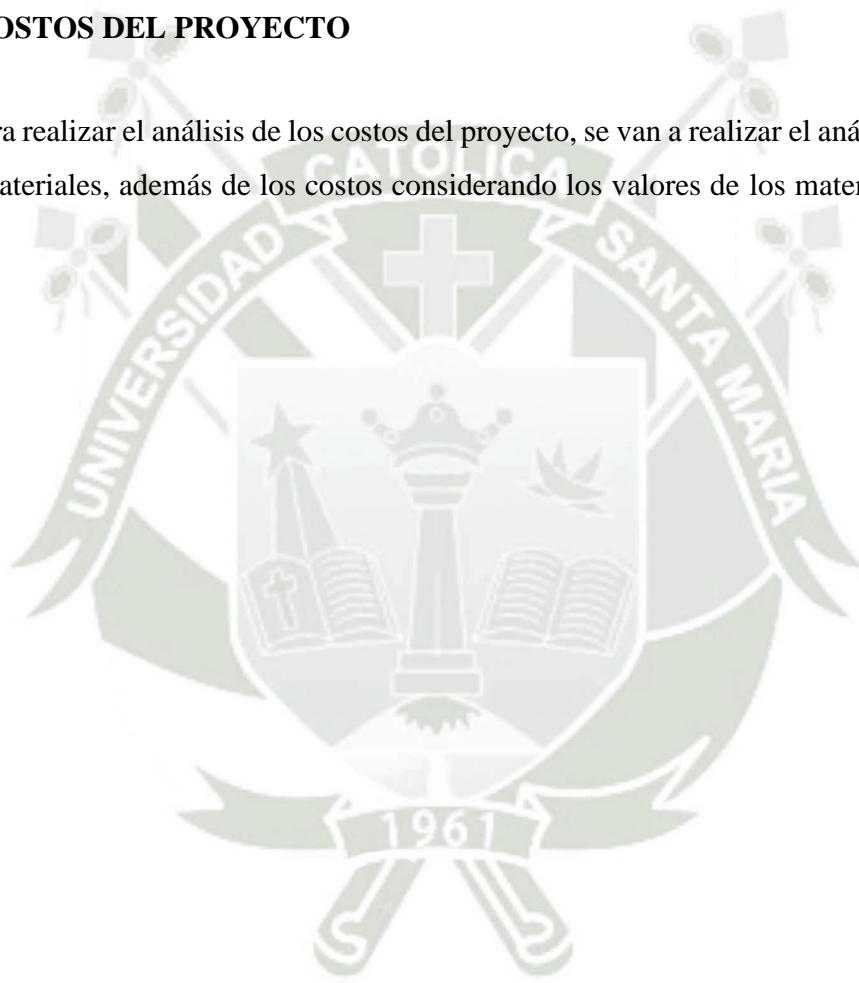


Tabla 58

Lista de herramientas y materiales.

item	descripción	cantidad	unidad	precio unitario	precio final
1	N2XSY 500 mm ² 30°C	3	rollo	295	885
2	THW 1 AWG / 50 mm ² 75°C	3	rollo	80	240
3	THW 75°C 2/0 AWG / 70 mm ²	3	rollo	120	360
4	THW 14 AWG / 2.5 mm ² 75°C	3	rollo	15	45
5	750 kcmil / 400 mm ² THW 75°C	3	rollo	250	750
6	1 AWG / 50 mm ² THW 75°C	3	rollo	80	240
7	4 AWG / 25 mm ² THW 75°C	3	rollo	45	135
8	8 AWG / 10 mm ² THW 75°C	3	rollo	13	39
9	10 AWG / 6 mm ² THW 75°C	3	rollo	12	36
10	6 AWG / 16 mm ² THW 75°C	3	rollo	20	60
11	2 AWG / 35 mm ² THW 75°C	3	rollo	50	150
12	Parihuela 1,7 m x1,0 m	5	unidad	250	1250
13	Parihuela 1,2 m x1,0 m	4	unidad	105	420
14	Mesa	1	unidad	212	212
15	Estantes	6	unidad	150	900
16	Carretillas	2	unidad	200	400
17	Apilador Elevador Hidráulico	2	unidad	1500	3000
18	Cinta aislante	6	paquete	10	60
19	Pinza pelacables	5	unidad	8	40
20	Escalera telescópica	2	unidad	450	900
21	Lima plana para aluminio	5	unidad	12	60
22	Multímetro	3	unidad	70	210
23	Alicate de corte	3	unidad	25	75
24	Alicate universal aislado	3	unidad	80	240
25	Juego de destornilladores	3	unidad	80	240
26	Wincha contra impacto	3	unidad	120	360
27	Martillo de uña con mango ergonómico	3	unidad	100	300
28	Juego de llaves ratch	3	unidad	140	420
29	Extensión Profesional en carrete	3	unidad	80	240
30	Atornillador Inalámbrico	3	unidad	150	450
31	Pinza amperimétrica	2	unidad	150	300
32	Taladro profesional	2	unidad	200	400

Total	13417
-------	-------

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se va a considerar la siguiente mano de obra que se verá trabajando directamente en el proyecto:

Tabla 59

Lista de Personal involucrado.

Cantidad	Puesto	Salario hora	horas	Subtotal	total
1	Ingeniero de área	S/ 116.70	8	S/ 933.60	S/ 933.60
3	Jefe de Turno	S/ 38.37	8	S/ 306.96	S/ 920.88
2	Ingeniero de campo	S/ 100.70	10	S/ 1,007.00	S/ 2,014.00
2	Ingeniero de seguridad	S/ 118.50	8	S/ 948.00	S/ 1,896.00
2	Supervisor de procesos	S/ 81.60	12	S/ 979.20	S/ 1,958.40
5	Técnicos Eléctricos	S/ 122.10	10	S/ 1,221.00	S/ 6,105.00
5	Técnicos Mecánicos	S/ 100.00	10	S/ 1,000.00	S/ 5,000.00
Total				S/ 6,395.76	S/ 18,827.88

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos, se realizará el análisis de costos totales del proyecto de instalación:

Inversión en activos:

Tabla 60

Inversión de activos.

INVERSION EN ACTIVO FIJO				
CONCEPTO	INVERSION			TOTAL
	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		
Edificaciones				S/ 174,500.00
Area	250	S/ 318.00		S/ 79,500.00
Piso y oficinas				S/ 50,000.00
Estructura				S/ 45,000.00
Equipos				S/ 13,417.00
Total				S/ 187,917.00
Imprevistos (1.35%)				S/ 2,536.88
ACTIVO FIJO				S/ 190,453.88
INVERSION INTANGIBLE				
Estudio de impacto ambiental				S/ 38,595.00
Estudio de impacto vial				S/ 5,000.00
Licencia distrital				S/ 200.00
Constitucion de la empresa				S/ 1,000.00
Derecho de tramite de autorizacion				S/ 1,013.00
Total				S/ 45,808.00
Imprevistos (3%)				S/ 1,374.24
INVERSION INTANGIBLE				S/ 47,182.24

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Inversión en capital

Tabla 61

Inversión en capital.

INVERSION DE CAPITAL		
Poliza de seguro	S/	8,126.73
Trabajadores	S/	29,837.76
Costos de instalacion	S/	33,308.84
Total		S/ 71,273.33
Imprevistos (1.70%)		S/ 1,211.65
INVERSION INTANGIBLE		S/ 72,484.98

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Total, resumen de inversión

Tabla 62

Resumen de inversiones.

RESUMEN		
Inversiones fijas	S/	190,453.88
Inversiones intangibles	S/	47,182.24
Total	S/	237,636.12

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos, se realizó el análisis del estado de presupuesto

Tabla 63

Valores de Egresos.

COSTO DE OPERACIÓN				
Descripción		Costo mensual		Costo anual
consumo maquinas	S/	44,557.82	S/	534,693.82
Conexión a internet	S/	110.00	S/	1,320.00
Agua	S/	70.00	S/	840.00
Luz/electricidad	S/	450.00	S/	5,400.00
Teléfono	S/	80.00	S/	960.00
Costos Mantenimiento	S/	2,000.00	S/	24,000.00
TOTAL	S/	47,267.82	S/	567,213.82

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 64

Valores de egresos.

COSTOS FIJOS		
Costo fijo		Anual
Mano de obra	S/	18,827.88
Costo de operación	S/	567,213.82
Póliza de seguro	S/	8,123.73
consumo energía eléctrica fotovoltaica	S/	85,932.00
TOTAL	S/	508,233.43

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Considerando los gastos de costos fijos y las ganancias

Tabla 65

Costo de operación.

COSTO DE OPERACIÓN							
Descripción		2025	2026	2027	2028	2029	
Total de ingresos		S/ 632,555.00	S/ 667,345.53	S/ 704,049.53	S/ 742,772.25	S/ 783,624.73	
Costos fijos		-S/ 508,233.43	-S/ 508,233.43	-S/ 508,233.43	-S/ 508,233.43	-S/ 508,233.43	
Total de egresos		-S/ 508,233.43	-S/ 508,233.43	-S/ 508,233.43	-S/ 508,233.43	-S/ 508,233.43	
Utilidad antes de impuestos		S/ 124,321.57	S/ 159,112.10	S/ 195,816.10	S/ 234,538.82	S/ 275,391.30	
Impuestos a la renta	30.00%	-S/ 37,296.47	-S/ 47,733.63	-S/ 58,744.83	-S/ 70,361.65	-S/ 82,617.39	
TOTAL		S/ - 87,025.10	S/ 111,378.47	S/ 137,071.27	S/ 164,177.18	S/ 192,773.91	
Inversion	-S/ 258,923.05						
Act. Fijos	-S/ 209,535.94						
Act. Intangibles	-S/ 47,182.24						
Capital de trabajo	-S/ 2,204.88						
Flujo de caja económico		-S/ 258,923.05	S/ 87,025.10	S/ 111,378.47	S/ 137,071.27	S/ 164,177.18	S/ 192,773.91
Prestamo	S/ 350,000.00						
Amortizacion		-S/ 135,510.39	-S/ 150,187.17	-S/ 127,384.22	-S/ 141,179.93	-S/ 156,469.72	
Interes amortizacion		-S/ 69,710.09	-S/ 58,478.80	-S/ 46,031.17	-S/ 32,235.46	-S/ 16,945.67	
Ahorro fiscal	30.00%	S/ 20,913.03	S/ 17,543.64	S/ 13,809.35	S/ 9,670.64	S/ 5,083.70	
Flujo de caja financiero		S/ 91,076.95	-S/ 97,282.35	-S/ 79,743.85	-S/ 22,534.77	S/ 432.42	S/ 24,442.22

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos se realizará el análisis del VAN y el TIR

Tabla 66

Valores de VAN y TIR.

BENEFICIO NETO		
AÑO	BENEFICIO NETO FLUJO DE CAJA ECONOMICO	
Año 0	-258,923.1	258923.055
Año 2025	S/ 87,025.10	12%
Año 2026	S/ 111,378.47	
Año 2027	S/ 137,071.27	
Año 2028	S/ 164,177.18	
Año 2029	S/ 192,773.91	
VNA	S/ 477,778.50	
VAN	S/ 218,855.45	>0
TIR	38%	>COK
B/C	S/ 1.85	>1

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67

Valores VAN y TIR.

Año	Ingreso	Acumulado
1	S/ 87,025.10	S/ 87,025.10
2	S/ 111,378.47	S/ 198,403.57
3	S/ 137,071.27	S/ 335,474.84
4	S/ 357,053.93	S/ 692,528.77
5	S/ 192,773.91	S/ 885,302.69
Periodo Retorno		5 años

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Se puede ver que al tener un TIR positivo de 13%, indica que la tasa de retorno es positiva, indicando que el proyecto es viable.

3.14.CONCLUSIONES

- J Se diseñó el sistema de distribución eléctrica completo, estableciendo una máxima demanda calculada de 481 kW. En base a esto, se dimensionaron 14 tableros de distribución con sus respectivos interruptores termomagnéticos y se calcularon los calibres de los conductores para los alimentadores, garantizando la reducción de caídas de tensión a $<2.5\%$ cumpliendo el CNE ($<5\%$).
- J Se completó el diseño de iluminación para todas las áreas de la planta, especificando el uso de luminaria de alta eficiencia. El diseño asegura niveles de iluminancia óptimos para las distintas áreas de trabajo, cumpliendo con los estándares de seguridad industrial y, a su vez, minimizando el consumo de energía eléctrica por iluminación.
- J Se dimensionó un sistema fotovoltaico de 70 kW de potencia compuesto por 140 paneles de 500 W, cubriendo el 68.19kW de demanda real.
- J La evaluación del sistema fotovoltaico demostró su alta viabilidad, económicamente representa un ahorro a mediano plazo con un periodo de recuperación de 4 años considerando que actualmente la tarifa que tiene PRODISE es MT3, su implementación contribuirá a la sostenibilidad de la empresa y disminuirá la emisión de CO₂ anualmente.
- J Se realizó la selección de interruptores termomagnéticos considerando la norma del CNE-UTILIZACION, se hizo selección de diferentes tipos de curva de acuerdo al uso que se iba a dar en cada circuito, de esa forma aseguramos no sobredimensionar y se pueda interrumpir eficazmente cualquier falla de cortocircuito sin sufrir daños.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM International. (2022). *ASTM A123/A123M-22: Standard Specification for Zinc Coatings*.
- Cámara de Comercio e Industria de Arequipa. (2023). *Informe de Diagnóstico Energético Regional 2023*. Informe técnico CCIA-2023-05
- CDP. (2023). *How CDP Works*.
- Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN). (2019). *Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2030*.
- Conejo Navarro, A. J., Arroyo Sánchez, J. M., Milano, F., Alguacil Conde, N., García Bertrand, R., Contreras Sanz, J., Clamagirand Sánchez, A., & López Garcia, L. (2007). *Instalaciones eléctricas* (1era ed.). McGraw-Hill.
- Decreto Supremo N° 014-2020-EM. (2020). *Reglamento de la Ley de Eficiencia Energética*.
- El Hammoumi, A., Chtita, S., Motahhir, S., & El Ghzizal, A. (2022). *Solar PV energy: From material to use, and the most commonly used techniques to maximize the power output of PV systems: A focus on solar trackers and floating solar panels*. Energy Reports, 8, 11992–12010. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.09.054>
- ENEL Distribución Perú. (2013). *Manual de Acometidas eléctricas*. https://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas_medidores/acometidas_electricas/generalidades_7_2_acometidas_electricas
- Federal Communications Commission. (2023). *47 CFR Part 15.245: Operation within the bands 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz, and 5725-5850 MHz*.
- García Fernandez, J., & Boix, O. (2002). *Cálculos en iluminación de interiores*. <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>
- Gobierno Regional de Arequipa. (2021). *Ordenanza Regional N° 045-2021: Reglamento de Seguridad Industrial*.
- Gobierno Regional de Arequipa. (2022). *Plan Energético Regional de Arequipa 2022-2030*.
- Green Climate Fund. (2023). *Accreditation Master Agreement*.
- Hernández, R. y López, M. (2021). *Protección eléctrica en instalaciones modernas* (2da ed.). Editorial Técnica.
- Iberley. (2022). *Iluminación de los lugares de trabajo*. <https://www.iberley.es/temas/iluminacion-lugares-trabajo-63632>
- Illuminating Engineering Society (IES). (2022). *Tabla 7-2: Distancias máximas entre luminarias*. The lighting Handbook (11a ed., p. 187).
- Illuminating Engineering Society (IES). (2023). *IESNA RP-1-23: Lighting Practices for Commercial Spaces*.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). (2023). *IEEE 1547-2023 Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources*.

- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). (2023). *IEEE Standard 2030.5-2023: Smart Energy Profile Application Protocol*.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). (2023). *IEEE 3003.2-2023: Grounding of Industrial and Commercial Power Systems*.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2023). *Reporte Técnico: Producción Nacional – Diciembre 2023*.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate Change 2023: Mitigation of Climate Change*.
- International Commission on Illumination. (2020). *CIE S 017/E:2020 ILV: International Lighting Vocabulary*.
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2020). *IEC 62612:2020 LED lamps for general lighting services*.
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2017). *IEC 60364-4-41:2017 Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*.
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2019). *IEC 60898-1:2019 Electrical accessories - Circuit-breakers for overcurrent protection*.
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2020). *IEC 60364-4-41:2020 Low-voltage electrical installations*.
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2020). *IEC 60898-1:2020 Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations*.
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2020). *IEC 61008-1:2020 Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs)*.
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2020). *IEC 61439-1:2020 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*.
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2020). *IEC 62423:2020 Type F and type B residual current operated circuit-breakers*.
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2021). *IEC 60228:2021 Conductors of insulated cables*.
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2021). *IEC 60529:2021 Degrees of protection provided by enclosures*.
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2021). *IEC 61215-1:2021 Terrestrial photovoltaic modules – Design qualification and type approval – Part 1: Test requirements*.
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2022). *IEC 61010-1:2022 Safety requirements for electrical equipment*.

- International Electrotechnical Commission (IEC). (2022). *IEC 62109-1:2022 Safety of power converters for use in photovoltaic systems.*
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2022). *IEC 62676-1-3:2022 Video surveillance systems for security applications.*
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2023). *IEC 60364-8-1:2023 Low-voltage electrical installations – Energy efficiency.*
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2023). *IEC 60598-1:2023 Luminaires – Part 1: General requirements and tests.*
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2023). *IEC 61936-1:2023 Power installations exceeding 1 kV AC.*
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2023). *IEC 62446-1:2023 Photovoltaic systems testing.*
- International Energy Agency (IEA). (2021). *Energy Efficiency 2021: Lighting Policy Report.*
- International Energy Agency (IEA). (2021). *Lighting Energy Efficiency Report.*
- International Energy Agency (IEA). (2023). *World Energy Outlook 2023.*
- International Organization for Standardization. (2023). *ISO 2081:2023: Electroplated coatings.*
- International Organization for Standardization. (2023). *ISO 8995-1:2023 Lighting of work places – Part 1: Indoor.*
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2023). *Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2023.*
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2024). *Renewable Power Generation Costs in 2023.*
- Lazard. (2023). *Levelized Cost of Energy+ (LCOE+) Version 16.0.*
- Ley N° 30754. (2019, 17 de mayo). *Ley de Eficiencia Energética.* El Peruano.
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR). (2023). *Impacto del CBAM en exportaciones peruanas.*
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2002). *Diagrama del sistema interconectado nacional.*
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2021). *Decreto Supremo N° 020-2021-EM: Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas.*
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2022). *Guía Técnica de Mantenimiento Eléctrico.*
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2022). *Plan Nacional de Iluminación Eficiente 2022-2030.*
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2023). *Anuario Estadístico de Electricidad 2022.*
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2023). *Atlas Solar del Perú.*
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2023). *Estadísticas del sector eléctrico.*
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2023). *Guía Técnica de Domótica para Edificaciones Sostenibles.*

- Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2023). *Impacto de la modernización eléctrica en la productividad industrial peruana*.
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2023). *Plan de Transmisión Eléctrica 2023-2032*.
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2023). *Plan Nacional de Eficiencia Energética 2023-2027*.
- Ministerio de la Producción (PRODUCE). (2021). *Resolución Ministerial N° 314-2021-PRODUCE: Bases del Programa de Reversión Industrial Sostenible*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2021). *Decreto Supremo N° 024-2021-MTC: Reglamento de Alumbrado Público*.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). (2021). *Decreto Supremo N° 015-2021-VIVIENDA*.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2020). *Decreto Supremo N° 009-2020-MINAM: Prohibición de lámparas incandescentes*.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2021). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional del Perú al 2030*.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2022). *Plan Nacional de Mitigación del Cambio Climático*.
- National Fire Protection Association (NFPA). (2023). *NFPA 70: National Electrical Code®*.
- National Fire Protection Association (NFPA). (2024). *NFPA 70E®: Standard for Electrical Safety in the Workplace*.
- National Renewable Energy Laboratory (NREL). (2023). *Best Research-Cell Efficiency Chart*.
- Occupational Safety and Health Administration. (2023). *29 CFR 1910.333: Selection and use of work practices*.
- OECD. (2022). *OECD Economic Surveys: Perú 2022*.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN). (2023). *Reglamento Técnico de Etiquetado Energético para Lámparas*.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN). (2022). *Informe anual de seguridad eléctrica 2022*.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN). (2022). *Informe Técnico de Operación del SEIN 2022*.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN). (2022). *Informe Técnico de Calidad del Servicio Eléctrico*.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN). (2023). *Código Nacional de Electricidad: Utilización 2023*.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN). (2023a). *Código Nacional de Electricidad*.

- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN). (2023b). *Reglamento de Instalaciones Eléctricas*.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022). *Informe global sobre prevención de electrocuciones*.
- Presidencia del Consejo de Ministros. (2021). *Decreto Supremo N° 038-2021-PCM: Reglamento de Seguridad contra Incendios*.
- Quisbert Callisaya, A. (2019). *Implementación de acometidas subterráneas eléctricas en baja tensión para la carrera de electricidad*. Universidad Nacional de San Agustín.
- Rashid, M. H. (2016). *Electric renewable energy systems*.
- Satpathy, R. & Pamuru, V. (2021). *Solar PV power: design, manufacturing and applications from sand to systems*. Academic Press.
- Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE). (2023). *Protocolo de Sostenibilidad Minera 2023*.
- Statista. (s. f.). *Capacidad instalada de energía solar en Perú en 2021 | Statista*. Recuperado 29 de noviembre de 2022, de <https://es.statista.com/estadisticas/1238177/capacidad-instalada-energia-solar-peru/>
- Unión Europea. (2013). *Acuerdo Comercial UE-Perú*.
- Unión Europea. (2023). *Reglamento (UE) 2023/956*. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/956/oj>
- Yale University. (2022). *Environmental Performance Index 2022*.

