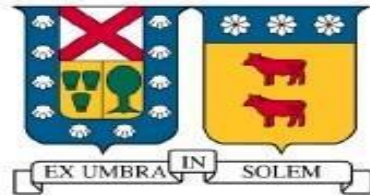


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD Y
AUTOMATIZACIÓN
CONCEPCIÓN – CHILE



“PROYECTO DE ILUMINACIÓN
PLAZA VALLE DEL SOL CALLE 1”

SEBASTIÁN IGNACIO CASTILLO FIGUEROA – CLAUDIO PIRO
MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE TÉCNICO
UNIVERSITARIO EN ELECTRICIDAD
PROFESOR GUÍA: ESTEBAN DIAZ

MES DICIEMBRE – 2018

DEDICATORIA

Dedicado a todos los que fueron parte de esta etapa educativa, nuestros familiares, seres queridos y a Dios, también a aquellos profesores que fueron un escalón en este proceso formativo.

RESUMEN

La finalidad de este documento es el desarrollo de una propuesta de un proyecto eléctrico de carácter lumínico, esto es para solucionar la problemática de iluminación que afecta a la fecha plaza de la Villa Valle del Sol Calle 1 de la comuna de Chiguayante.

Con el proyecto se logra cumplir con los objetivos propuestos, reflejado en una memoria explicativa, la cual contiene todos los detalles necesarios para poder llevar a cabo este proyecto de manera adecuada, segura y bajo criterios normativos, además va acompañado de una simulación de la misma para corroborar los cálculos realizados, esto es posible con un software dedicado a este tipo de trabajos llamado Dialux.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL	1
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
ALCANCE	2
CAPÍTULO I: RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES	3
1. INFORMACIÓN OBTENIDA.....	4
1.1 Características de la plaza	5
1.2 Mediciones realizadas	6
1.2.1 Distancia del terreno	6
1.2.2 Niveles de iluminancia.....	7
1.2.3 Resistencia de barra guía.....	9
CAPÍTULO II: PROYECTO DE ILUMINACIÓN PLAZA VILLA VALLE DEL SOL.....	11
1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	12
1.1 Ubicación y diseño	12
1.2 Descripción general de funcionamiento	13
1.3 Marco normativo	13
1.4 Terminología.....	14
2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	16
2.1 Cálculo de iluminación.....	16
2.1.1 Cálculo del factor de utilización	16
2.1.2 Cálculo del flujo total.....	17
2.1.3 Cálculo del número de lámparas	17
2.2 Cálculos de canalización.....	18
2.2.1 Cálculo de intensidades de corriente.....	18
2.2.1.1 Luminaria Hapiled de Schröder	18
2.2.1.2 Enchufe disponible.....	19
2.2.1.3 Resumen de cargas.....	19
2.2.2 Cálculos de sección del conductor	20
2.2.2.1 Cálculo de sección del alimentador al tablero.....	21
2.2.2.2 Cálculo de sección del tablero a las pagodas	22
2.2.2.3 Cálculo de sección conexión disponible	23
2.2.3 Cálculos de caída de tensión	24
2.2.3.4 Caída de tensión en la línea.....	24

2.2.3.5 Caída de tensión en las protecciones.....	25
2.2.3.6 Caída de tensión en el punto más critico.....	25
2.2.4 Cálculo de cortocircuito	25
2.2.5 Cálculo puesta a tierra.....	26
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	29
3.1 Especificaciones técnicas de iluminación	29
3.1.1 Pagodas	29
3.1.2 Lámpara	31
3.1.3 Poste de luminaria.....	32
3.2 Especificaciones técnicas de canalización	33
3.2.1 Poste del medidor, tablero.....	33
3.2.2 Base para postes	34
3.2.3 Sección de conductores	35
3.2.3.1 Alimentador a medidor tablero	35
3.2.3.2 Medidor a tablero	35
3.2.3.3 Tablero a pagodas	36
3.2.3.4 Conexión disponible	37
3.2.3.5 Conductor de puesta a tierra.....	37
3.2.4 Ductos	38
3.2.4.1 Tubería metálica flexible.....	38
3.2.4.2 Tubería metálica galvanizada (EMT).....	38
3.2.4.3 Tubería PVC	38
3.2.5 Cámaras de paso.....	39
3.2.6 Puesta a tierra	40
3.3 Especificaciones técnicas de tablero y protecciones	41
3.3.1 Tablero	41
3.3.2 Medidor y caja	43
3.3.2.1 Medidor.....	43
3.3.2.2 Caja de empalme.....	43
3.3.3 Interruptores	44
3.3.4 Fotocelda o relé crepuscular.....	45
3.3.5 Limitador de sobretensiones transitorias.....	45
4. CUBICACIÓN	46
CAPÍTULO III: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	54

Índice de tablas

TABLA 1: VALORES DE ILUMINANCIA (LUX).....8

TABLA 2: MEDICIONES DE RESISTENCIA DEL TERRENO 10

TABLA 3: RESUMEN DE CARGAS..... 19

TABLA 4: MEDIDAS DE BASES DE CONCRETO 34

TABLA 5: CUBICACIÓN DE MATERIALES.....46

Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1: DISTRIBUCIÓN DE OBJETOS DE LA PLAZA 5

ILUSTRACIÓN 2: CONFIGURACIÓN DE TELURÓMETRO 9

ILUSTRACIÓN 3: DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO 13

ILUSTRACIÓN 4: DIMENSIONES DE PAGODAS 29

ILUSTRACIÓN 5: FLUJO LUMINOSO ÓPTICA 5096.....31

ILUSTRACIÓN 6: POSTE CÓNICO DE PAGODAS 32

ILUSTRACIÓN 7: POSTE TUBULAR.....33

ILUSTRACIÓN 8: BASE DE CONCRETO 34

ILUSTRACIÓN 9: CÁMARA DE PASO 39

ILUSTRACIÓN 10: FIJADOR DE ARMARIO 42

ILUSTRACIÓN 11: SIMULACIÓN DIALUX.....50

ILUSTRACIÓN 12: EJEMPLO DE SELLADO 51

ILUSTRACIÓN 13: EJEMPLO DE ALTERACIÓN PERF. 52

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

Siglas

PVC	:	Policloruro de Vinilo
AWG	:	American Wire Gauge
Nch	:	Norma Chilena
Σ	:	Sumatoria
\$	:	Peso chileno
Φ	:	Fi
ρ	:	Ro

Simbología

F_u	:	Factor de utilización
E_m	:	Nivel de iluminación media [lux]
S	:	Espaciamiento entre dos luminarias [m]
W	:	Ancho de la superficie [m]
Φ	:	Flujo de la lámpara [lm]
A	:	Superficie del plano de trabajo [m ²]
F_m	:	Factor de mantenimiento
Φ_t	:	Flujo luminoso total [lm]
H	:	Número de lámparas por luminaria
I	:	Intensidad de corriente nominal [A]
I_n	:	Intensidad nominal [A]
I_{cc}	:	Corriente de cortocircuito [A]
P	:	Potencia monofásica individual [W]
V	:	Voltaje nominal [V]
V_n	:	Voltaje nominal [V]
$\cos\varphi$	:	Factor de potencia de la carga (FP)
Sección	:	Sección del conductor [mm ²]
ρ	:	Resistividad del material conductor [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]
L	:	Largo máximo del conductor [m]
P	:	Potencia [W]
V_{pmax}	:	Máxima caída de tensión [V]
R_c	:	Resistencia de la línea [Ω]
V_p	:	Voltaje perdido en la línea [V]

R	:	Resistencia del terreno [Ω]
ρ_t	:	Resistividad del terreno [Ωm]
L'b	:	Profundidad de la barra [m]
a	:	Sección de barra cooper [m]
$\perp$	:	Lado del cuadrado [m]
$\varnothing$	:	Diámetro del conductor enterrado [m]
h	:	Profundidad en [m]
mm ²	:	Milímetro cuadrado

INTRODUCCIÓN

Este proyecto surge bajo la necesidad de los habitantes de Villa Valle del Sol, en la comuna de Chiguayante. En la cual en una de sus plazas no existe iluminación que la acompañe cuando las horas de sol terminan y provoca que personas hagan un mal uso de esta. Basura, alcohol y cigarrillos entre otros, es con lo que tienen que lidiar los vecinos de esta Villa.

Acompañado de la iniciativa impulsada por la municipalidad “Plaza Segura” nace la idea de este proyecto, con el fin de disminuir o evitar completamente la presencia de las personas mal intencionadas que circulan durante la noche, y entregando así, la seguridad que le corresponde a los vecinos al circular por su plaza.