ANEXOS

ANEXO: 01 AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA

Solicitud de permiso para uso de información

Arequipa, 14 de Marzo del 2024

Sr. Renzo Portugal

Tengo el agrado de dirigirme a usted para expresarle un cordial saludo, en ocasión de solicitarle que me permita a mí, Brayan Coyuri Lopez, identificado con el DNI 48956026, pueda tener el debido permiso para realizar actividades relacionadas con la investigación titulada Rediseño Integral de las Instalaciones Eléctricas de la Planta Industrial Metal Mecánica Prodise S.R.L. con fines de obtener información que permita desarrollar el trabajo de investigación para optar el Grado de Ingeniero Mecánico Eléctrico.

Solicito su permiso para desarrollar las siguientes actividades/acceder a la siguiente información de su entidad:

- Planos arquitectónicos de la planta industrial
- Estado actual de las instalaciones eléctricas y de la calidad de energía
- Estado de los pozos a tierra

Es importante señalar que esta actividad no conlleva ningún gasto para su institución y que se tomaran los resguardos necesarios para no interferir con el normal funcionamiento de las actividades propias del centro. Todos los datos obtenidos serán utilizados con fines académicos.

Sin otro particular, reciba mi mas sincero agradecimiento por su tiempo.

Atentamente

Brayan Coyuri Lopez

PRODISE S.R.L.


Renzo Portugal Valdivia
GERENTE GENERAL

ANEXO: 02 CERTIFICADOS DE MEDICIÓN DE P.T.
CERTIFICADO DE MEDICION DEL SISTEMA DE PUESTA A
TIERRA

PT 1 - PRODISE S.R.L.

1. DATOS GENERALES

LOCAL : PRODISE S.R.L.

UBICACIÓN : Carretera Vía de Evitamiento Km. 5 Sec. San José, Cerro Colorado,
Arequipa, Perú

FECHA DE MEDICION : 18/04/2023

2. EQUIPO UTILIZADO

MARCA	Megabras	TIPO	Digital
Modelo	MTD20KWE	Rango	20 - 20k
Serie	22J1025	Frecuencia	60Hz
Exactitud	±0.1%	Fecha de Calibración	2023-04-29

3. NORMAS APLICABLES

- Código Nacional Eléctrico – Utilización, Sección 060 Título Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial.
- NPT 370 052: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Materiales para puesta a tierra
- NPT370 053: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Elección de los materiales eléctricos en las instalaciones interiores para puesta a tierra, conductores de protección de cobre.
- NPT 370 054: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Enchufes y tomacorrientes con protección a tierra para uso general.
- NPT 370 056: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Electrodo de puesta a tierra

4. DESCRIPCION SISTEMA DE POZO A TIERRA

- Configurado por un pozo de tierra, conformado por un electrodo de cobre de 3/4” de diámetro y 2.4 m. de largo. instalado de forma vertical, tierra cernida compacta y mezclada con bentonita, conector AB de bronce y sales electrolíticas, conductor de cobre con aislamiento de 10mm².
- Ubicación: En el jardín, al costado de las oficinas administrativas
- Se debe dar un mantenimiento anual al PT
- El sistema de tierra se utiliza en: aterramiento de los tableros eléctricos general y circuitos derivados cercanos a la ubicación del pozo.

Pozos a tierra	Electrodo de puesta a tierra				Conductor puesta a tierra		Tablero asignado
	Identificado	Material	Ø (pulg)	L (m)	Tipo de Instalación	S (mm ²)	
N°1	Cobre	3/4	2.40	Vertical	10	Cu desnudo	Tablero Eléctrico General

5. PROCEDIMIENTO DE MEDICION

- Los valores obtenidos en las mediciones se han logrado utilizando el método de caída de tensión o método de los 3 puntos. Se desconectó el cable de cobre desnudo del electrodo de cobre; puesto que las mediciones deben realizarse sin carga eléctrica.
- No hubo la necesidad de hacer perforación en el concreto ya que en el local existen partes donde se pudieron hacer contacto directo de las varillas auxiliares del telurómetro con la tierra.
- Se utilizó el telurómetro descrito en el punto 2. La medición se efectuó con las siguientes distancias entre electrodos: Electrodo de tierra (E1) – Varilla de potencial (E2) = 5m, Electrodo de tierra (E1) – Varilla auxiliar de corriente (E3) =10m

- Mediciones de la resistencia:

Pozo N°1		Valor ()
1 ^{ra}	Medición	8.40
2 ^{da}	Medición	8.47
3 ^{ra}	Medición	8.45
Resistencia promedio		8.44

El valor promedio de 8.44 cumple con las disposiciones indicadas en la sección 060 del Código Nacional de electricidad – Utilización. El certificado tiene una vigencia de 12 meses, programándose siguiente medición el 18/04/2024

6. RECOMENDACIONES

- Dar mantenimiento periódico de los pozos a tierra del sistema de puesta a tierra una vez al año.
- Verificar que el conector este haciendo buena presión entre la unión del cable y la varilla, para cada pozo a tierra de dicho sistema.
- Realizar mediciones periódicas de control una vez al año para verificar si el valor del pozo a tierra continúa cumpliendo los valores permitidos por la normatividad vigente

7. CONCLUSIONES

- La resistencia obtenida en el sistema de pozo a tierra PT-1 de PRODISE S.R.L. es menor a 25 ohmios, **POR LO QUE CUMPLE** los valores establecidos por el Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 para este tipo de sistemas de puesta a tierra, el cual exige un valor igual o menor de 25 ohmios.

CERTIFICADO DE MEDICION DEL SISTEMA DE PUESTA A

TIERRA

PT 2 - PRODISE S.R.L.

1. DATOS GENERALES

LOCAL : PRODISE S.R.L.
UBICACIÓN : Carretera Vía de Evitamiento Km. 5 Sec. San José, Cerro Colorado, Arequipa, Perú
FECHA DE MEDICION : 18/04/2023

2. EQUIPO UTILIZADO

MARCA	Megabras	TIPO	Digital
Modelo	MTD20KWE	Rango	20 - 20k
Serie	22J1025	Frecuencia	60Hz
Exactitud	±0.1%	Fecha de Calibración	2023-04-29

3. NORMAS APLICABLES

- Código Nacional Eléctrico – Utilización, Sección 060 Título Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial.
- NPT 370 052: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Materiales para puesta a tierra
- NPT370 053: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Elección de los materiales eléctricos en las instalaciones interiores para puesta a tierra, conductores de protección de cobre.
- NPT 370 054: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Enchufes y tomacorrientes con protección a tierra para uso general.
- NPT 370 056: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Electrodo de puesta a tierra.

4. DESCRIPCION SISTEMA DE POZO A TIERRA

- Configurado por un pozo de tierra, conformado por un electrodo de cobre de 3/4” de diámetro y 2.4 m. de largo. instalado de forma vertical, tierra cernida compacta y mezclada con bentonita, conector AB de bronce y sales electrolíticas, conductor de cobre con aislamiento de 10mm².
- Ubicación: En el jardín, entre las oficinas administrativas y el área de maestranza
- Se debe dar un mantenimiento anual al PT
- El sistema de tierra se utiliza en: aterramiento de los tableros eléctricos y circuitos derivados cercanos a la ubicación del pozo.

Pozos a tierra	Electrodo de puesta a tierra				Conductor puesta a tierra		Tablero asignado
	Identificado	Material	Ø (pulg)	L (m)	Tipo de Instalación	S (mm ²)	
N°2	Cobre	3/4	2.40	Vertical	10	Cu desnudo	Tablero Eléctrico Distribución

5. PROCEDIMIENTO DE MEDICION

- Los valores obtenidos en las mediciones se han logrado utilizando el método de caída de tensión o método de los 3 puntos. Se desconectó el cable de cobre desnudo del electrodo de cobre; puesto que las mediciones deben realizarse sin carga eléctrica.
- No hubo la necesidad de hacer perforación en el concreto ya que en el local existen partes donde se pudieron hacer contacto directo de las varillas auxiliares del telurómetro con la tierra.
- Se utilizó el telurómetro descrito en el punto 2. La medición se efectuó con las siguientes distancias entre electrodos: Electrodo de tierra (E1) – Varilla de potencial (E2) = 5m, Electrodo de tierra (E1) – Varilla auxiliar de corriente (E3) =10m
- Mediciones de la resistencia:

Pozo N°2		Valor ()
1 ^{ra}	Medición	7.60
2 ^{da}	Medición	7.65
3 ^{ra}	Medición	7.71
Resistencia promedio		7.65

El valor promedio de 7.65 cumple con las disposiciones indicadas en la sección 060 del Código Nacional de electricidad – Utilización. El certificado tiene una vigencia de 12 meses, programándose siguiente medición el 18/04/2024

6. RECOMENDACIONES

- Dar mantenimiento periódico de los pozos a tierra del sistema de puesta a tierra una vez al año.
- Verificar que el conector este haciendo buena presión entre la unión del cable y la varilla, para cada pozo a tierra de dicho sistema.
- Realizar mediciones periódicas de control una vez al año para verificar si el valor del pozo a tierra continúa cumpliendo los valores permitidos por la normatividad vigente

7. CONCLUSIONES

- La resistencia obtenida en el sistema de pozo a tierra PT-2 de PRODISE S.R.L. es menor a 25 ohmios, POR LO QUE CUMPLE los valores establecidos por el Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 para este tipo de sistemas de puesta a tierra, el cual exige un valor igual o menor de 25 ohmios.

CERTIFICADO DE MEDICION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

PT 3 - PRODISE S.R.L.

1. DATOS GENERALES

LOCAL : PRODISE S.R.L.
UBICACIÓN : Carretera Vía de Evitamiento Km. 5 Sec. San José, Cerro Colorado,
 Arequipa, Perú
FECHA DE MEDICION : 18/04/2023

2. EQUIPO UTILIZADO

MARCA	Megabras	TIPO	Digital
Modelo	MTD20KWE	Rango	20 - 20k
Serie	22J1025	Frecuencia	60Hz
Exactitud	±0.1%	Fecha de Calibración	2023-04-29

3. NORMAS APLICABLES

- Código Nacional Eléctrico – Utilización, Sección 060 Título Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial.
- NPT 370 052: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Materiales para puesta a tierra
- NPT370 053: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Elección de los materiales eléctricos en las instalaciones interiores para puesta a tierra, conductores de protección de cobre.
- NPT 370 054: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Enchufes y tomacorrientes con protección a tierra para uso general.
- NPT 370 056: 1999 Tema – Seguridad eléctrica. Electrodo de puesta a tierra

4. DESCRIPCION SISTEMA DE POZO A TIERRA

- Configurado por un pozo de tierra, conformado por un electrodo de cobre de 3/4” de diámetro y 2.4 m. de largo. instalado de forma vertical, tierra cernida compacta y mezclada con bentonita, conector AB de bronce y sales electrolíticas, conductor de cobre con aislamiento de 10mm².
- Ubicación: Al costado del baño de trabajadores
- Se debe dar un mantenimiento anual al PT
- El sistema de tierra se utiliza en: aterramiento de los tableros eléctricos y circuitos derivados cercanos a la ubicación del pozo.

Pozos a tierra	Electrodo de puesta a tierra				Conductor puesta a tierra		Tablero asignado
	Identificado	Material	Ø (pulg)	L (m)	Tipo de Instalación	S (mm ²)	
N°3	Cobre	3/4	2.40	Vertical	10	Cu desnudo	Tablero Eléctrico Distribución

5. PROCEDIMIENTO DE MEDICION

- Los valores obtenidos en las mediciones se han logrado utilizando el método de caída de tensión o método de los 3 puntos. Se desconectó el cable de cobre desnudo del electrodo de cobre; puesto que las mediciones deben realizarse sin carga eléctrica.
- No hubo la necesidad de hacer perforación en el concreto ya que en el local existen partes donde se pudieron hacer contacto directo de las varillas auxiliares del telurómetro con la tierra.
- Se utilizó el telurómetro descrito en el punto 2. La medición se efectuó con las siguientes distancias entre electrodos: Electrodo de tierra (E1) – Varilla de potencial (E2) = 5m, Electrodo de tierra (E1) – Varilla auxiliar de corriente (E3) =10m
- Mediciones de la resistencia:

Pozo N°3		Valor ()
1 ^{ra}	Medición	7.63
2 ^{da}	Medición	7.55
3 ^{ra}	Medición	7.59
Resistencia promedio		7.59

El valor promedio de 7.59 cumple con las disposiciones indicadas en la sección 060 del Código Nacional de electricidad – Utilización. El certificado tiene una vigencia de 12 meses, programándose siguiente medición el 18/04/2024

6. RECOMENDACIONES

- Dar mantenimiento periódico de los pozos a tierra del sistema de puesta a tierra una vez al año.
- Verificar que el conector este haciendo buena presión entre la unión del cable y la varilla, para cada pozo a tierra de dicho sistema.
- Realizar mediciones periódicas de control una vez al año para verificar si el valor del pozo a tierra continúa cumpliendo los valores permitidos por la normatividad vigente

7. CONCLUSIONES

- La resistencia obtenida en el sistema de pozo a tierra PT-3 de PRODISE S.R.L. es menor a 25 ohmios, POR LO QUE CUMPLE los valores establecidos por el Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 para este tipo de sistemas de puesta a tierra, el cual exige un valor igual o menor de 25 ohmios.

ANEXO 03: CERTIFICADO DE CALIBRACION DEL TELURÓMETRO



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC-060**



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado
Registro N° LC-060

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: EE-A-1007-2023

OT: 0624-2023
Fecha de Emisión: 2023-04-29

Expediente: E-3438

1. DATOS DEL CLIENTE:

Cliente : V Y P MINING S.A.C.
Dirección : MZA. N LOTE. 3 ASC. CAMPO SOL DE CARAPONGO LIMA - LIMA - LURIGANCHO

2. INSTRUMENTO : TELURÓMETRO

Marca : MEGABRAS	Alcance :
Modelo : MTD20KWE	Tensión : 0 V a 200 V (AC)
Serie : 22J1025	Resistencia : 0 Ω a 20 kΩ
Identificación : NO INDICA	
Procedencia : USA	
Tipo : DIGITAL	

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN:

Fecha de Calibración : 2023-04-29
Lugar de Calibración : Laboratorio 1 de ENERLAB SAC.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN:

La calibración se realizó siguiendo el(los) procedimiento(s): PC-021 "Procedimiento para la calibración de multimetros digitales", Segunda Edición - Marzo 2016, INACAL-DM.

5. PATRÓN DE CALIBRACIÓN

Patrón Utilizado	Certificado	Identificación
Multimetro Digital	LE-150-2022	L1-002
Calibrador Multifunción	LE-148-2022	L1-043



DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
EverLab
ENERGÍA Y LABORATORIOS S.A.C.
RUC: 29523719208



Ing. Maximo Oriundo
CIP: 94415
Gerencia Técnica

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes. Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de ENERGÍA Y LABORATORIOS S.A.C - ENERLAB S.A.C.

El presente certificado carece de validez sin las firmas ENERLAB S.A.C.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Los resultados del presente certificado de calibración tienen trazabilidad metrológica a patrones nacionales o internacionales, que se relacionan con las unidades del Sistema Internacional (SI).



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC-060



FM-003

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: EE-A-1007-2023

6. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	21,7	22,0
Humedad Relativa (%HR)	50,4	51,4

7. RESULTADOS

Función Tensión Alterna

Frecuencia de 60 Hz

Rango	Indicación del Equipo	Tensión Aplicada	Error	Incertidumbre Expandida	Factor de Cobertura (k)
200 V	20,2 V	20,00 V	0,20 V	0,06 V	2,00
	100,5 V	100,00 V	0,50 V	0,12 V	2,00
	180,6 V	180,00 V	0,60 V	0,13 V	2,00

Función Resistencia de puesta a tierra

Rango	Indicación del Equipo	Resistencia Aplicada	Error	Incertidumbre Expandida	Factor de Cobertura (k)
20 Ω	1,99 Ω	2,000 Ω	-0,010 Ω	0,011 Ω	2,00 (*)
	17,97 Ω	18,000 Ω	-0,030 Ω	0,014 Ω	2,00 (*)
200 Ω	19,5 Ω	20,000 Ω	-0,500 Ω	0,082 Ω	2,00 (*)
	181,1 Ω	180,000 Ω	1,100 Ω	0,088 Ω	2,00 (*)
2000 Ω	197 Ω	200,00 Ω	-3,00 Ω	0,82 Ω	2,00 (*)
	1 822 Ω	1 800,00 Ω	22,00 Ω	0,92 Ω	2,00 (*)
20 kΩ	1,99 kΩ	2,0000 kΩ	-0,0100 kΩ	0,0082 kΩ	2,00 (*)
	17,52 kΩ	18,0000 kΩ	-0,4800 kΩ	0,0086 kΩ	2,00 (*)

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

8. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO en el equipo.
- La incertidumbre expandida se determinó a partir de la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura, para un nivel de confianza aproximado de 95%.

Fin del Documento

ANEXO 04: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL ANALIZADOR DE REDES



FERRIER S.A.

FLUKE®

Pag.01

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No. 20-596

Cliente:

Equipo: REGISTRADOR DE POTENCIA Y CALIDAD MARCA FLUKE

Modelo: 1750/ET N/S 50450013

Nosotros, FERRIER S.A. con domicilio en Jr. Pietro Torrigiano 166- SAN BORJA, declaramos que este producto ha sido calibrado en conformidad con los estándares de calidad sugeridos por FLUKE INTERNATIONAL CORPORATION, y con la respectiva trazabilidad a NIST (The National Institute of Standards and Technology-USA).

FECHA DE CALIBRACION: 02 de Octubre del 2023

LUGAR DE CALIBRACION: Laboratorio de FERRIER S.A.

METODO Y PATRON DE MEDICION UTILIZADOS:

Determinación del error por comparación con nuestro Multicalibrador Marca FLUKE modelo 5522A N/S 2714904 con trazabilidad a patrones NIST y el Multímetro Fluke Mod. 8846A N/S 4221004.

Certificado de Calibración: CERTIFICATE NUMBER EVL636914

CONDICIONES DE CALIBRACION:

Humedad relativa: 64%

Temperatura : 22°C

CONCLUSION:

Los errores encontrados en todas las funciones del instrumento no superaron las tolerancias establecidas por el fabricante.

Se adjuntan datos de las mediciones.

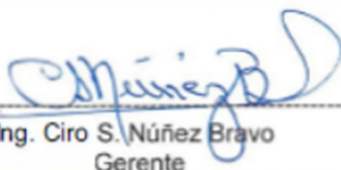
La incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura $K = 2$ para un nivel de confianza de 95%.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

FLUKE CORPORATION recomienda la calibración anual del equipo.

FERRIER S.A.

Ing. Alberto Huatico Ramirez
Responsable de Calibración




Ing. Ciro S. Núñez Bravo
Gerente

Pag. 02

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 20-596

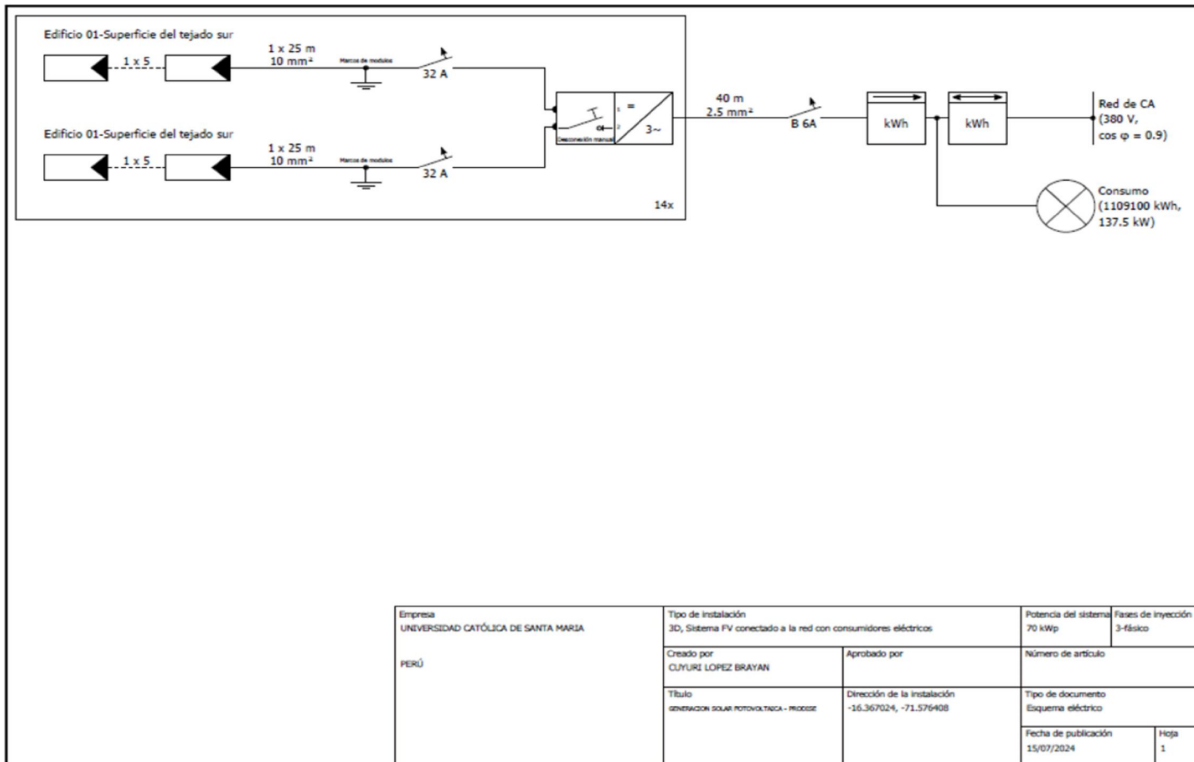
CLIENTE: PRODICE
EQUIPO: REGISTRADOR PORTATIL DE POTENCIA Y CALIDAD
MODELO: 1750/ET N/S 50450013
FECHA: 02/10/2023

ENTRADA	LIMITE INFERIOR	LECTURA	LIMITE INFERIOR	ERROR (%)	INCERTIDUMBRE (%)
VOLTAJE (VOLTIOS)					
60 Hz					
L12					
100 V	99,50	100,09	100,50	0,09	0,06
110 V	109,45	110,10	110,55	0,09	0,05
200 V	199,00	200,09	201,00	0,05	0,04
220 V	218,90	220,07	221,10	0,03	0,04
L23					
100 V	99,50	100,07	100,50	0,07	0,06
110 V	109,45	110,09	110,55	0,08	0,05
200 V	199,00	200,10	201,00	0,05	0,04
220 V	218,90	220,09	221,10	0,04	0,04
L31					
100 V	99,50	100,06	100,50	0,06	0,06
110 V	109,45	110,08	110,55	0,07	0,06
200 V	199,00	200,07	201,00	0,03	0,03
220 V	218,90	220,09	221,10	0,04	0,04
CORRIENTE (AMPERIOS)					
60 Hz					
L1					
50 Amp.	49,00	50,02	51,00	0,04	1,16
100 Amp.	98,00	100,06	101,50	0,06	0,58
200 Amp.	197,50	200,13	202,50	0,06	0,29
350 Amp.	346,00	350,04	354,00	0,01	0,17
50 Amp.	49,00	50,03	51,00	0,06	1,16
100 Amp.	89,50	100,06	101,50	0,06	0,58
200 Amp.	197,50	200,12	202,50	0,06	0,29
350 Amp.	346,00	350,08	354,00	0,02	0,17
50 Amp.	49,00	50,03	51,00	0,06	1,16
100 Amp.	89,50	100,03	101,50	0,03	0,58
200 Amp.	197,50	200,05	202,50	0,03	0,29
350 Amp.	346,00	350,04	354,00	0,01	0,17

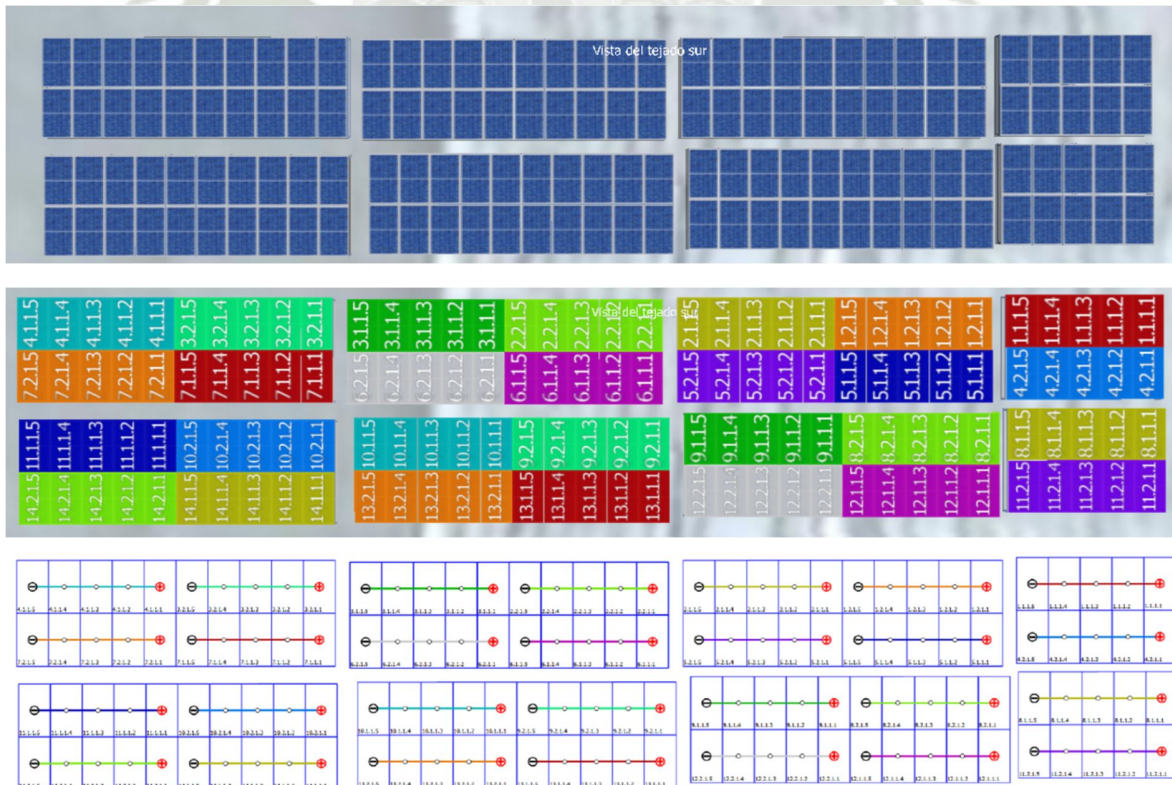

ING CIRO S. NÚÑEZ BRAVO
CIP- 46601
FERRIER S.A.
Gerente General

A. H. R.

ANEXO 05: DIAGRAMAS DE LA INSTALACIÓN DEL PANEL SOLAR



ANEXO 06: RESULTADOS DE LA ILUMINACIÓN EN DIALUX



DIALux

Fecha 25/03/2023



Iluminación Prodis S.R.L.

PROYECTOS DE INGENIERIA Y SERVICIOS S.C.R.L.

Objeto

Car. Vía de Evitamiento Km. 5 Sec. San Jo

Created with DIALux

Lista de luminarias

U ni.	Fabrica nte	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
57	Philips	4MX900 G3 L1800	40.0	4802	120.0 lm/W
		1xLED48S/830 PSD WB	W	lm	
13	Philips	BY120P G4 LED100S/840	73.0	1050	143.8 lm/W
		NB SRD H4	W	0 lm	
22	Philips	BY481X LED250S/840 WB	144.	2498	173.5 lm/W
5		SIA HE	0 W	9 lm	
12	Philips	CR436B W62L62	75.0	6293	83.9 lm/W
7		1xLED88/940 AC-MLO	W	lm	
50	Philips	DN140B PSED-E D162 1	11.5	1100	95.7 lm/W
		xLED10S/840 WR	W	lm	
24	Philips	RC505B 1 xLED66S/830 WB	50.0	6593	131.9 lm/W
			W	lm	
9	Philips	TMS022 2xTL-D58W	133.	9644	72.5 lm/W
			0 W	lm	
86	Philips	VGP704 T25 1 xLED101-	61.0	9041	148.2 lm/W
		4S/730 DPL1	W	lm	
28	Philips	WT490C PSD EL3 L1800 1	3.0	500	166.6 lm/W
		xLED150S/830 WB	W	lm	

Ficha de producto

Philips - 4MX900 G3 L1800 1xLED48S/830 PSD WB



Maxos LED Performer: iluminación lineal eficaz y precisa. Los clientes desean ahorrar energía y reducir costes frente a la iluminación convencional. Al mismo tiempo, se necesitan unas condiciones de iluminación excelentes: en entornos industriales, para garantizar la seguridad y la productividad; y en entornos de venta al por menor para destacar la mercancía y atraer a los clientes.

Maxos LED Performer es una solución muy flexible que ofrece un bajo consumo de energía y permite dar forma excelente al haz de luz con un nivel de inversión atractivo.

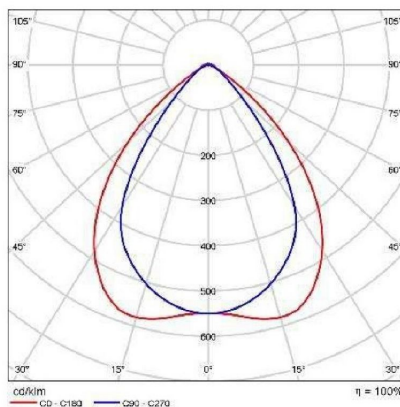
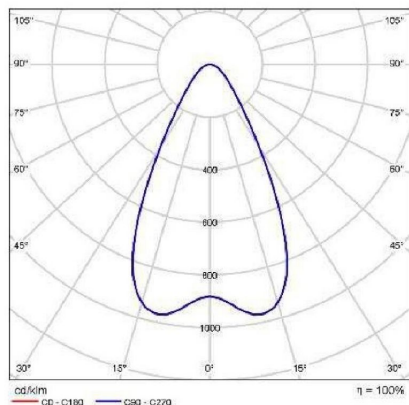


Diagrama UGR (SHR: 0.2)

P	40.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	4800 lm
$\Phi_{Luminaria}$	4802 lm
η	100.04 %
Rendimient o lumínico	120.0 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80

Ficha de producto

Philips - BY120P G4 LED100S/840 NB SRD H4



CoreLine Campana G4 Tras el éxito de la generación anterior de CoreLine Campana, la actualización a una nueva generación mejora aún más el rendimiento con un nuevo diseño

innovador y proporciona mayor eficacia, una vida útil más larga (para mejorar aún más el coste total de propiedad) y regulación DALI opcional para ahorrar todavía más. Diseñada para sustituir a las luminarias HPI 250/400W, CoreLine Campana G4 proporciona a los usuarios todas las ventajas de la iluminación LED: calidad de luz excelente, larga vida útil, menores costes de energía y menor mantenimiento. Además, proporciona ventajas muy claras al instalador: la luminaria se puede instalar en la red existente. La conexión eléctrica es sencilla: no es

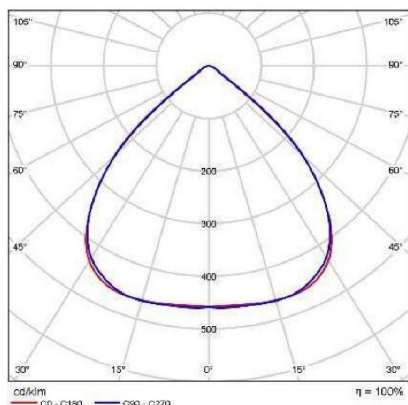
necesario abrir la luminaria para su instalación o mantenimiento. Y como es más pequeña y ligera que las luminarias convencionales, es muy sencilla de manejar.

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

P	73.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	10500 lm
$\Phi_{Luminaria}$	10500 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	143.8 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

Ficha de producto

Philips - BY481X LED250S/840 WB SIA HE



GentleSpace gen3: iluminación para gran altura adaptable que ofrece elevada eficiencia y opciones de conectividad a sistemas de iluminación y aplicaciones de software. Con la tercera generación de la campana GentleSpace, continuamos lanzando al mercado soluciones innovadoras y adaptables para la iluminación industrial y de gran altura. GentleSpace gen3 ofrece una amplia variedad de opciones en cuanto a ópticas y aberturas de haz (desde muy estrechos hasta anchos), una gama de posibilidades de montaje, materiales de cierre y diversos paquetes lumínicos. Esto significa que GentleSpace gen3 puede ayudarle a crear fácilmente una solución de iluminación idónea, a la medida de casi cualquier aplicación industrial o de gran altura. También permite cambios en los requisitos de aplicación (tales como cambios en el layout del espacio) gracias a su sistema óptico flexible, que puede ajustarse fácilmente incluso tras la instalación. Además, GentleSpace gen3 ofrece también la

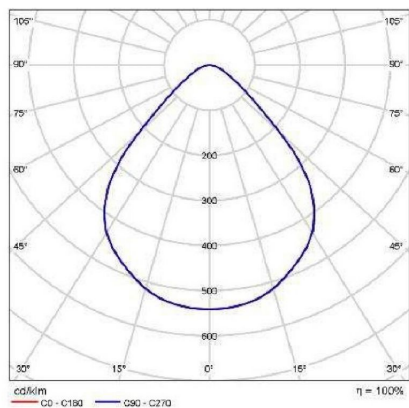
opción de conectividad avanzada y está lista para conectarse a sistemas basados en IoT y aplicaciones de software como Interact Industry. En general, tanto si busca una solución fiable de la que no tenga que preocuparse tras la instalación, como si busca una que pueda adaptarse y controlarse tras la misma, GentleSpace gen3 es la solución ideal para su aplicación.

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

P	144.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	25000 lm
$\Phi_{Luminaria}$	24989 lm
η	99.96 %
Rendimiento lumínico	173.5 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

Ficha de producto

Philips - CR436B W62L62 1xLED88/940 AC-MLO



Cleanroom LED: la solución más eficiente para salas limpias Estas luminarias, pertenecen a una gama de luminarias IP65 diseñadas para entornos hospitalarios e industriales que precisen este grado de protección, fáciles de limpiar y libres de polvo que cumplan todos los requisitos y normas de iluminación. Además, con el fin de garantizar la integridad de esas áreas, también necesitan minimizar las interrupciones en el funcionamiento y el mantenimiento.

Gracias a los LED, esta luminaria LED para sala blanca representa la solución ideal. Proporciona el rendimiento energético líder en el mercado, muy superior al de las soluciones con fluorescencia, durante más de 70.000 horas de funcionamiento sin mantenimiento. Esto significa que el coste operativo

a lo largo de la vida útil de la luminaria es sumamente reducido y, por consiguiente, el retorno de la inversión financiera es excelente.

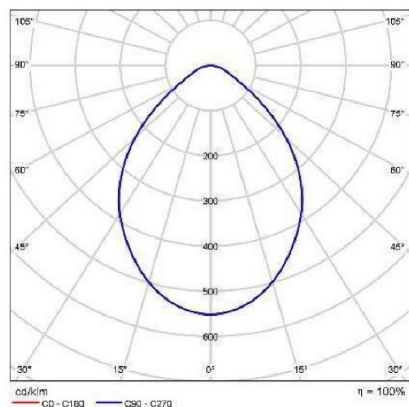
CDL polar

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

P	75.0 W
Φ Lámpara	6300 lm
Φ Luminaria	6293 lm
η	99.89 %
Rendimiento lumínico	83.9 lm/W
CCT	4000 K
CRI	90

Ficha de producto

Philips - DN140B PSED-E D162 1 xLED10S/840 WR



CDL polar

de corte estándar y a los conectores push-in. La familia cuenta con una opción de Interact Ready con comunicaciones inalámbricas integradas, que se puede utilizar con puertas de enlace, sensores y software de Interact.

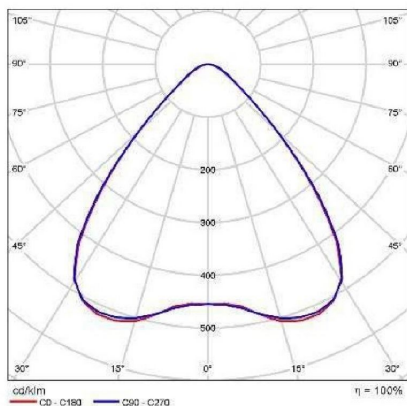
Para todo tipo de proyectos en los que la luz es protagonista, alta calidad y fácil de usar CoreLine Downlight cumple el compromiso de CoreLine de downlights empotrables innovadoras, fáciles de usar y de alta calidad. La gama CoreLine Downlight es adecuada para sustituciones uno a uno de luminarias convencionales con un atractivo TCO que anima a los clientes a realizar el cambio a LED. Estas downlights empotrados distribuyen la luz de manera uniforme para su uso en aplicaciones de iluminación general. Además, ofrecen ahorros energéticos instantáneos y tienen una vida útil mucho más prolongada, lo que crea una solución respetuosa con el medio ambiente y con una buena relación calidad-precio. Las downlights empotradas CoreLine DN140B son fáciles de instalar gracias a su diámetro

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

P	11.5 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	1100 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	1100 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	95.7 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

Ficha de producto

Philips - RC505B 1 xLED66S/830 WB



a lo largo del carril o del eje central. Esto convierte a StoreSet en una herramienta verdaderamente flexible y no lineal para crear ambientes de tienda que venden.

CDL polar

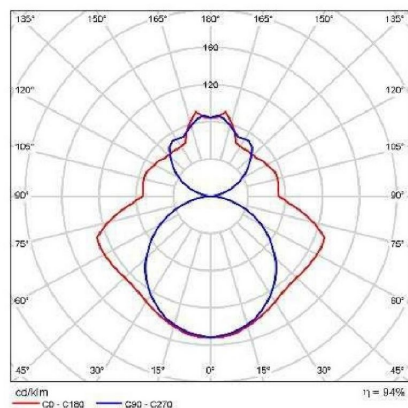
Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Philips StoreSet: crea los ambientes adecuados para las tiendas que hacen agradables las compras. Los destinos comerciales de hoy en día consisten en crear experiencias que atraigan y retengan a los clientes. StoreSet añade ambiente al establecimiento introduciendo contraste y rompiendo las tradicionales líneas continuas de luz. Una variedad de formas de haz, combinada con una excelente calidad de luz, garantizan que la mercancía cobre todo el protagonismo, al mismo tiempo que permite crear una variedad de ambientes diferentes. Los paneles StoreSet son ligeros y pueden conectarse fácilmente en carriles de alimentación o a un eje central Maxos fusion. La instalación es sencilla y, si las necesidades cambian, solo hay que adaptar la iluminación recolocando los paneles y las luminarias

P	50.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	6600 lm
$\Phi_{Luminaria}$	6593 lm
η	99.89 %
Rendimiento lumínico	131.9 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80

Ficha de producto

Philips - TMS022 2xTL-D58W



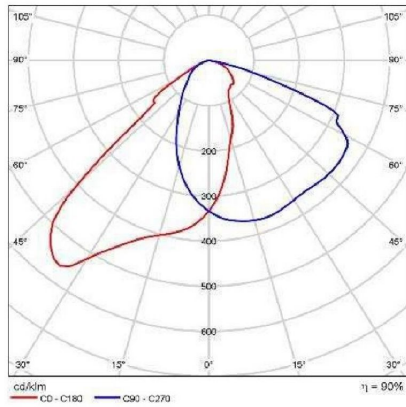
P	133.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	10300 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	9644 lm
η	93.63 %
Rendimiento lumínico	72.5 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100

CDL polar

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Ficha de producto

Philips - VGP704 T25 1 xLED101-4S/730 DPL1



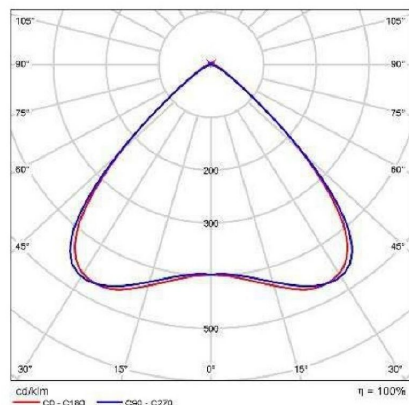
P	61.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	10000 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	9041 lm
η	90.41 %
Rendimiento lumínico	148.2 lm/W
CCT	3000 K
CRI	70

Luma gen2 Solar: uso de la energía solar para iluminación de calles. Cumple los objetivos de sostenibilidad de forma rápida y sencilla. Hemos actualizado la luminaria Luma gen2 preferida por los clientes para que funcione con energía solar. Diseño sin aletas, arquitectura preparada para el futuro,

mantenimiento sin complicaciones y el mejor rendimiento lumínico de su clase son algunas de las razones que nos hacen sentirnos orgullosos de Luma gen2 Solar. Analicemos en detalles todas las características en las que hemos trabajado para dar respuesta a tus necesidades de iluminación.

Ficha de producto

Philips - WT490C PSD EL3 L1800 1 xLED150S/830 WB



P	3.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	500 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	500 lm
η	99.97 %
Rendimiento lumínico	166.6 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80

Luminaria robusta y conectable con un rendimiento sobresaliente. Pacific LED Gen5 es una luminaria LED estanca innovadora y de alta gama que destaca por su óptimo rendimiento. Responde a los exigentes requisitos de las industrias rigurosas y actuales. Es una luminaria muy robusta, compacta y fiable con una excelente calidad de luz. Con un alto grado de protección mecánica (IK08), contra la entrada de agua y polvo (IP66) y combinado con una resistencia química demostrada, la Pacific LED gen5 puede soportar perfectamente las duras condiciones de las industrias de automoción, alimentarias y pesadas. Pero también ofrece un excelente rendimiento en garajes y almacenes.

Las luminarias Pacific LED Gen5 ofrecen una calidad de luz de nivel superior, sin artefactos y con una luz homogénea, se ofrecen con diversas ópticas y una amplia gama de flujos luminosos (hasta 15.000 lm). Esto garantiza una mayor flexibilidad a la hora de planificar un esquema de iluminación optimizado. Además, están diseñadas con un enfoque en economía circular, lo que significa que estas luminarias, totalmente reparables, pueden actualizarse para prolongar su ciclo de vida global.