La estructura de este trabajo considera tres capítulos, en el capítulo 1 se abordan todos los datos obtenidos de la plaza, también las mediciones realizadas previamente a la elaboración del proyecto. Se procede con el capítulo 2, con la elaboración del proyecto eléctrico, el cual conlleva detalles de diseño e ubicación, así como también el funcionamiento general y cálculos que ayudan a la elección de los artefactos y aparatos necesarios para lograr un correcto funcionamiento, cumpliendo con criterios normativos. Para finalizar con el último capítulo el cual tendrá las conclusiones del proyecto realizado, así como también las recomendaciones constructivas para el desarrollo del mismo.

OBJETIVO GENERAL

Mejorar los niveles de iluminación en plaza Villa Valle Del Sol, calle 1, Chiguayante, a través de la elaboración de un proyecto eléctrico, considerando criterios normativos, de seguridad y de eficiencia energética.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información de plaza a iluminar
- Dimensionar área a iluminar y criterios que inciden en ello.
- Determinar los elementos necesarios para desarrollar el proyecto (Canalizaciones, protecciones, puesta a tierra, accionadores, etc.)

ALCANCE

El presente de trabajo tiene por alcance sobre la iluminación de plazas públicas de tránsito liviano, la cual no es una guía exacta, pero sí puede ser utilizado como ejemplo para el desarrollo de proyectos similares. En este caso en específico se busca la instalación de luminarias en la plaza pública de la villa Valle del Sol, Chiguayante.

Capítulo I: Recopilación de antecedentes

1. Información obtenida

En la comuna se encuentran diversas plazas, pero la ausencia de proyectos públicos en esta zona ha dejado la plaza de los vecinos de Villa Valle del Sol Chiguayante, sin iluminación, esta misma ya cuenta con juegos para niños, bancas y árboles, pero perdía el énfasis inicial de esta al ser insegura durante la noche.

Al conversar con los residentes y el presidente actual de la junta de vecinos se comentaban que, por la falta de iluminación, los niños del sector no podían aprovechar de esta durante la noche, debido al mal uso que le daban personas ajenas al lugar los padres obviamente no traen a sus hijos, a causa de esto, nació la necesidad de ellos de desarrollar un proyecto para enfrentar esta situación, debido al peligro que esta representa el circular por sus alrededores.