Las luminarias destacan por su rápida y sencilla instalación que facilita el cableado y las diversas opciones de conexión y montaje.

Ficha de producto

Philips - WT490C PSD EL3 L1800 1 xLED150S/830 WB

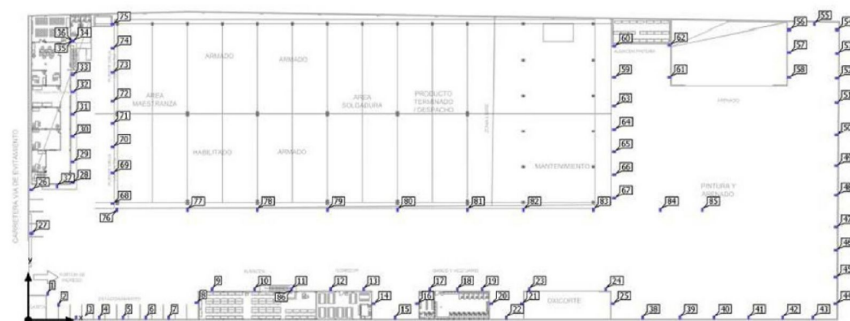
Pero también por su interesante coste total de propiedad, su eficiencia energética y su facilidad de mantenimiento, con la mínima interrupción de las operaciones en aplicaciones exigentes.

Para que la Pacific LED Gen5 sea aún más completa, la integración del sistema con Interact Pro brinda oportunidades adicionales para una eficiencia optimizada, ahorros energéticos, así como mejoras en la gestión de la luz, la productividad y la seguridad. Esto hace que esté preparada para el futuro en todos los aspectos.

Descubra Pacific LED Gen5. Rendimiento óptimo para entornos exigentes.

Terreno 1

Plano de situación de luminarias



Terreno 1

Plano de situación de luminarias

Fabricante	Philips	P	61.0 W
Nombre del artículo	VGP704 T25 1 xLED101-4S/730	ΦLuminaria	9041 lm
Lámpara	1x LED101-4S/730		

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
4.160 m	5.152 m	2.800 m	1
6.485 m	2.895 m	4.002 m	2
10.268 m	0.214 m	4.003 m	3
15.200 m	0.214 m	4.003 m	4
20.300 m	0.214 m	4.003 m	5
25.200 m	0.214 m	4.003 m	6

30.10	0.214	4.003 m	7
0 m	m		
36.32	3.600	4.003 m	8
1 m	m		
39.40	6.100	4.003 m	9
1 m	m		
<hr/>			
48.50	6.100	4.003 m	10
0 m	m		
<hr/>			
56.45	6.100	5.197 m	11
2 m	m		
<hr/>			
64.80	6.100	4.003 m	12
0 m	m		
<hr/>			
71.90	6.100	4.003 m	13
0 m	m		

Terreno 1

Plano de situación de luminarias

X	Y	Altura de montaje	Lumina ria
73.733 m	3.400 m	4.003 m	14
78.600 m	0.214 m	4.003 m	15
83.602 m	3.400 m	2.800 m	16
86.100 m	6.100 m	2.800 m	17
92.000 m	6.100 m	2.800 m	18
97.300 m	6.100 m	2.800 m	19
98.941 m	3.400 m	2.800 m	20
106.05 5 m	3.400 m	2.800 m	21
102.50 0 m	0.214 m	4.003 m	22
107.40 0 m	6.100 m	2.800 m	23

123.80	6.100	2.800 m	24
0 m	m		
125.02	3.400	2.800 m	25
5 m	m		
0.393	26.70	4.003 m	26
m	5 m		
0.393	17.80	4.003 m	27
m	0 m		
9.235	28.22	4.003 m	28
m	5 m		
9.235	32.50	4.003 m	29
m	0 m		
9.235	37.80	4.003 m	30
m	0 m		
9.235	42.50	4.003 m	31
m	0 m		
9.235	47.10	4.003 m	32
m	0 m		
9.235	50.70	4.003 m	33
m	0 m		
9.235	57.70	2.914 m	34
m	2 m		
9.235	57.70	5.967 m	35
m	2 m		

9.235	57.70	9.070 m	36
m	2 m		
6.177	27.71	4.003 m	37
m	5 m		

Terreno 1

Plano de situación de luminarias

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
131.695 m	0.236 m	4.003 m	38
139.700 m	0.236 m	4.003 m	39
147.000 m	0.236 m	4.003 m	40
154.400 m	0.236 m	4.003 m	41
161.700 m	0.236 m	4.003 m	42
168.200 m	0.236 m	4.003 m	43
173.282 m	3.398 m	4.003 m	44
173.315 m	8.900 m	4.003 m	45
173.352 m	14.400 m	4.003 m	46
173.386 m	19.000 m	4.003 m	47

173.419 m	25.600 m	4.003 m	48
173.456 m	31.700 m	4.003 m	49
173.503 m	38.100 m	4.003 m	50
173.537 m	44.900 m	4.003 m	51
173.574 m	50.000 m	4.003 m	52
173.624 m	55.100 m	4.003 m	53
173.600 m	59.900 m	4.003 m	54
168.500 m	61.367 m	4.003 m	55
162.809 m	59.900 m	4.003 m	56
162.809 m	55.300 m	4.003 m	57
162.809 m	50.200 m	4.003 m	58
125.300 m	50.200 m	4.003 m	59

125.300	56.645 m	4.003 m	60
m			
137.668	50.200 m	4.003 m	61
m			

Terreno 1

Plano de situación de luminarias

X	Y	Altura de montaje	Lumina ria
137.66 8 m	56.835 m	4.003 m	62
125.30 0 m	44.200 m	4.003 m	63
125.30 0 m	39.300 m	4.003 m	64
125.30 0 m	34.600 m	4.003 m	65
125.30 0 m	29.800 m	4.003 m	66
125.30 0 m	25.000 m	4.003 m	67
18.373 m	23.900 m	4.003 m	68
18.373 m	30.200 m	4.003 m	69
18.373 m	35.600 m	4.003 m	70
18.373 m	40.600 m	4.003 m	71

18.373 m	45.200 m	4.003 m	72
18.373 m	51.200 m	4.003 m	73
18.373 m	56.200 m	4.003 m	74
18.373 m	61.000 m	4.003 m	75
19.010 m	22.845 m	4.003 m	76
34.130 m	22.845 m	4.003 m	77
49.100 m	22.845 m	4.003 m	78
64.167 m	22.845 m	4.003 m	79
79.132 m	22.845 m	4.003 m	80
94.144 m	22.845 m	4.003 m	81
106.15 0 m	22.845 m	4.003 m	82
121.12 7 m	22.845 m	4.003 m	83

135.50	22.845 m	4.003 m	84
0 m			
144.50	22.845 m	4.003 m	85
0 m			

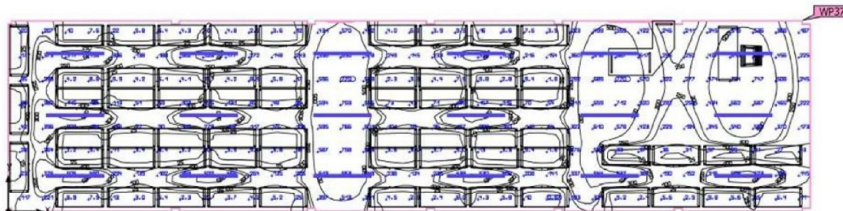
Terreno 1

Plano de situación de luminarias

X	Y	Altura de montaje	Luminaria		
56.45 2 m	6.10 0 m	2.31 4 m	<table border="1"><tr><td>8</td></tr><tr><td>6</td></tr></table>	8	6
8					
6					

Almacén · Almacén Piso 1 · Almacén Piso 1 (Escena de luz 1)

Resumen



Base 142.58 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 50.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 20.0 %

Altura de montaje 2.800 m

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Almacén · Almacén Piso 1 · Almacén Piso 1 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

			Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Ēperpendicular	229 lx \geq 500 lx	×				
g1	0.004 \geq 0.60	×					
			RUG, max	19	\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	1782 kWh/a	máx. 5000 kWh/a	✓
			5.05 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

2.21 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 5.698 m x 25.079 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ Rendimiento lumínico
------	------------	---------------------	-----------------	---	------------------------

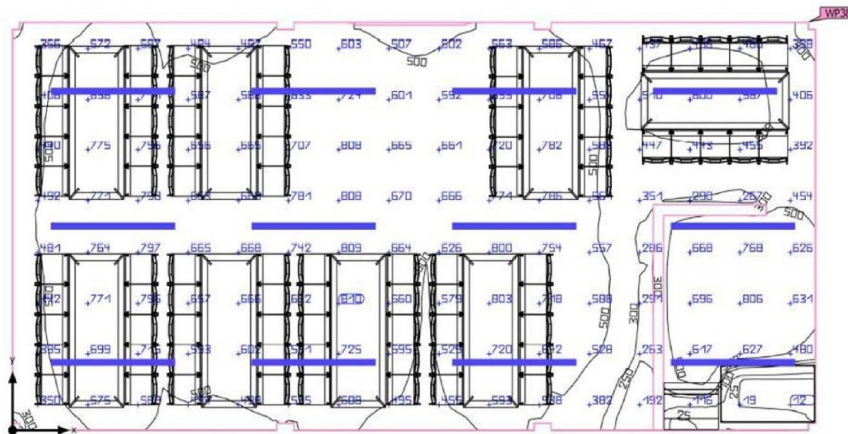
N° de artículo

18	Philips	4MX900 G3 L1800 1xLED48S/830	19	40.0 W4802 lm	120.0 lm/W
----	---------	------------------------------	----	---------------	------------

PSD WB

Almacén · Almacén Piso 1 · Comedor (Escena de luz 1)

Resumen



Base 66.54 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 50.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 20.0 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura de montaje 2.800 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Almacén · Almacén Piso 1 · Comedor (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados Tamaño Calculado Nominal Verificación Índice

Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	586 lx \geq 500 lx	✓	<input type="text" value="w"/>
g1	0.017	\geq 0.60	✗	<input type="text" value="w"/>
		RUG, max	19	\leq 19 ✓

Evaluación del deslumbramiento⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	1188 kWh/a	máx. 2350 kWh/a	✓
			7.21 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.23 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 5.700 m x 11.700 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

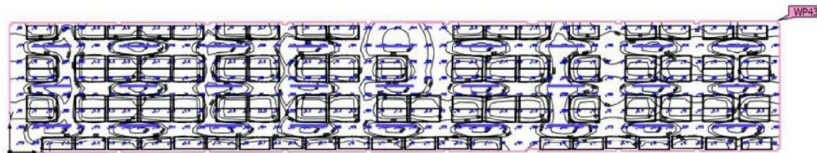
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento
Nº de artículo						lumínico
<hr/>						
12	Philips	4MX900 G3 L1800 1xLED48S/830	19	40.0 W4802 lm	120.0 lm/W	
PSD WB						

Almacén · Almacén Piso 2 · Almacén Piso 2 (Escena de luz 1)

Resumen



Base	209.96 m ²	Altura interior del local 2.800 m
Grado de reflexión	Techo: 70.0 %,	
Paredes: 50.0 %, Suelo: 20.0 %		Altura de montaje 2.800 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	
		Altura Plano útil 0.800 m
		Zona marginal Plano útil 0.000 m

Almacén · Almacén Piso 2 · Almacén Piso 2 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	⊥ perpendicular	172 lx \geq 500 lx	×		<input type="text" value="w"/>
g1	0.000 \geq 0.60	×			<input type="text" value="w"/>
	RUG, max	19	\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	2673 kWh/a	máx. 7350 kWh/a	✓
			5.14 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

2.99 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 36.929 m x 5.706 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

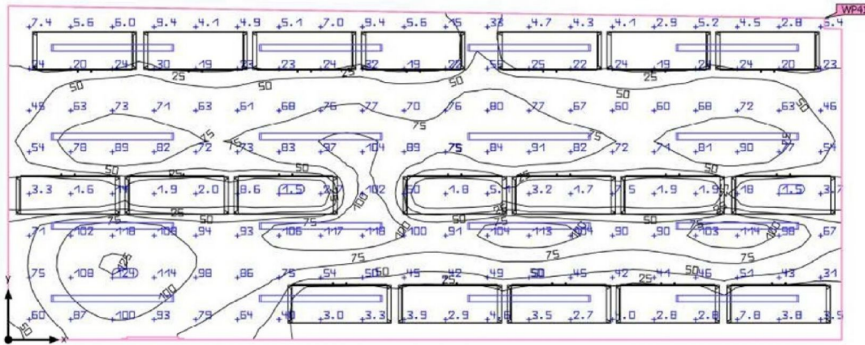
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	------------------------

27	Philips	4MX900 G3 L1800	1x	LED48S/830 PSD WB	19	40.0 W4802 lm	120.0 lm/
----	---------	-----------------	----	-------------------	----	---------------	-----------

Almacén Pinturas · Almacén Pintura · Almacén Pintura (Escena de luz 1)

Resumen



Base 57.52 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 34.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura de montaje 2.500 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Almacén Pinturas · Almacén Pintura · Almacén Pintura (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	⊥ perpendicular	49.1 lx \geq 500 lx	×	<input type="text" value="w"/>	
g1	0.001 \geq 0.60	×		<input type="text" value="w"/>	
	RUG, max	10	\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	119 kWh/a	máx. 2050 kWh/a	✓
			0.83 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.70 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 4.848 m x 12.100 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

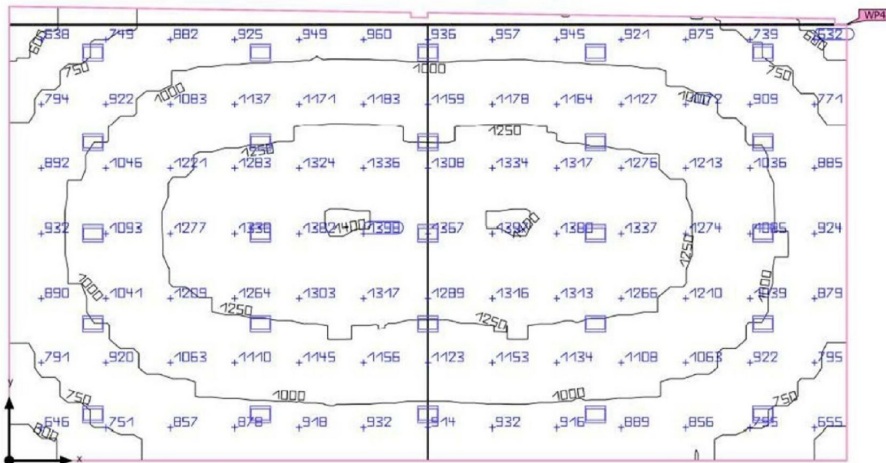
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

16	Philips	WT490C	PSD	EL3	L1800	1	xLED150S/830	WB	10	3.0	W	500	lm	166.6	lm/W
----	---------	--------	-----	-----	-------	---	--------------	----	----	-----	---	-----	----	-------	------

Arenado · Arenado · Arenado (Escena de luz 1)

Resumen



Base 324.96 m²

Altura interior del local 8.033 m – 10.800 m

Grado de reflexión Techo: 47.9 %,

Paredes: 34.7 %,

Suelo: 35.6 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura de montaje 8.298 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Arenado · Arenado · Arenado (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	1055 lx	≥ 500 lx	✓	g1
Potencia específica de conexión		11.08 W/m ²	–		≥ 0.60 ✗

1.05 W/m²/100 lx –

RUG, max 24 ≤ 19 ✗

Evaluación del deslumbramiento⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	8910 kWh/a	máx. 11400 kWh/a	✓
			11.08 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.05 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 24.700 m x 13.348 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

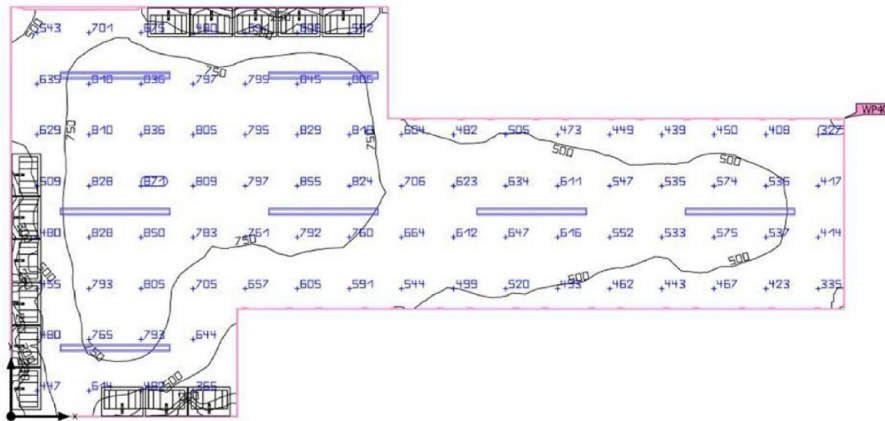
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
artículo								

25	Philips	BY481X	LED250S/840	WB SIA HE24	144.0	W	24989	lm 173.5 lm/W
----	---------	--------	-------------	-------------	-------	---	-------	---------------

Baños · Baño y Vestuario · Baño Hombres (Escena de luz 1)

Resumen



Base 43.60 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 20.0 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura de montaje 2.800 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Baños · Baño y Vestuario · Baño Hombres (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	625 lx \geq 500 lx	✓		
g1	0.21	≥ 0.60	✗		
	RUG, max	26	≤ 19	✗	

Evaluación del deslumbramiento⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	2304 kWh/a	máx. 1550 kWh/a	✗
			21.35 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

3.42 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 5.699 m x 11.600 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

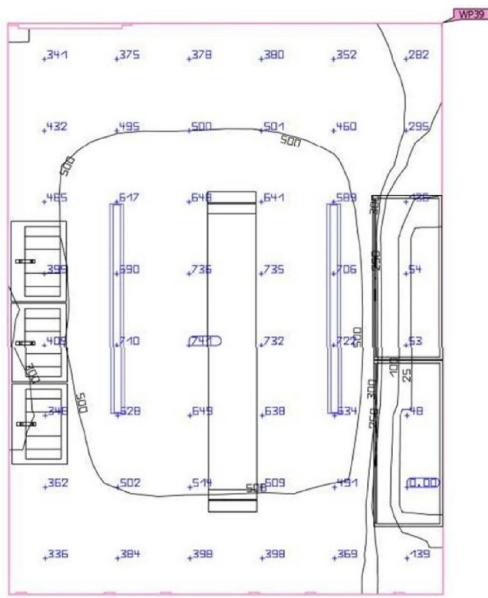
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
7	Philips	TMS022	2xTL-D58W	26	133.0 W	9644 lm	72.5 lm/W

Baños · Baño y Vestuario · Baño Mujeres (Escena de luz 1)

Resumen



Base 13.07 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 20.0 %

Altura de montaje 2.800 m

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Baños · Baño y Vestuario · Baño Mujeres (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Perpendicular	456 lx	≥ 500 lx	✗	<input type="text" value="w"/>
g1	0.00	≥ 0.60		✗	<input type="text" value="w"/>
	RUG, max	21	≤ 19	✗	

Evaluación del deslumbramiento⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	658 kWh/a	máx. 500 kWh/a	✗
			20.35 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

4.47 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 4.149 m x 3.150 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

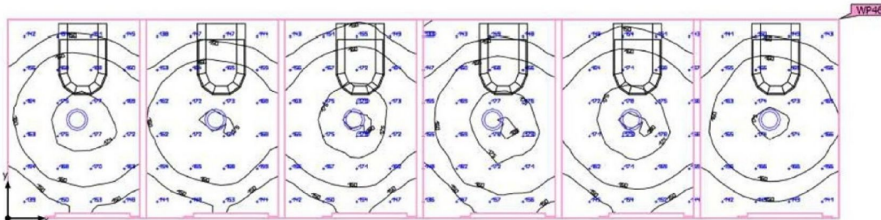
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	Philips	TMS022 2xTL-D58W	21	133.0 W	9644 lm	72.5 lm/W

Baños · Baño y Vestuario · Baños Hombres (Escena de luz 1)

Resumen



Base 9.45 m²

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 20.0 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.900 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Baños · Baño y Vestuario · Baños Hombres (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	⊥ perpendicular	161 lx	≥ 500 lx	✗	<input type="text" value="w"/>
g _i	0.80	≥ 0.60		✓	<input type="text" value="w"/>
	RUG, max	22	≤ 19	✗	

Evaluación del deslumbramiento⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	171 kWh/a	máx. 350 kWh/a	✓
			7.31 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

4.55 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 1.499 m x 6.300 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