1.1 Características de la plaza

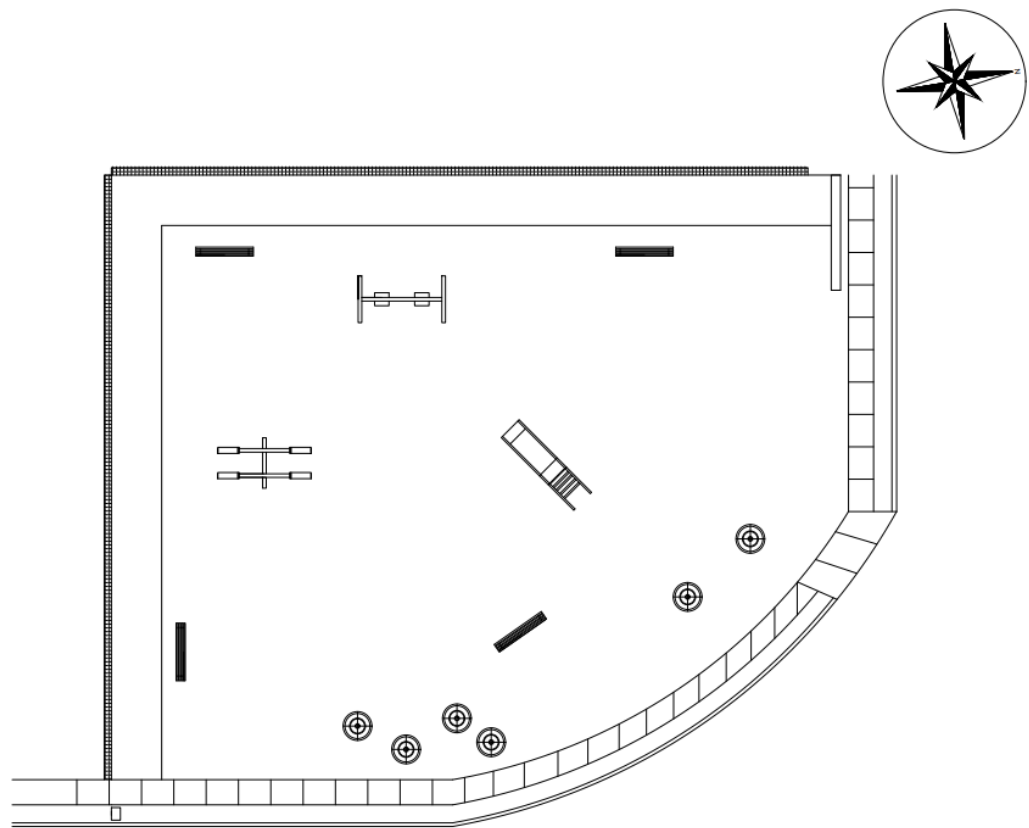


Ilustración 1: Distribución de objetos de la plaza

La plaza actualmente cuenta con tres juegos (resbalín, columpio, balancín) y cuatro bancas, un poste público de hormigón a un costado de la plaza proporciona un mínimo de iluminación, el terreno de esta es de tierra dura y se encuentra al lado de la calle uno.

En un intento de parte de la junta de vecinos de mejorar su situación, se instaló un área LED en el poste de alumbrado público más cercano, lo cual definitivamente no resultó eficiente.

1.2 Mediciones realizadas

Se realizaron medidas en el terreno, de manera tal de obtener más antecedentes del lugar y poder llevar a cabo una solución segura y eficiente en la plaza. Para ello se necesitaron instrumentos y materiales que fueron otorgados por el taller de Electricidad de la Universidad Técnica Federico Santa María, sede Concepción. Con el permiso del jefe de carrera. Estas medidas fueron, distancia del terreno, nivel de iluminancia del terreno y resistencia del terreno.

1.2.1 Distancia del terreno

Para desarrollar los posteriores cálculos lumínicos se realizó la siguiente medición en terreno para determinar las dimensiones reales de la plaza a trabajar, los materiales, procedimientos y resultados se muestran a continuación.

Materiales:

- Cinta métrica 30 metros

Procedimiento:

Con la cinta métrica de 30 metros se llevó a cabo la medición del terreno siguiendo el perímetro total de la plaza y registrándolo en un boceto, así como también la posición de los juegos infantiles, bancas y la ubicación del poste público de hormigón más cercano. Luego los datos fueron ingresados al programa AutoCAD de dibujo técnico, con el cual se determinó el área de la plaza.

Resultados:

Perímetro: 69.65 metros

Largo: 20.3 metros

Ancho: 16.8 metros

Área real: El área total de la plaza corresponde a 315 m².

A pesar que de que la plaza no es un cuadrilátero exacto se logra proyectar el plano el plano de la plaza junto con su distribución real, y con ello gracias al programa de dibujo, los postes, futuros arreglos eléctricos y objetos de la plaza no interferirán entre sí.

1.2.2 Niveles de iluminancia

La iluminancia se describe como de la cantidad de luz cayendo (iluminando) y expandiéndose en una superficie determinada. El objetivo de esta medición es para justificar que los niveles actuales de la plaza son insuficientes con los niveles normativos vigentes.

Materiales:

- Cinta métrica 30 metros
- Luxómetro digital LES1331
- Tabla de para registrar datos.

Procedimiento:

Primero se diseña la tabla para registrar datos dividiendo cada fila y columna por un metro hasta completar el largo y ancho de la plaza. Luego con el instrumento llamado luxómetro se llevó a cabo las lecturas de los niveles de iluminancia que existe en el lugar, dicha medición se realizó de noche alrededor de las 22 horas (pasado un buen tiempo desde que se encendió el alumbrado público).

Resultados:

Al preparar la tabla de registro se determinó que había que realizar 370 mediciones, pero omitiendo el espacio que no corresponde con la plaza resultó en un total de 283 lecturas, las cuales se reflejan en la tabla 1.

Tabla 1: Valores de iluminancia (lux)