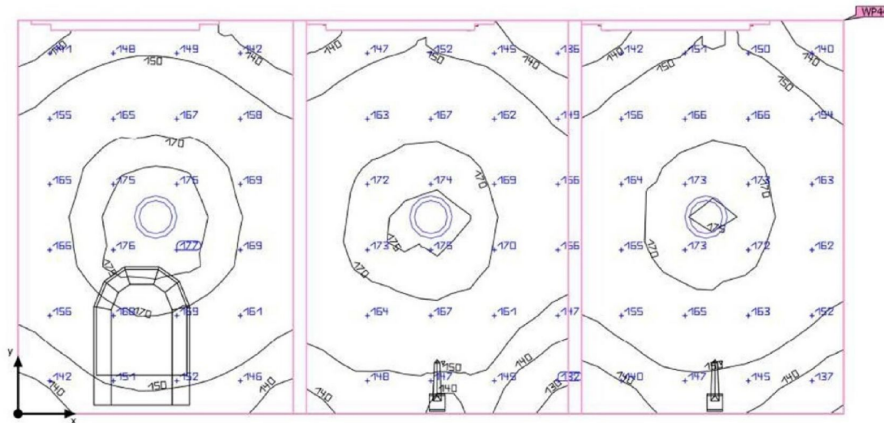
Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----------------	---	---	----------------------

artículo

6	Philips	DN140B	PSED-E	D162 1 xLED10S/840 WR	22	11.5	W1100 lm	95.7 lm/W
---	---------	--------	--------	-----------------------	----	------	----------	-----------

Baños · Baño y Vestuario · Baños Mujeres (Escena de luz 1)

Resumen



Base 4.72 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 20.0 %

Altura de montaje 2.900 m

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Baños · Baño y Vestuario · Baños Mujeres (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	⊥ perpendicular	158 lx \geq 500 lx	✗		<input type="text" value="w"/>
g_i	0.80	\geq 0.60	✓		<input type="text" value="w"/>
	RUG, max	21	\leq 19	✗	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	85.4 kWh/a	máx. 200 kWh/a	✓
			7.30 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

4.61 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 3.150 m x 1.500 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

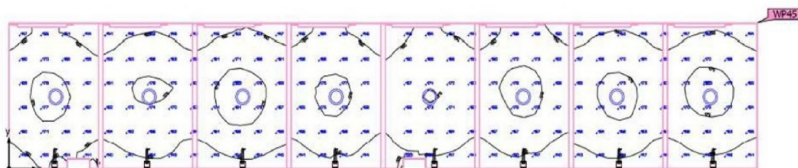
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----------------	---	------------------------

3	Philips	DN140B	PSED-E	D162 1 xLED10S/840 WR	21	11.5 W	1100 lm	95.7 lm/W
---	---------	--------	--------	-----------------------	----	--------	---------	-----------

Baños · Baño y Vestuario · Duchas Hombres (Escena de luz 1)

Resumen



Base 12.06 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 20.0 %

Altura de montaje 2.900 m

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Baños · Baño y Vestuario · Duchas Hombres (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	⊥ perpendicular	161 lx \geq 500 lx	×		<input type="text" value="w"/>
g1	0.51	\geq 0.60	×		<input type="text" value="w"/>
	RUG, max	22	\leq 19	×	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	228 kWh/a	máx. 450 kWh/a	✓
			7.63 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

4.74 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 1.450 m x 8.350 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

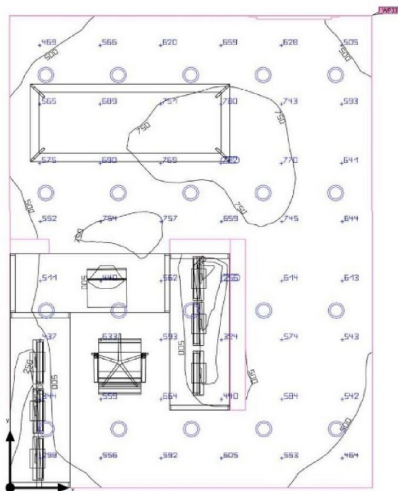
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----------------	---	---	----------------------

8	Philips	DN140B	PSED-E	D162 1 xLED10S/840 WR	22	11.5	W1100 lm	95.7 lm/W
---	---------	--------	--------	-----------------------	----	------	----------	-----------

Garita · Piso 1 · Garita (Escena de luz 1)

Resumen



Base 17.63 m²

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 20.0 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.900 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Garita · Piso 1 · Garita (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	595 lx \geq 500 lx	✓		
g1	0.32	≥ 0.60	✗		
	RUG, max	21	≤ 19	✗	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	[442.91 - 569.25] kWh/a	máx. 650 kWh/a	✓
			13.04 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

2.19 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 3.635 m x 4.852 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

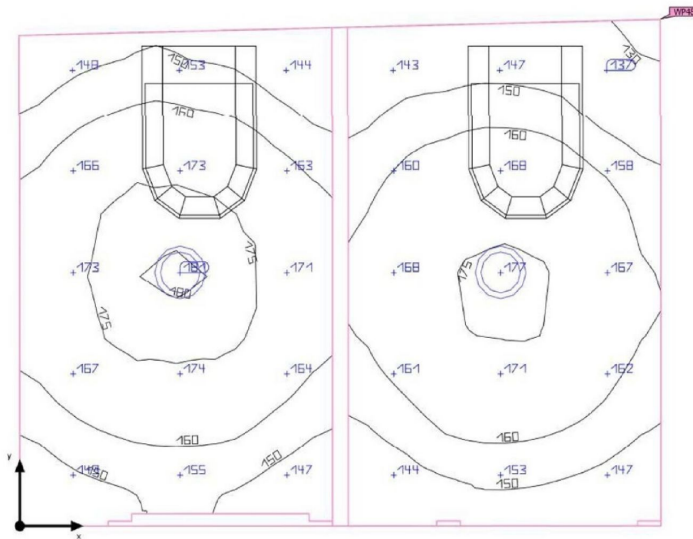
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
artículo								

20	Philips	DN140B	PSED-E	D162 1 xLED10S/840 WR	21	11.5	W1100	lm 95.7 lm/W
----	---------	--------	--------	-----------------------	----	------	-------	--------------

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Baño Hombre 1erP (Escena de luz 1)

Resumen



Base 3.12 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 44.2 %

Altura de montaje 2.900 m

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

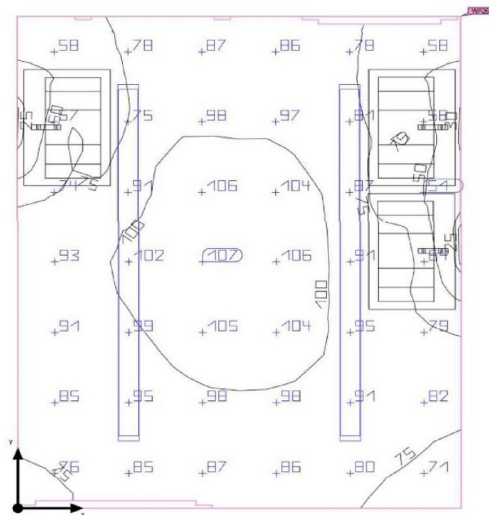
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ Rendimiento lumínico
artículo							

2	Philips	DN140B PSED-E	D162	1 xLED10S/840 WR	21	11.5 W	1100 lm	95.7 lm/W
---	---------	---------------	------	------------------	----	--------	---------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Baño Hombres (Escena de luz 1)

Resumen



Base 5.03 m²

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.800 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Baño Hombres (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Ēperpendicular	85.5 lx ≥ 500 lx	×		
g1	0.24	≥ 0.60	×		
	RUG, max	10	≤ 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	14.9 kWh/a	máx. 200 kWh/a	✓
			1.19 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.40 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 2.452 m x 2.050 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

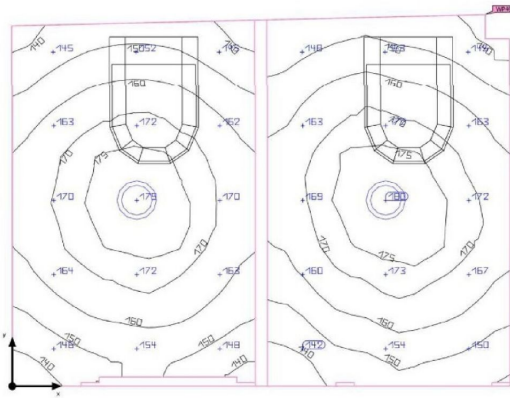
Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	---	----------------------

artículo

2	Philips	WT490C	PSD	EL3	L1800	1	xLED150S/830	WB	10	3.0	W	500	lm	166.6	lm/W
---	---------	--------	-----	-----	-------	---	--------------	----	----	-----	---	-----	----	-------	------

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Baño Mujer 1erP (Escena de luz 1)

Resumen



Base 3.11 m²

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.900 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Baño Mujer 1erP (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Ēperpendicular	161 lx \geq 500 lx		✗	
g _i	0.83	\geq 0.60		✓	
			RUG, max	21	\leq 19 ✗

Evaluación del deslumbramiento⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	56.9 kWh/a	máx. 150 kWh/a	✓
			7.38 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

4.59 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 1.546 m x 2.050 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

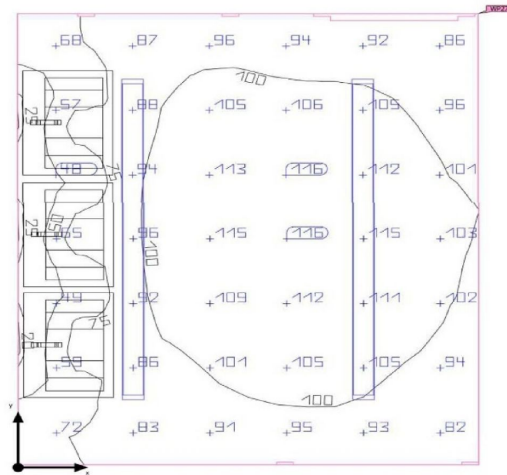
Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	------------------------

artículo

2	Philips	DN140B	PSED-E	D162 1 xLED10S/840 WR	21	11.5 W	1100 lm	95.7 lm/W
---	---------	--------	--------	-----------------------	----	--------	---------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Baño mujeres (Escena de luz 1)

Resumen



Base 5.13 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 62.2 %,

Suelo: 44.2 %

Altura de montaje 2.800 m

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Baño mujeres (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Ēperpendicular	92.8 lx ≥ 500 lx	×		
g1	0.21	≥ 0.60	×		
	RUG, max	10	≤ 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	14.9 kWh/a	máx. 200 kWh/a	✓
			1.17 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.26 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 2.504 m x 2.050 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

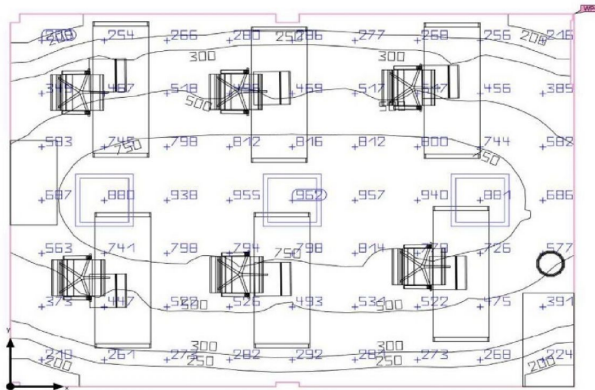
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----------------	---	---	----------------------

Philips	WT490C PSD EL3 L1800	1	x	LED150S/830 WB	10	3.0 W	500 lm	166.6 lm/W
---------	----------------------	---	---	----------------	----	-------	--------	------------

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Oficina Área Calidad (Escena de luz 1)

Resumen



Base 26.57 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura de montaje 2.875 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Oficina Área Calidad (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	543 lx \geq 500 lx	✓		
g1	0.30	\geq 0.60	✗		
	RUG, max	17	\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	557 kWh/a	máx. 950 kWh/a	✓
			8.47 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.56 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 4.400 m x 6.050 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

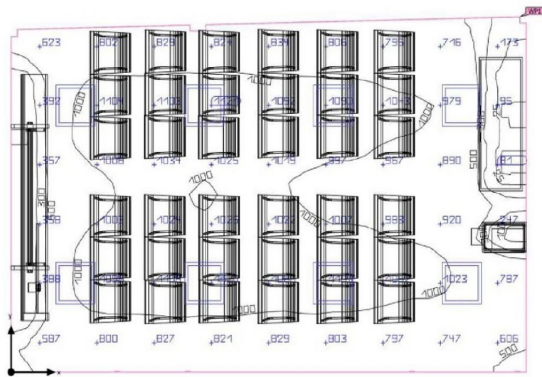
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
				artículo				

Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940	AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---------	--------	--------	-------------	---------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Oficina de Reuniones (Escena de luz 1)

Resumen



Base 42.71 m²

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.875 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Oficina de Reuniones (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
--	--------	-----------	---------	--------------	--------

					W
--	--	--	--	--	---

Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	841 lx \geq 500 lx			✓
------------	----------------------------------	----------------------	--	--	---

g1	0.015	\geq 0.60			✗
----	-------	-------------	--	--	---

RUG, max	17	\leq 19			✓
----------	----	-----------	--	--	---

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	1485 kWh/a	máx. 1500 kWh/a		✓
-----------------------------------	---------	------------	-----------------	--	---

14.05 W/m² –

Local Potencia específica de conexión

1.67 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 8.200 m x 5.308 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

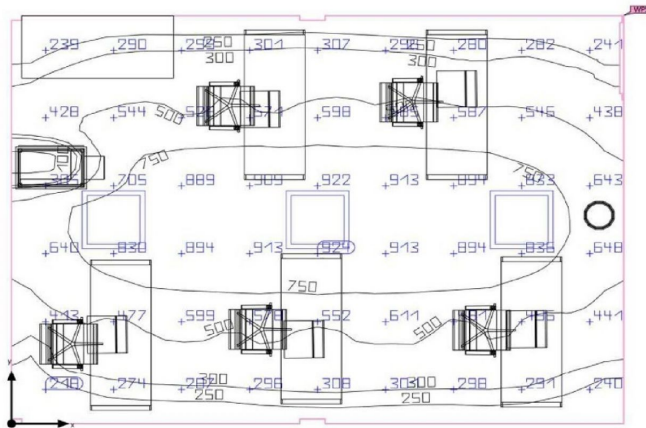
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

artículo

8	Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940 AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---	---------	--------	--------	---------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Oficina jefe de Planta (Escena de luz 1)

Resumen



Base 26.28 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 44.2 %

Altura de montaje 2.875 m

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Oficina jefe de Planta (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
--	--------	-----------	---------	--------------	--------

W

Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	539 lx \geq 500 lx			✓
------------	----------------------------------	----------------------	--	--	---

g1	0.100	\geq 0.60			✗
----	-------	-------------	--	--	---

RUG, max	17	\leq 19			✓
----------	----	-----------	--	--	---

W

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	557 kWh/a	máx. 950 kWh/a		✓
-----------------------------------	---------	-----------	----------------	--	---

8.56 W/m² –

Local Potencia específica de conexión

1.59 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 6.050 m x 4.350 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

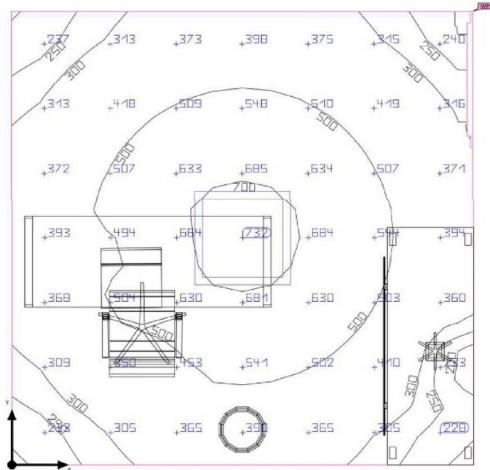
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
artículo								

3	Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940 AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---	---------	--------	--------	---------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Oficina jefe Seguridad (Escena de luz 1)

Resumen



Base 9.00 m²

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.875 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Oficina jefe Seguridad (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Perpendicular	441 lx \geq 500 lx	×		
g1	0.33	\geq 0.60	×		
	RUG, max	17	\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	186 kWh/a	máx. 350 kWh/a	✓
			8.33 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.89 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 3.000 m x 3.000 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

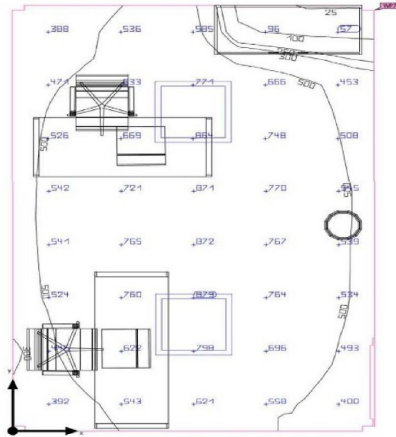
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	-----------------------------

artículo

Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940	AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---------	--------	--------	-------------	---------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Oficina jefe Unidades Móviles (Escena de luz 1)

Resumen



Base 12.81 m²

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.875 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Oficina jefe Unidades Móviles (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	595 lx \geq 500 lx	✓		
g1	0.039	\geq 0.60	✗		
	RUG, max	17	\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	371 kWh/a	máx. 450 kWh/a	✓
			11.71 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.97 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 4.350 m x 2.950 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

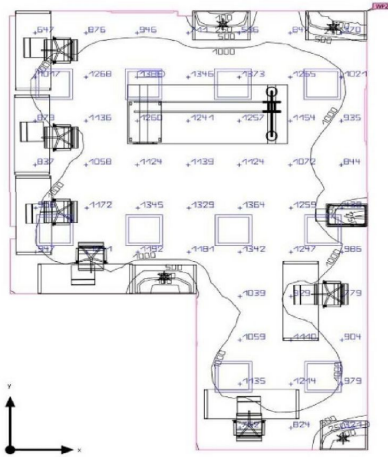
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

artículo

	Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940 AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
--	---------	--------	--------	---------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Oficina Seguridad (Escena de luz 1)

Resumen



Base 43.57 m²

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.875 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Oficina Seguridad (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
--	--------	-----------	---------	--------------	--------

Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	1009 lx	≥ 500 lx	✓	
g1	0.031	≥ 0.60		✗	
	RUG, max	17	≤ 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	1856 kWh/a	máx. 1550 kWh/a	✗
			17.22 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.71 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 8.851 m x 6.050 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

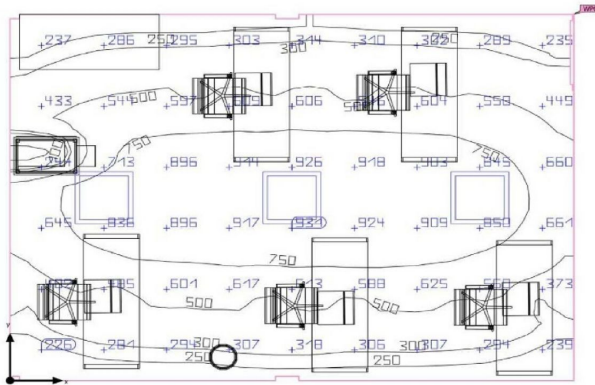
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

artículo

10	Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940 AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
----	---------	--------	--------	---------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Oficina Unidades Móviles (Escena de luz 1)

Resumen



Base 26.28 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.1 %,

Suelo: 44.2 %

Altura de montaje 2.875 m

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Oficina Unidades Móviles (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
--	--------	-----------	---------	--------------	--------

					w
--	--	--	--	--	---

Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	548 lx \geq 500 lx			✓
------------	----------------------------------	----------------------	--	--	---

g1	0.11	\geq 0.60			✗
----	------	-------------	--	--	---

					w
RUG, max	17	\leq 19			✓

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	557 kWh/a	máx. 950 kWh/a		✓
			8.56 W/m ²		–

Local Potencia específica de conexión

1.56 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 6.050 m x 4.350 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

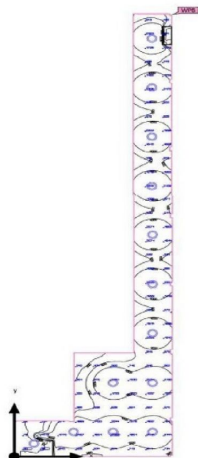
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	------------------------

artículo

3	Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940 AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---	---------	--------	--------	---------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Pasadizo Piso 1 (Escena de luz 1)

Resumen



Base 87.51 m²

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.2 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.800 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 1 · Pasadizo Piso 1 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	1156 lx	≥ 500 lx	✓	
g1	0.004	≥ 0.60		✗	
			RUG, max	20	≤ 19 ✗

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾ Consumo máx. 3100 kWh/a ✓
[1479.98 - 2348.78] kWh/a

Local Potencia específica de conexión 10.84 W/m² –

0.94 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 29.451 m x 8.200 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
artículo								

13	Philips	BY120P G4 LED100S/840 NB SRD H4	20	73.0 W 10500 lm	143.8	lm/W		
----	---------	---------------------------------	----	-----------------	-------	------	--	--

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Almacén (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Perpendicular	266 lx \geq 500 lx	×		
g_1	0.88	\geq 0.60	✓		
				RUG, max	21 \leq 19
					×

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	28.5 kWh/a	máx. 100 kWh/a	✓
			8.21 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

3.09 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 1.175 m x 1.201 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

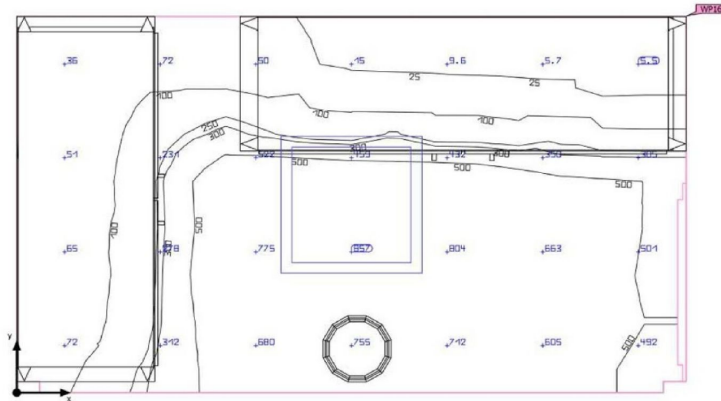
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
				artículo				