LUX	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10	11m	12m	13m	14m	15m	16m
1m	31	33	0,8	1,54	1,15	0,33	0,61	0,65	1	2,1	1,2	0,37	0,09	0,32	0,25	0,15
2m	29,5	22	18,4	10,7	10,5	8,3	4,1	2,15	1,7	1,35	1,15	0,34	0,3	0,38	0,35	0,47
3m	26	20	15,9	13,7	7,1	6,4	4,5	4,77	3,7	3	2,2	1,6	0,5	0,8	0,5	0,38
4m	24	19,5	7,7	12,7	7	5,9	6,4	4,6	3,6	2,9	2,5	2,2	1,78	1,56	1	0,73
5m	20,2	15	13,3	12,3	7,5	4,07	6,1	4,2	4,3	2,5	2,14	2,3	1,8	1,51	1,01	0,91
6m	18,1	15,9	12	9,7	7,2	5,44	5	4,5	3,6	2,7	1,9	2,2	1,65	1,34	1,14	0,98
7m	16,1	12,5	8,57	8,3	2,8	2,15	5,5	3,8	3,5	2,3	2,1	2,25	1,7	1,62	1,25	0,8
8m	12,2	10	2,15	1,81	0,8	1,05	1,8	3,25	3,6	2,5	1,8	2,35	1,77	1,59	1,2	0,89
9m	11,2	11	3	0,97	0,9	0,93	0,9	1,8	2,9	2,1	1,66	2,06	1,55	1,48	1,22	1
10m	10	3,7	3	1,53	1,3	0,68	0,7	1	2,8	2,2	1,74	2,06	1,66	1,53	1,17	0,78
11m	8,5	3,9	1,7	1,93	0,42	0,93	0,76	0,54	2	1,7	1,64	1,9	1,48	1,38	1,1	0,88
12m		4,7	5,32	1,14	0,9	0,72	1	0,98	0,7	1,2	1,5	1,6	1,22	1,2	1,14	0,85
13m			5,1	1,39	1,1	1,4	1,13	0,91	0,75	1,2	1,25	1,3	1,37	1,15	0,9	0,88
14m			4	3,05	1,7	1,3	1,04	1,47	1,7	1	0,6	1,3	1,25	1	0,75	0,85
15m				4,02	3,07	1,7	1,23	2,02	1,8	1,7	0,7	1,25	1,26	1	0,84	0,74
16m					3,2	1,87	1,94	2,52	1,96	1,7	1,6	1,22	1,32	1,2	0,82	0,65
17m						2,3	2	3,17	2,9	1,8	1,9	1,62	1,51	1,5	1,05	1
18m						2,9	3,25	3,74	3,1	2,7	2,25	1,88	2,05	1,9	1,05	1,12
19m								3,65	3,3	3,5	2,5	2,2	1,7	1,5	1,3	1,25
20m									4,8	5,1	3,9	2,4	1,85	1,5	1,45	1,47

Todos los valores verdes (Menores a 5 lux) del espectro lumínico son deficientes para los estándares mínimos normativos.

$$Lux\ media = \frac{\sum Todas\ las\ mediciones}{Todas\ las\ mediciones} = \frac{1015,54}{283} = 3,62[Lux]$$

Con los valores obtenidos en la tabla 1, calculamos el promedio un promedio y con ellos podemos concluir que definitivamente el estado actual de plaza no cumple con ningún requerimiento normativo de iluminación, el cual pide una media de 25 [lux].

1.2.3 Resistencia de barra guía

Para poder determinar los valores de resistividad del terreno y diseñar una configuración que proteja a las personas de contactos indirectos, procedimos a tomar la resistencia que provoca una barra cooper de un metro y medio ($1\frac{1}{2}[m]$) con telurómetro.

Materiales:

- Cinta métrica 30 metros
- Telurómetro Geotest
- Mazo
- Barra cooper $1\frac{1}{2}[m]$ 5/8"

Procedimiento:

Se buscó un área en la que se pueda seguir de forma lineal al realizar la medición de resistencia con una separación entre los electrodos de 4, 6 y 8 metros. En el primer punto se enterró la barra a 1.2 metros de profundidad más los electrodos siguiendo la cinta estirada con la separación inicial y luego se conectaron los chicotes del instrumento con la configuración de tres barras y cuatro hilos que sale al reverso y se muestra en la ilustración 1, con la cual se registró el primer dato de resistencia. Para las siguientes lecturas se movieron solo los electrodos del instrumento y no la barra cooper.