1	Philips	DN140B	PSED-E	D162	1	xLED10S/840	WR	21	11.5	W1100	lm	95.7	lm/W
---	---------	--------	--------	------	---	-------------	----	----	------	-------	----	------	------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Almacén (Escena de luz 1)

Resumen



Base 5.01 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 85.0 %,

Paredes: 77.0 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura de montaje 2.875 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Almacén (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
--	--------	-----------	---------	--------------	--------

					w
Plano útil	Perpendicular	363 lx \geq 500 lx		✗	
g1	0.007 \geq 0.60			✗	
					w
	RUG, max	17	\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	186 kWh/a	máx. 200 kWh/a	✓
			14.96 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

4.11 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 2.950 m x 1.703 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

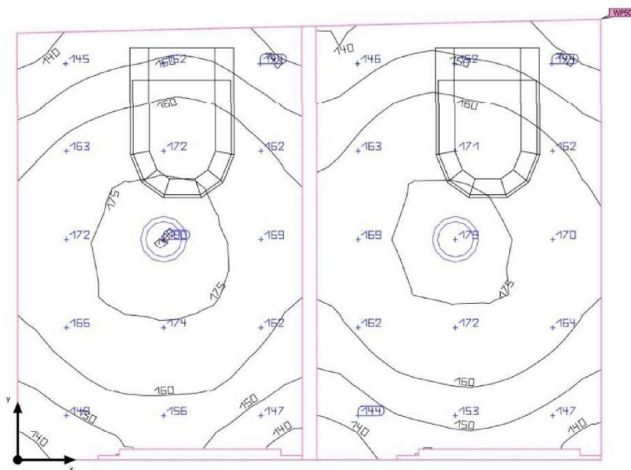
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
				artículo				

Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940	AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/
---------	--------	--------	-------------	---------	----	------	----------	----------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Baño Hombre 2doP (Escena de luz 1)

Resumen



Base 3.12 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 44.2 %

Altura de montaje 2.900 m

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Lista de luminarias

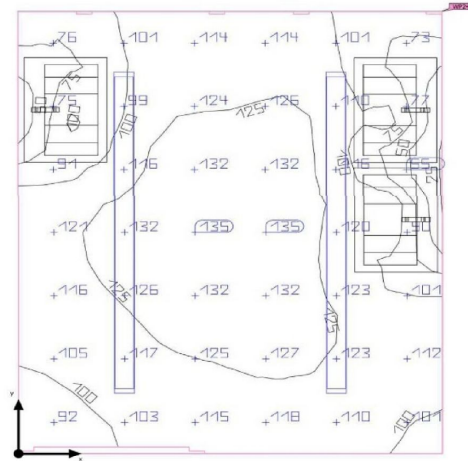
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

artículo

Philips		DN140B	PSED-E	D162 1 xLED10S/840 WR	21	11.5 W	1100 lm	95.7 lm/W
---------	--	--------	--------	-----------------------	----	--------	---------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Baño Hombres 2do Piso (Escena de luz 1)

Resumen



Base 5.03 m²

Grado de reflexión Techo: 85.0 %,

Paredes: 77.0 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.800 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Lista de luminarias

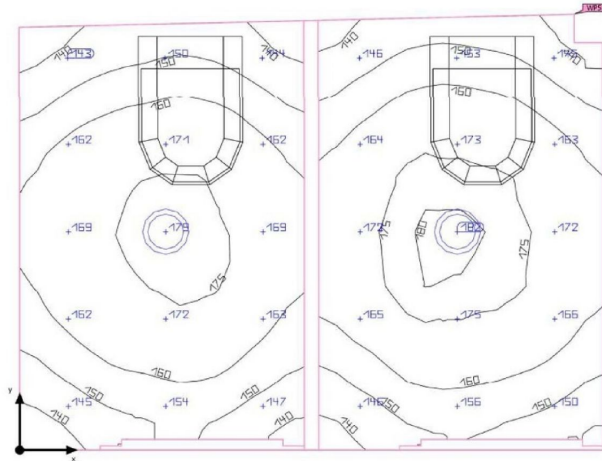
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

artículo

2	Philips	WT490C	PSD	EL3	L1800	1	xLED150S/830	WB	10	3.0	W	500	lm	166.6	lm/W
---	---------	--------	-----	-----	-------	---	--------------	----	----	-----	---	-----	----	-------	------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Baño Mujer 2doP (Escena de luz 1)

Resumen



Base 3.11 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 44.2 %

Altura de montaje 2.900 m

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Lista de luminarias

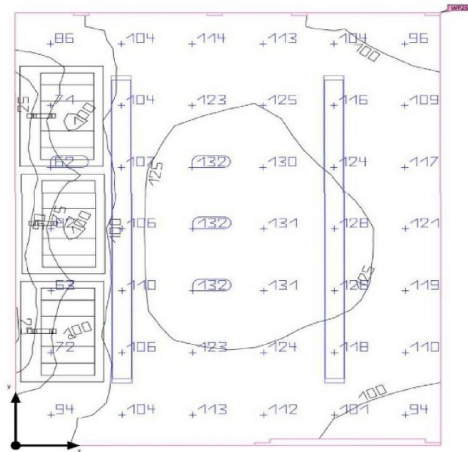
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

artículo

2	Philips	DN140B	PSED-E	D162 1 xLED10S/840 WR	21	11.5	W1100 lm	95.7 lm/W
---	---------	--------	--------	-----------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Baño Mujeres 2do Piso (Escena de luz 1)

Resumen



Base 5.13 m²

Grado de reflexión Techo: 85.0 %,

Paredes: 77.0 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.800 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Baño Mujeres 2do Piso (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Perpendicular	109 lx \geq 500 lx	×		
g1	0.20	\geq 0.60	×		
	RUG, max	10	\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	14.9 kWh/a	máx. 200 kWh/a	✓
			1.17 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.07 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 2.050 m x 2.504 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

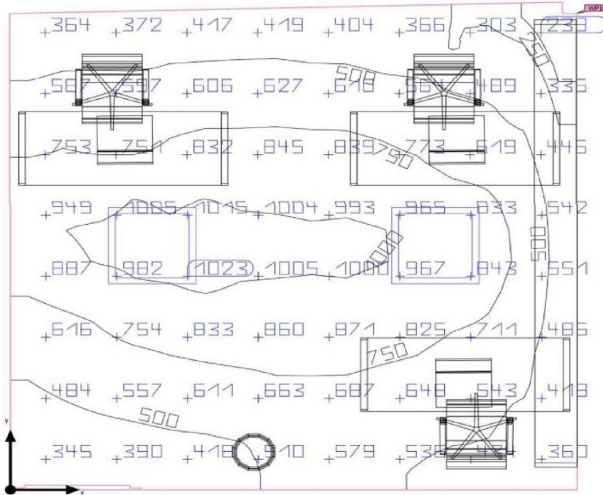
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

artículo

2	Philips	WT490C	PSD	EL3	L1800	1	xLED150S/830	WB	10	3.0	W	500	lm	166.6	lm/W
---	---------	--------	-----	-----	-------	---	--------------	----	----	-----	---	-----	----	-------	------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Administradoras (Escena de luz 1)

Resumen



Base 15.89 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 85.0 %,

Paredes: 77.1 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura de montaje 2.875 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Administradoras (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	658 lx \geq 500 lx	✓		
g1	0.28	\geq 0.60	✗		
	RUG, max	17	\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	371 kWh/a	máx. 600 kWh/a	✓
			9.44 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.43 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 4.025 m x 3.996 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

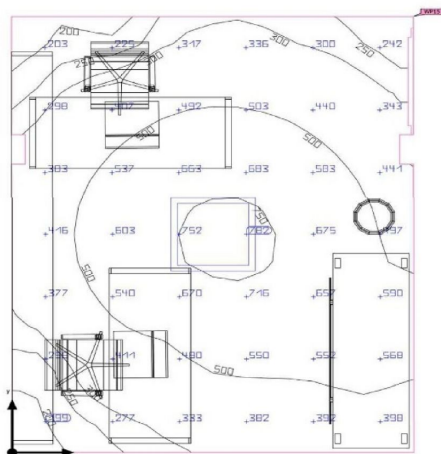
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

artículo

2	Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940 AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---	---------	--------	--------	---------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Administrativa (Escena de luz 1)

Resumen



Base 10.86 m²

Grado de reflexión Techo: 85.0 %,

Paredes: 77.0 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.875 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Administrativa (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Perpendicular	465 lx \geq 500 lx	×		
g1	0.34	\geq 0.60	×		
	RUG, max	17	\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	186 kWh/a	máx. 400 kWh/a	✓
			6.91 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.49 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 3.697 m x 2.950 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

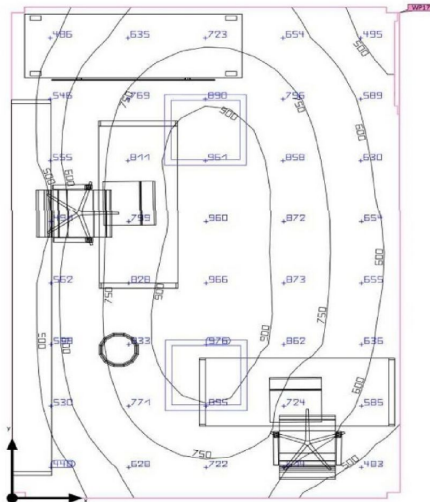
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

artículo

Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940	AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---------	--------	--------	-------------	---------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Administrativa (Escena de luz 1)

Resumen



Base 12.81 m²

Grado de reflexión Techo: 85.0 %,

Paredes: 77.0 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.875 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Administrativa (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
					<input type="text" value="w"/>
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	707 lx \geq 500 lx		✓	
g1	0.41	\geq 0.60		✗	
	RUG, max	17			<input type="text" value="w"/>
			\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	371 kWh/a	máx. 450 kWh/a	✓
			11.71 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.66 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 4.350 m x 2.950 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

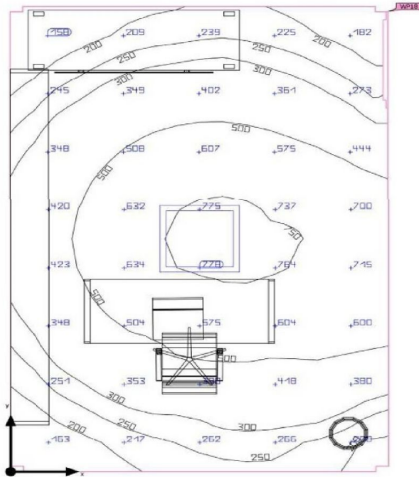
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

artículo

Philips		CR436B	W62L62	1xLED88/940 AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---------	--	--------	--------	---------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Administrativa (Escena de luz 1)

Resumen



Base 12.81 m²

Grado de reflexión Techo: 85.0 %,

Paredes: 77.0 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.875 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Lista de luminarias

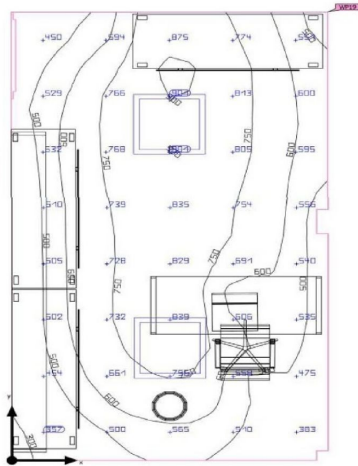
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

artículo

Philips		CR436B	W62L62	1xLED88/940 AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---------	--	--------	--------	---------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Administrativa (Escena de luz 1)

Resumen



Base 12.77 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 85.0 %,

Paredes: 77.1 %,

Suelo: 44.2 %

Altura de montaje 2.875 m

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Administrativa (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	639 lx	≥ 500 lx	✓	
g1	0.40	≥ 0.60		✗	
	RUG, max	17	≤ 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	[233.93 - 371.25] kWh/a	máx. 450 kWh/a	✓
			11.75 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.84 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 4.656 m x 2.750 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

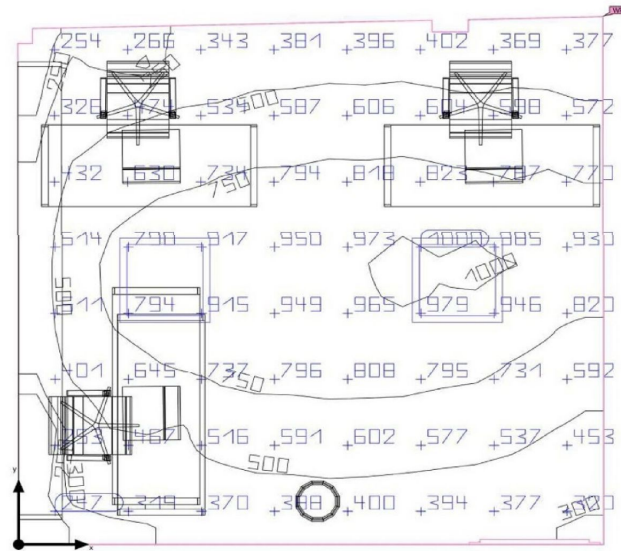
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	-----------------------------

artículo

Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940	AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---------	--------	--------	-------------	---------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Asistente Social (Escena de luz 1)

Resumen



Base 15.48 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 85.0 %,

Paredes: 69.5 %,

Suelo: 44.2 %

Altura de montaje 2.875 m

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Asistente Social (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	617 lx \geq 500 lx	✓		
g1	0.23	\geq 0.60	✗		
	RUG, max	17	\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	371 kWh/a	máx. 550 kWh/a	✓
			9.69 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.57 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 4.025 m x 3.901 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

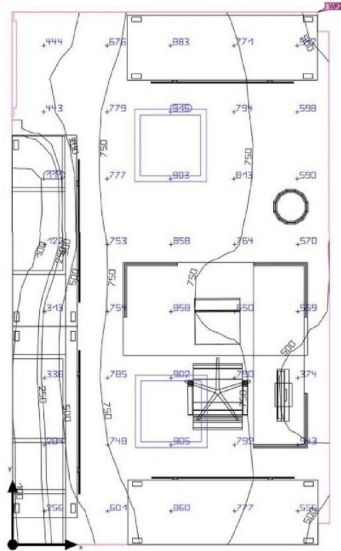
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

artículo

2	Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940 AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---	---------	--------	--------	---------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Gerencia (Escena de luz 1)

Resumen



Base 12.62 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 85.0 %,

Paredes: 77.1 %,

Suelo: 44.2 %

Altura de montaje 2.875 m

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Gerencia (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	647 lx \geq 500 lx	✓		
g1	0.095	\geq 0.60	✗		
	RUG, max	17	\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	[233.93 - 371.25] kWh/a	máx. 450 kWh/a	✓
			11.89 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.84 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 2.750 m x 4.600 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

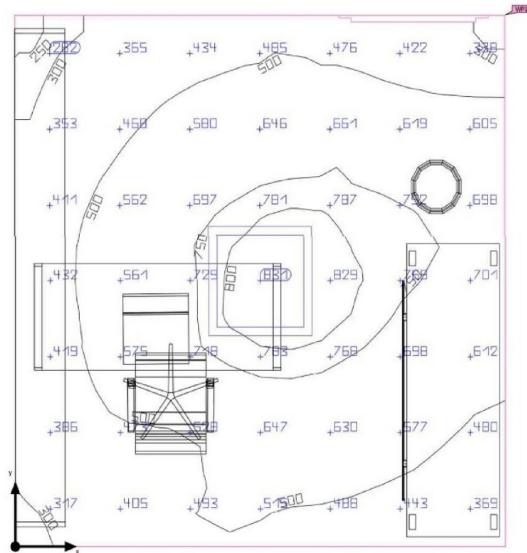
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
				artículo				

2	Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940 AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---	---------	--------	--------	---------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina jefe Mtto (Escena de luz 1)

Resumen



Base 8.85 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 85.0 %,

Paredes: 77.1 %,

Suelo: 44.2 %

Altura de montaje 2.875 m

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina jefe Mtto (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	564 lx \geq 500 lx	✓		
g1	0.41	\geq 0.60	✗		
	RUG, max	17	\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	186 kWh/a	máx. 350 kWh/a	✓
			8.47 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.50 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 3.000 m x 2.950 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

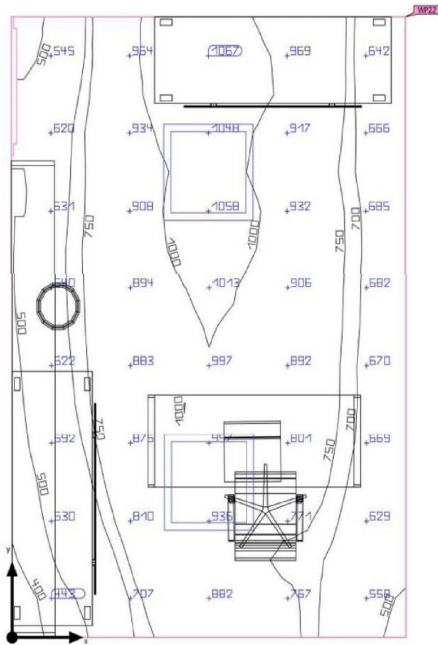
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
				artículo				

Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940	AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---------	--------	--------	-------------	---------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina jefe Proyectos (Escena de luz 1)

Resumen



Base 11.09 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 85.0 %,

Paredes: 77.1 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura de montaje 2.875 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

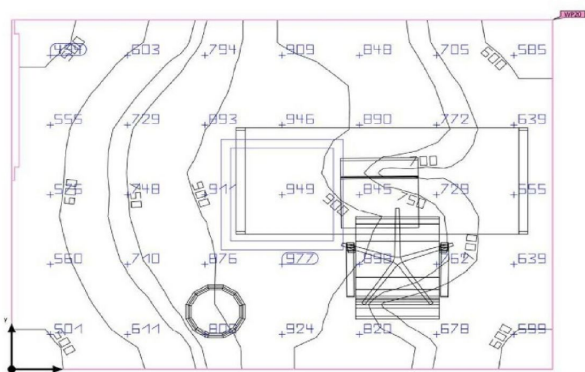
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
artículo								

Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940	AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---------	--------	--------	-------------	---------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Logística (Escena de luz 1)

Resumen



Base 5.39 m²

Grado de reflexión Techo: 85.0 %,

Paredes: 77.2 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.875 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Logística (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados Tamaño Calculado Nominal Verificación Índice

W

Plano útil $\bar{E}_{\text{perpendicular}}$ 749 lx \geq 500 lx ✓

g_i 0.63 \geq 0.60 ✓

W

RUG, max 17 \leq 19 ✓

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾ Consumo [116.96 - 185.63] kWh/a máx. 200 kWh/a ✓
13.91 W/m² –

Local Potencia específica de conexión

1.86 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 2.750 m x 1.961 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

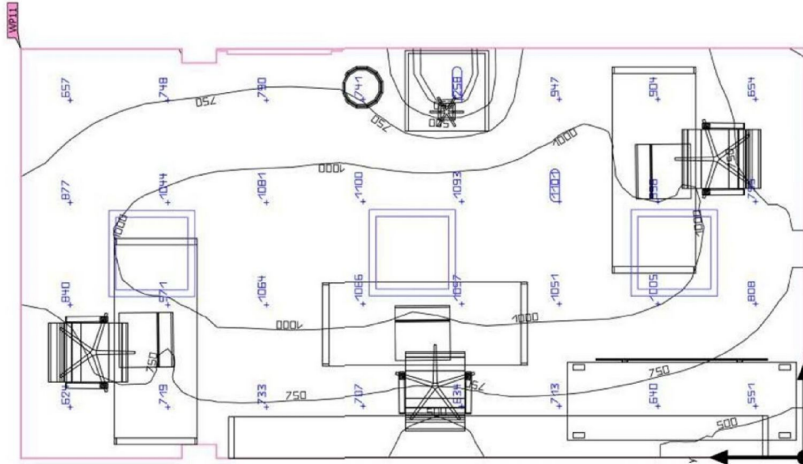
Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----------------	---	------------------------

artículo

1	Philips CR436B W62L62	1xLED88/940 AC-	MLO		17	75.0 W6293 lm	83.9 lm/W
---	-----------------------	-----------------	-----	--	----	---------------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Planeamiento Mtto (Escena de luz 1)

Resumen



Base 16.65 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 85.0 %,

Paredes: 77.1 %,

Suelo: 44.2 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura de montaje 2.875 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Planeamiento Mtto (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	840 lx \geq 500 lx	✓		
g1	0.14	\geq 0.60	✗		
	RUG, max	17	\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	557 kWh/a	máx. 600 kWh/a	✓
			13.51 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.61 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 5.663 m x 2.950 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

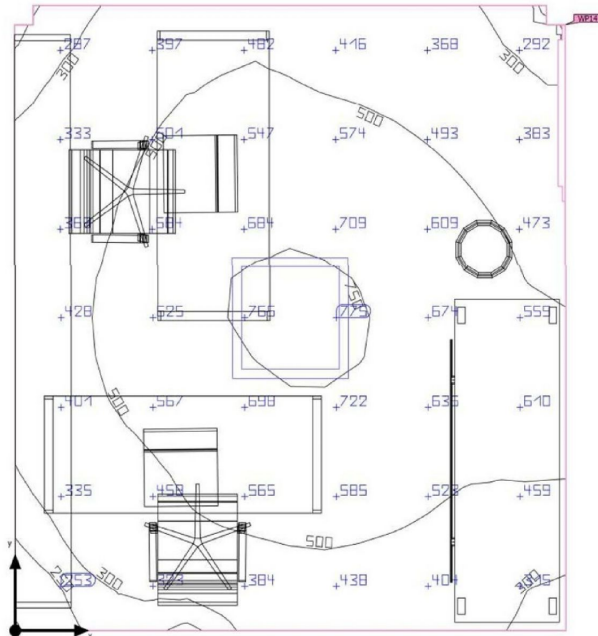
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
				artículo				

3	Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940 AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---	---------	--------	--------	---------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Residente Marcobre (Escena de luz 1)

Resumen



Base 9.42 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 85.0 %,

Paredes: 77.1 %,

Suelo: 44.2 %

Altura de montaje 2.875 m

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Lista de luminarias

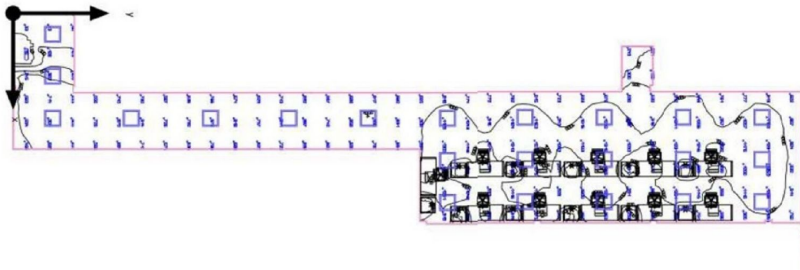
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

artículo

1	Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940 AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---	---------	--------	--------	---------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Supervisores Gral. (Escena de luz 1)

Resumen



Base 120.32 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 85.0 %,

Paredes: 77.1 %,

Suelo: 44.2 %

Altura de montaje 2.875 m

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 2 · Oficina Supervisores Gral. (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados Tamaño Calculado Nominal Verificación Índice

					w
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	842 lx \geq 500 lx	✓		w
g1	0.013	\geq 0.60	✗		
				RUG, max	17 \leq 19 ✓

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	máx. 4250 kWh/a	✓
		[2641.87 - 4083.75] kWh/ a	

Local Potencia específica de conexión	13.71 W/m ² –
---------------------------------------	--------------------------

1.63 W/m ² /100 lx	–
-------------------------------	---

Basado en un espacio rectangular de 31.344 m x 7.609 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

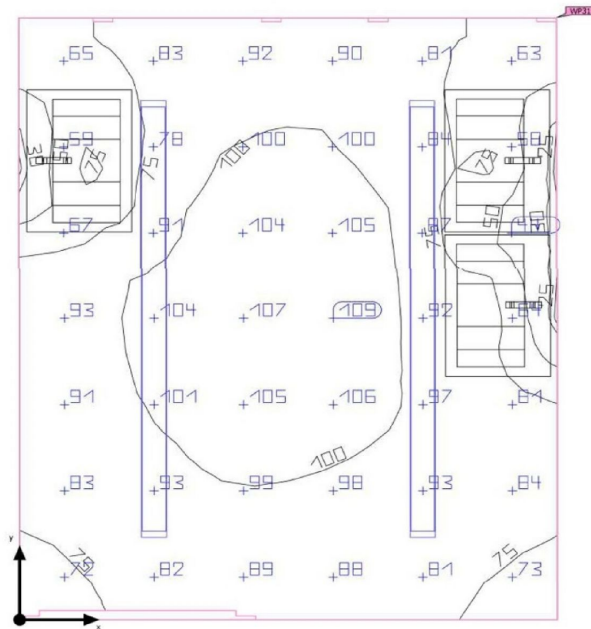
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
artículo								

22	Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940 AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
----	---------	--------	--------	---------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 3 · Baño Hombre 3er Piso (Escena de luz 1)

Resumen



Base 5.03 m²

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 75.6 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.800 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 3 · Baño Hombre 3er Piso (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
					w
Plano útil	Perpendicular	86.5 lx \geq 500 lx		✗	
g1	0.27	\geq 0.60		✗	
	RUG, max	10		w	\leq 19 ✓

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	14.9 kWh/a	máx. 200 kWh/a	✓
			1.19 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.38 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 2.452 m x 2.050 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

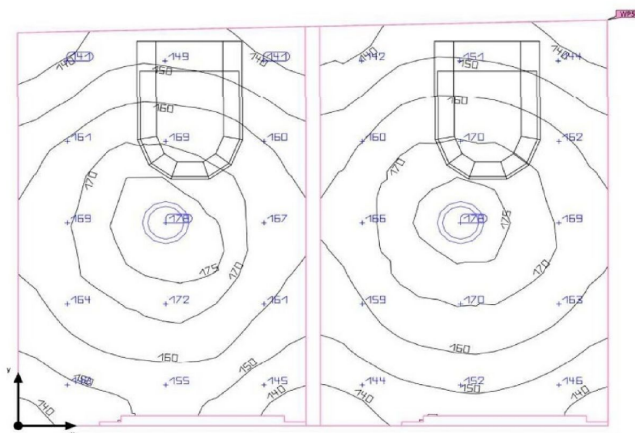
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

artículo

2	Philips	WT490C	PSD	EL3	L1800	1	xLED150S/830	WB	10	3.0	W	500	lm	166.6	lm/W
---	---------	--------	-----	-----	-------	---	--------------	----	----	-----	---	-----	----	-------	------

Oficinas · Oficinas Piso 3 · Baño Hombre 3erP (Escena de luz 1)

Resumen



Base 3.12 m²

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 20.0 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.900 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 3 · Baño Hombre 3erP (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados Tamaño Calculado Nominal Verificación Índice

				w
Plano útil	⊥ perpendicular	159 lx ≥ 500 lx	✗	
g _i	0.83 ≥ 0.60		✓	
		RUG, max	21	w
			≤ 19	✗

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	56.9 kWh/a	máx. 150 kWh/a	✓
			7.36 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

4.62 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 2.050 m x 1.548 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----------------	---	------------------------

2	Philips	DN140B	PSED-E	D162 1 xLED10S/840 WR	21	11.5 W	1100 lm	95.7 lm/W
---	---------	--------	--------	-----------------------	----	--------	---------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 3 · Baño Mujer 3er Piso (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Perpendicular	86.2 lx \geq 500 lx	×		
g1	0.22	\geq 0.60	×		
	RUG, max	10	\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	14.9 kWh/a	máx. 200 kWh/a	✓
			1.17 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.36 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 2.504 m x 2.050 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

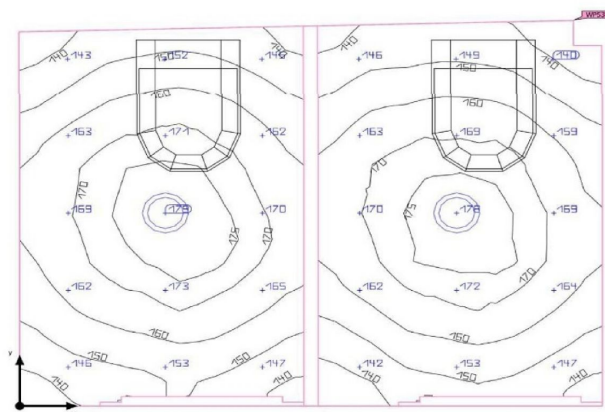
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

2	Philips	WT490C	PSD	EL3	L1800	1	xLED150S/830	WB	10	3.0	W	500	lm	166.6	lm/W
---	---------	--------	-----	-----	-------	---	--------------	----	----	-----	---	-----	----	-------	------

Oficinas · Oficinas Piso 3 · Baño Mujer 3erP (Escena de luz 1)

Resumen



Base 3.11 m²

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 20.0 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 2.800 m

Altura de montaje 2.900 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 3 · Baño Mujer 3erP (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados Tamaño Calculado Nominal Verificación Índice

w

Plano útil \bar{E} perpendicular 160 lx \geq 500 lx ✗ w

g_l 0.83 \geq 0.60 ✔

RUG, max 21 \leq 19 ✗

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾ Consumo 56.9 kWh/a máx. 150 kWh/a ✔

7.39 W/m² –

Local Potencia específica de conexión

4.62 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 2.050 m x 1.546 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

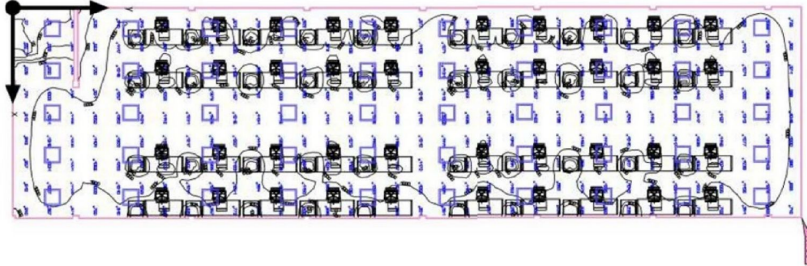
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
				artículo				

2	Philips	DN140B	PSED-E	D162 1 xLED10S/840 WR	21	11.5	W1100 lm	95.7 lm/W
---	---------	--------	--------	-----------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 3 · Oficina Cadistas (Escena de luz 1)

Resumen



Base 251.39 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 75.6 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura de montaje 2.875 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 3 · Oficina Cadistas (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados Tamaño Calculado Nominal Verificación Índice

w

Plano útil $\bar{E}_{\text{perpendicular}}$ 1018 lx ≥ 500 lx ✓

g1 0.018 ≥ 0.60 ✗

w
RUG, max 17 ≤ 19 ✓

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾ Consumo máx. 8800 kWh/a ✗
[5848.20 - 9281.25] kWh/a

Local Potencia específica de conexión 14.92 W/m² –

1.47 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 30.763 m x 8.200 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

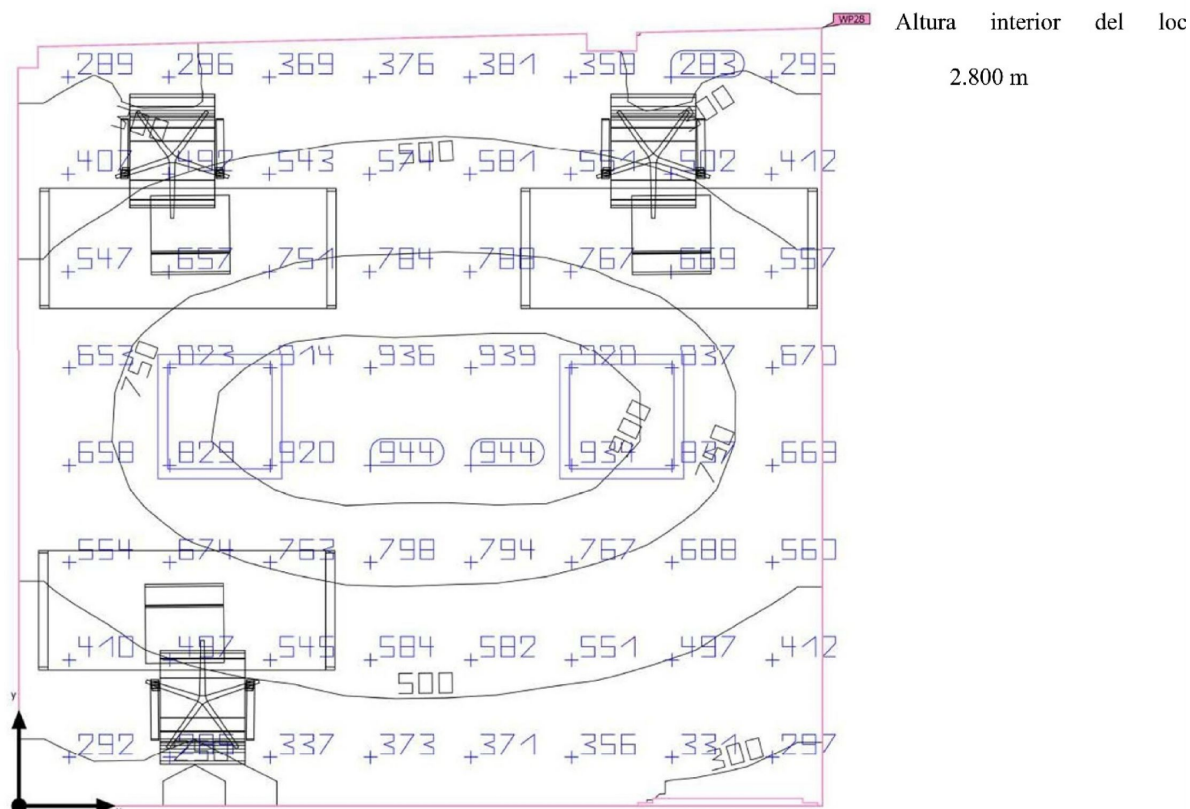
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
artículo								

50	Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940 AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
----	---------	--------	--------	---------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 3 · Oficina jefe Ingeniería (Escena de luz 1)

Resumen



Altura interior del loc

2.800 m

Base 15.48 m²

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 75.6 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura de montaje 2.875 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oficinas · Oficinas Piso 3 · Oficina jefe Ingeniería (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	598 lx \geq 500 lx	✓		
g1	0.37	\geq 0.60	✗		
	RUG, max	17	\leq 19	✓	

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	371 kWh/a	máx. 550 kWh/a	✓
			9.69 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.62 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 3.901 m x 4.025 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

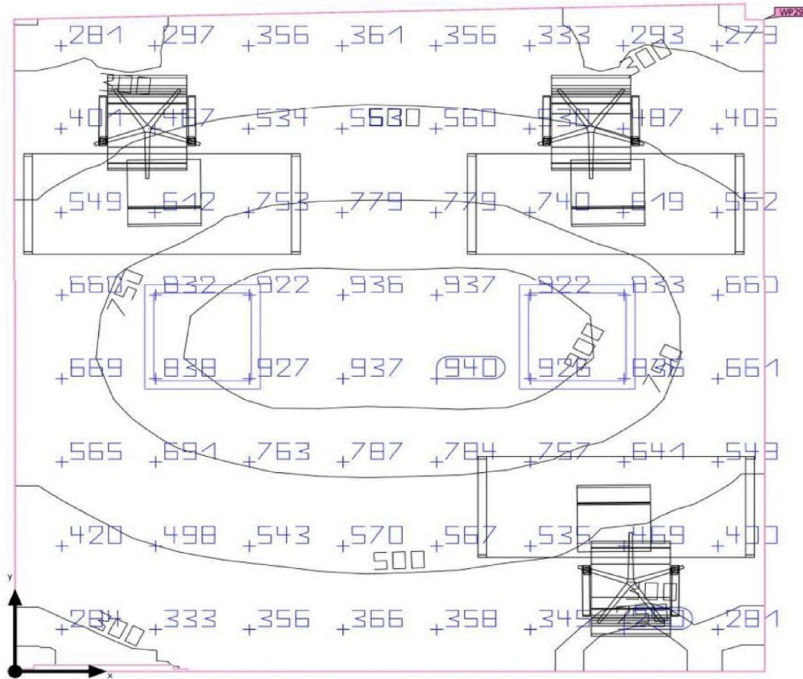
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

2	Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940 AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---	---------	--------	--------	---------------------	----	------	----------	-----------

Oficinas · Oficinas Piso 3 · Oficina Planeamiento Ingeniería (Escena de luz 1)

Resumen



Base 15.90 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Altura de montaje 2.875 m

Paredes: 50.0 %,

Suelo: 75.6 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

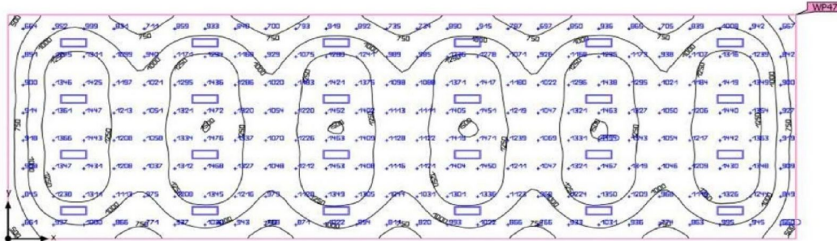
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
artículo								

2	Philips	CR436B	W62L62	1xLED88/940 AC- MLO	17	75.0	W6293 lm	83.9 lm/W
---	---------	--------	--------	---------------------	----	------	----------	-----------

Oxicorte · Oxicorte · Oxicorte (Escena de luz 1)

Resumen



Base 105.63 m²

Altura interior del local 2.800 m

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 50.2 %,

Suelo: 20.0 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura de montaje 2.800 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Oxicorte · Oxicorte · Oxicorte (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
		<input type="text" value="w"/>			
Plano útil $\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	1123 lx	≥ 500 lx	✓	g1	0.42 ≥ 0.60 ✗
Potencia específica de conexión		11.36 W/m ²	–	<input type="text" value="w"/>	
<hr/>					
	1.01 W/m ² /100 lx	–			
			RUG, max	21	≤ 19 ✗

Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾

Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	2970 kWh/a	máx. 3700 kWh/a	✓
			11.36 W/m ²	–

Local Potencia específica de conexión

1.01 W/m²/100 lx –

Basado en un espacio rectangular de 5.699 m x 18.534 m y SHR de 0.25.

Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----------------	---	---	----------------------

24	Philips	RC505B	1	xLED66S/830 WB	21	50.0	W	6593 lm	131.9 lm/W
----	---------	--------	---	----------------	----	------	---	---------	------------

Lista de luminarias

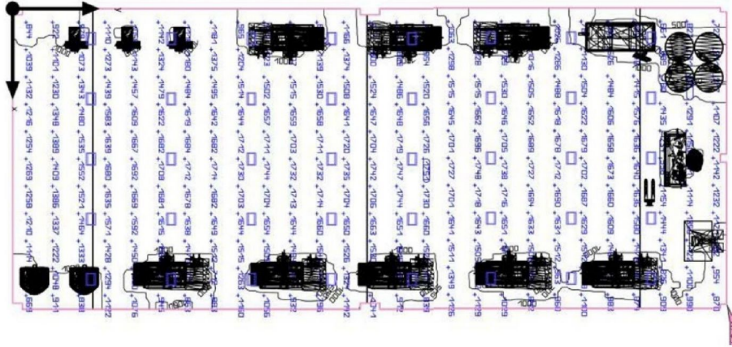
Uni.	Fabricante	N°	de	Nombre del artículo	RUG	P	Φ	Rendimiento lumínico
------	------------	----	----	---------------------	-----	---	--------	----------------------

artículo

120	Philips	BY481X	LED250S/840	WB SIA HE23	144.0	W	24989 lm	173.5 lm/W
-----	---------	--------	-------------	-------------	-------	---	----------	------------

Techado · Planta · Maestranza (Escena de luz 1)

Resumen



Base 553.83 m²

Grado de reflexión Techo: 70.0 %,

Paredes: 51.5 %,

Suelo: 35.6 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 13.000 m

Altura de montaje 8.500 m – 8.500 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Calculado mediante la eval. ener.

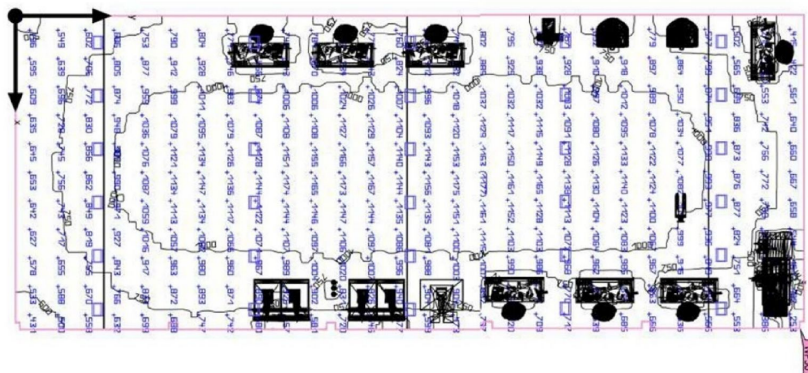
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº	de	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
artículo								

40	Philips	BY481X	LED250S/840	WB SIA HE23	144.0	W	24989 lm	173.5 lm/W
----	---------	--------	-------------	-------------	-------	---	----------	------------

Techado · Planta · Mantenimiento (Escena de luz 1)



Resumen

Base 542.42 m²

Grado de reflexión Techo: 69.9 %,

Paredes: 67.8 %,

Suelo: 35.6 %

Factor de degradación 0.80 (Global)

Altura interior del local 13.000 m

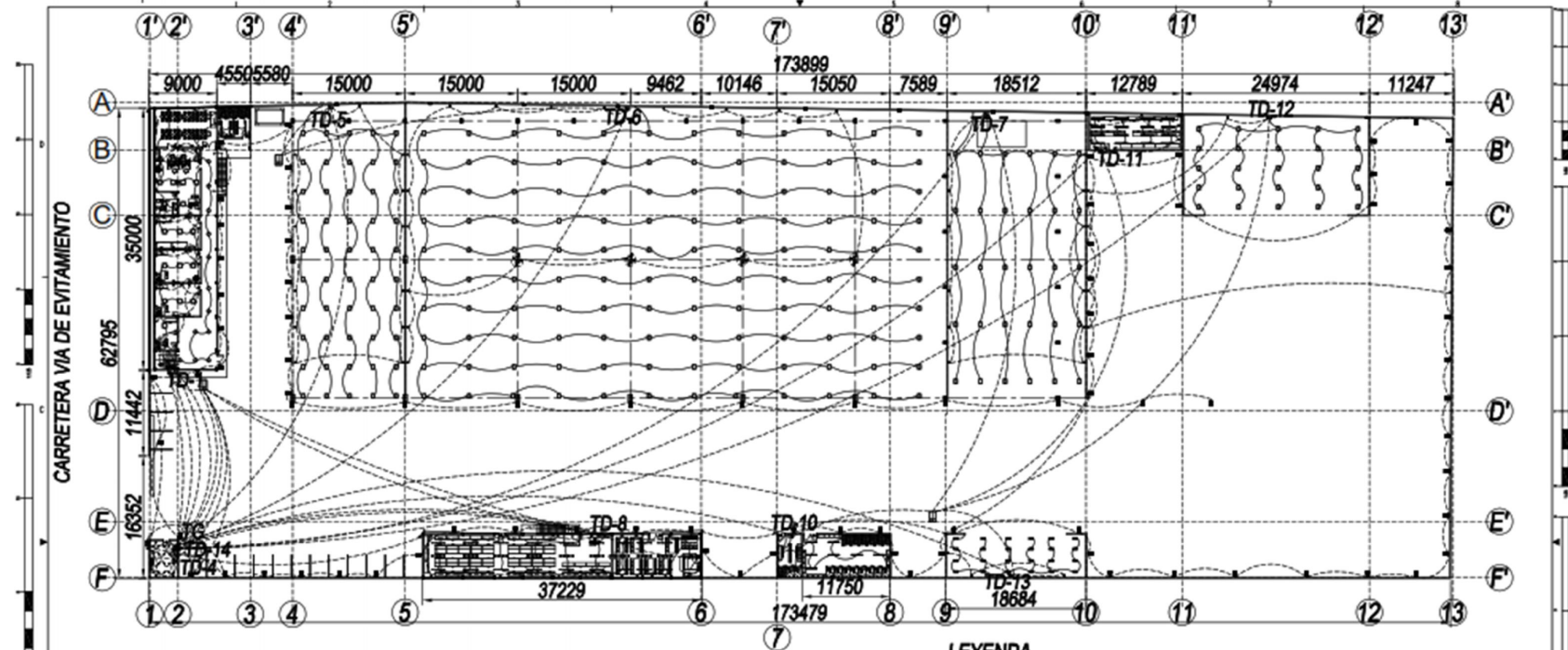
Altura de montaje 8.500 m

Altura Plano útil 0.800 m

Zona marginal Plano útil 0.000 m

Lista de luminarias

RUG	Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
	30	Philips		BY481X LED250S/840 WB SIA HE	23	144.0 W	24989 lm
							173.5 lm/W



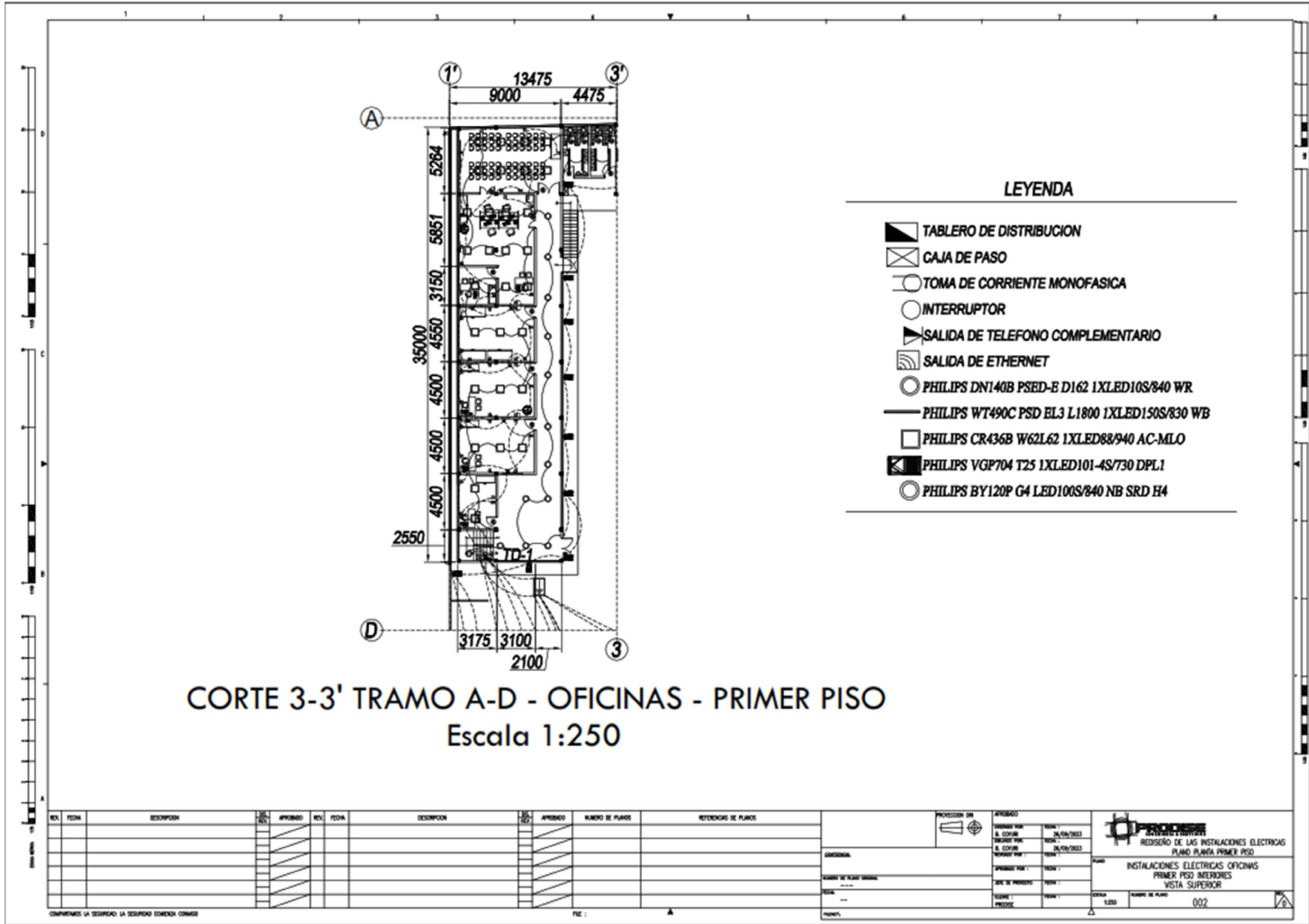
SUPERIOR - PRIMER PISO
Escala 1:500

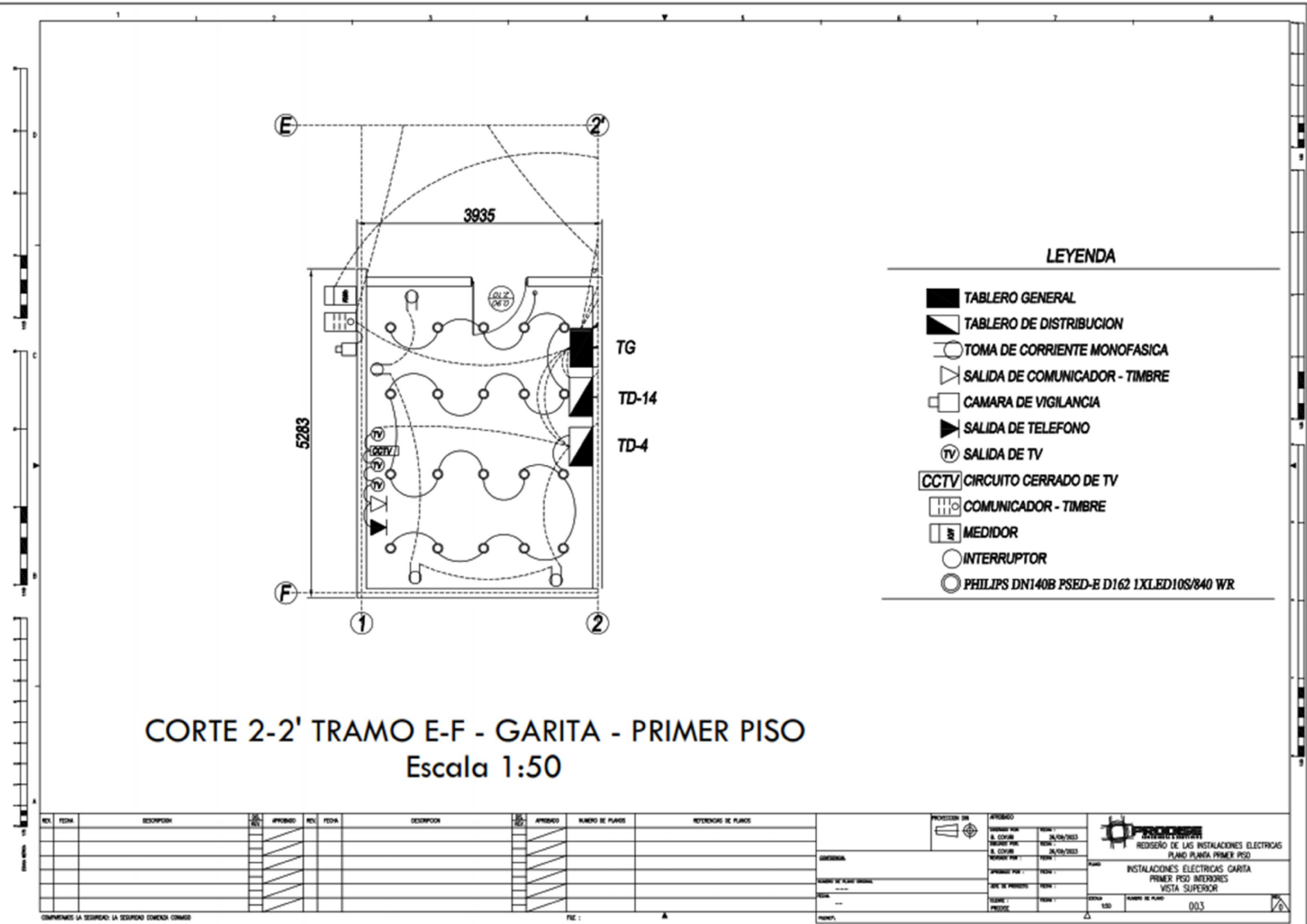
LEYENDA

- PHILIPS BY481X LED250S/840 WB SIA HE
- PHILIPS RC505B 1XLED66S/830 WB
- PHILIPS VGP704 T25 1XLED101-4S/730 DPL1
- PHILIPS 4MX900 G3 L1800 1XLED48S/830 PSD WB
- PHILIPS WT490C PSD EL3 L1800 1XLED150S/830 WB
- PHILIPS TMS022 2XTL-D58W
- PHILIPS BY120P G4 LED100S/840 NB SRD H4
- PHILIPS DN140B PSED-E D162 1XLED10S/840 WR
- PHILIPS CR436B W62L62 1XLED88/940 AC-MLO
- SALIDA DE TELEFONO
- SALIDA DE COMUNICADOR - TIMBRE
- CAMARA DE VIGILANCIA
- SALIDA DE ETHERNET
- SALIDA DE TV
- CCTV CIRCUITO CERRADO DE TV
- COMUNICADOR - TIMBRE
- MEDIDOR
- TABLERO GENERAL
- TABLERO DE DISTRIBUCION
- CAJA DE PASO
- SUBESTACION ELECTRICA EN SERVICIO
- PUESTA A TIERRA
- TOMA DE CORRIENTE TRIFASICA
- TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA
- INTERRUPTOR
- SALIDA DE TELEFONO COMPLEMENTARIO

REL.	FECHA	DESCRIPCION	APROBADO	REL.	FECHA	DESCRIPCION	APROBADO	NUMERO DE PLANOS	REFERENCIAS DE PLANOS

AUTORIZADO: INGENIERO EN ELECTRICIDAD: FECHA: _____ PROYECTO: _____	APROBADO: INGENIERO EN ELECTRICIDAD: FECHA: _____ PROYECTO: _____	<p> DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS PLANO PLANTA PRIMER PISO INSTALACIONES ELECTRICAS PRIMER PISO INTERIORES Y EXTERIORES VISTA SUPERIOR </p> <p> ESCALA: 1:500 NOMBRE DE PLANO: 001 </p>
--	--	---

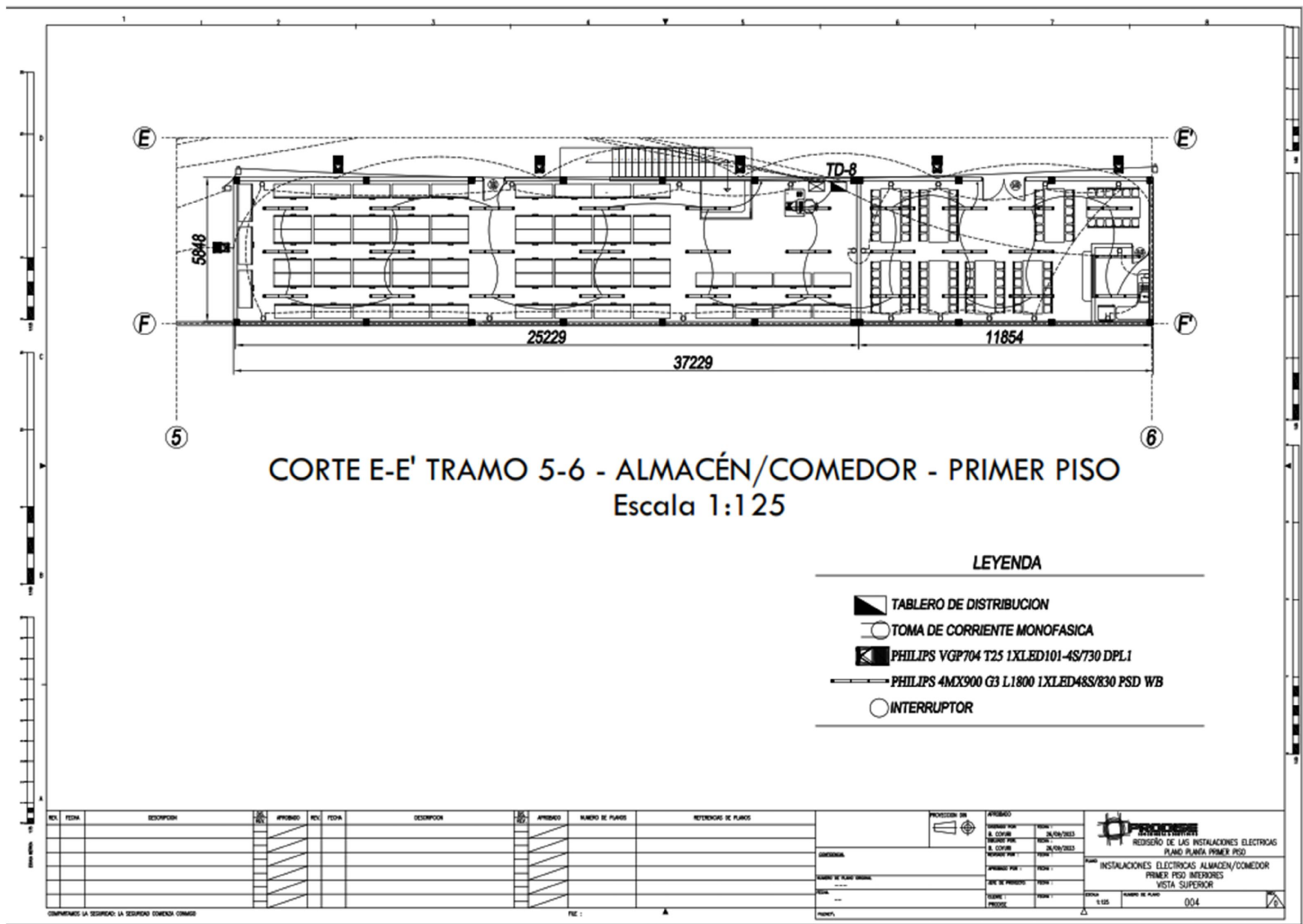




CORTE 2-2' TRAMO E-F - GARITA - PRIMER PISO
Escala 1:50

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	FECHA	DESCRIPCION

PROYECTISTA		APROBADO	



CORTE E-E' TRAMO 5-6 - ALMACÉN/COMEDOR - PRIMER PISO
Escala 1:125

LEYENDA

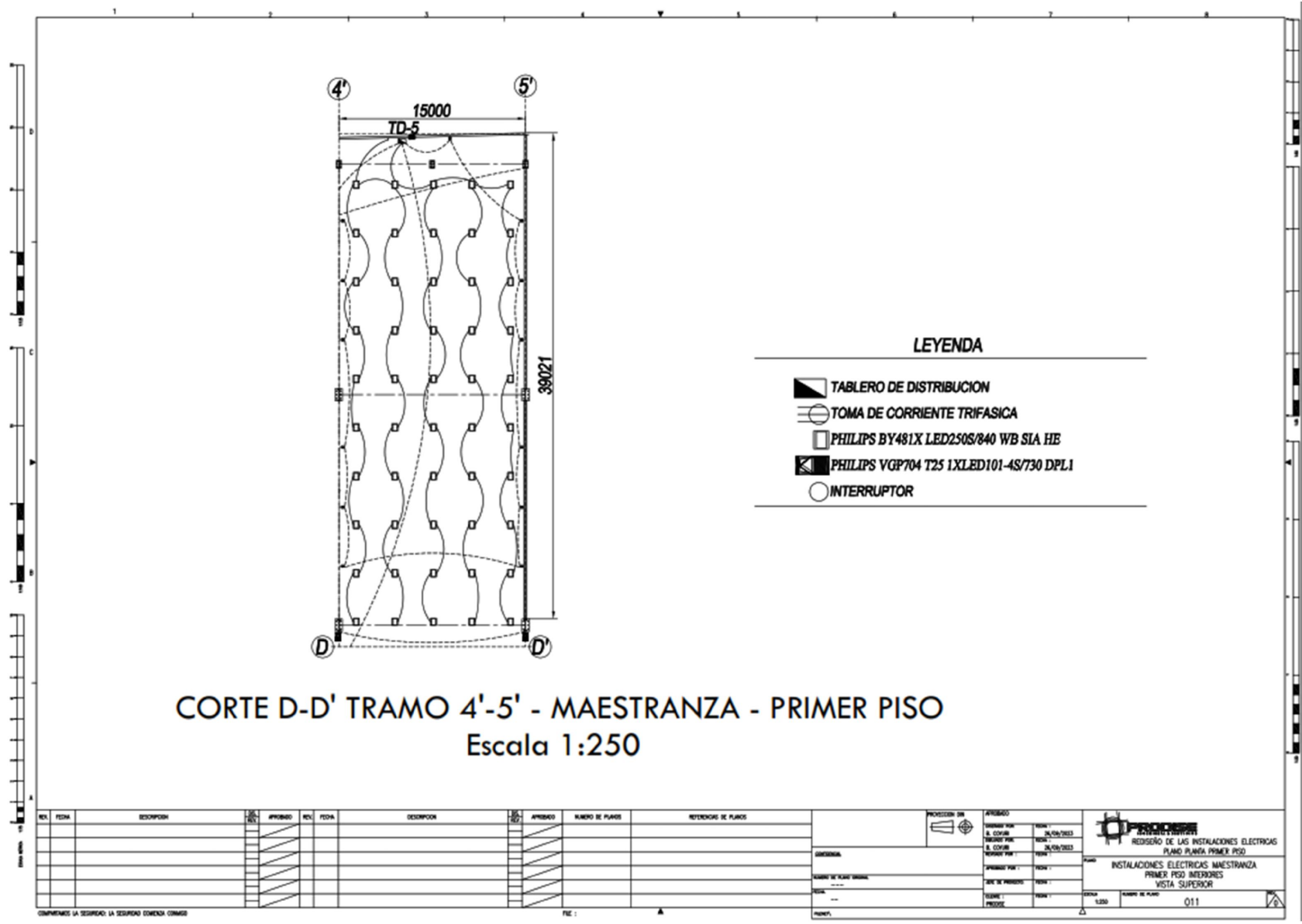
- TABLERO DE DISTRIBUCION**
- TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA**
- PHILIPS VGP704 T25 1XLED101-4S/730 DPL1**
- PHILIPS 4MX900 G3 L1800 1XLED48S/830 PSD WB**
- INTERRUPTOR**

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	FECHA	DESCRIPCION

PROYECTISTA	APROBADO	FECHA

PROYECTO	PLANO	ESCALA

FECHA	REVISOR	REVISION



CORTE D-D' TRAMO 4'-5' - MAESTRANZA - PRIMER PISO
Escala 1:250

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	FECHA	DESCRIPCION

ALUMBRADO	NUMERO DE PLANO	REFERENCIA DE PLANOS

PROYECTISTA	PROYECTO

CONDICION	FECHA	CONDICION	FECHA

PROYECTISTA	PROYECTO

CONDICION	FECHA	CONDICION	FECHA

CONDICION	FECHA	CONDICION	FECHA

CONDICION	FECHA	CONDICION	FECHA