Resultados:

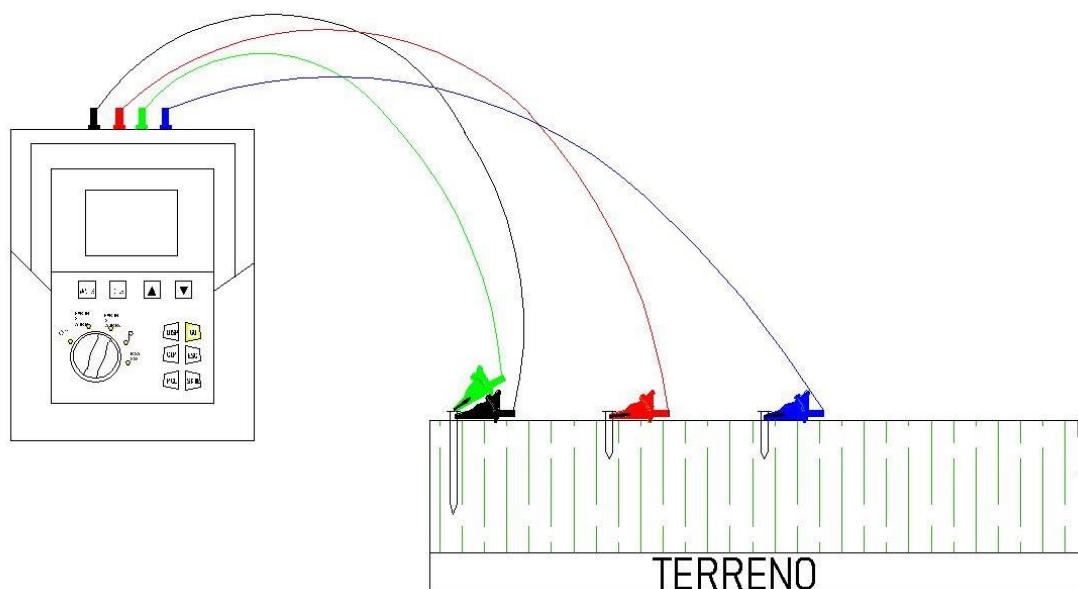


Ilustración 2: Configuración de Telurómetro

Tabla 2: Mediciones de resistencia del terreno

Distancias de “a”	Resistencia del terreno”
4[m]	95.9 [Ω]
6[m]	95.9 [Ω]
8[m]	95.8 [Ω]
Promedio	95.86 [Ω]

Nota: Todos los instrumentos y materiales fueron prestados por el pañol del taller de la universidad, con autorización del jefe de carrera.

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos de las mediciones con las cuales determinamos el promedio, dicho promedio nos será útil para los cálculos posteriores del diseño de la tierra servicio.

Nota: Llevar algo para sacar la barra al terminar las mediciones

Al terminar con este capítulo procederemos a la memoria explicativa la cual tiene como fin definir cada uno de los elementos necesario para la elaboración del proyecto.

Capítulo II: Proyecto de iluminación plaza Villa Valle del Sol

1. Descripción de la obra

Para seguir con la iniciativa impulsado por la Subsecretaría de Prevención del Delito, denominado “Plaza Segura” que tiene como principal objetivo propiciar ambientes de seguridad para disminuir oportunidades delictivas y aumentar la percepción de seguridad en áreas ciudadanas comunes, a través del diseño urbano seguro. Este proyecto entrega una solución de tipo eléctrico principalmente con enfoque en la luminotecnia a la problemática de la plaza ubicada en la villa del Valle del Sol, Calle 1, Chiguayante de la región del Biobío.

1.1 Ubicación y diseño

La plaza La plaza ubicada en la Calle 1, villa Valle del Sol Chiguayante, en las coordenadas [-36.948875, -73.008910](#), en frente de la sede vecinal y a un lado del acceso a la población Lagos de Chile.

Se instalarán postes de luminaria con lámparas de tipo LED adecuados para plazas públicas, con prioridad en la seguridad. Estas tienen que cumplir con requisitos impuestos por el decreto supremo N°51 del ministerio de energía, por ejemplo, el cual exige en su artículo N°21 una media de 25 [lux] en toda superficie iluminada por los mismos y el punto de menor iluminación no sea inferior a 5 [lux].

El accionamiento de estas luminarias dependerá primariamente de la luz natural del sol que exista en su entorno.

Existirán 3 postes con lámparas de 32 LED en cada uno, de los cuales deben ir en una base de concreto bajo la superficie para evitar su inclinación. Cada poste será de material metálico, a una altura de 4 metros de la superficie.

La instalación tendrá una canalización subterránea con cada poste aterrizado a una puesta a tierra de servicio común.

Con esto se busca cumplir con la iluminación solicitada por la norma. El diseño de estas pagodas busca ir en armonía con las plazas cercanas, con enfoque en la utilización de tecnología actualizada.

1.2 Descripción general de funcionamiento

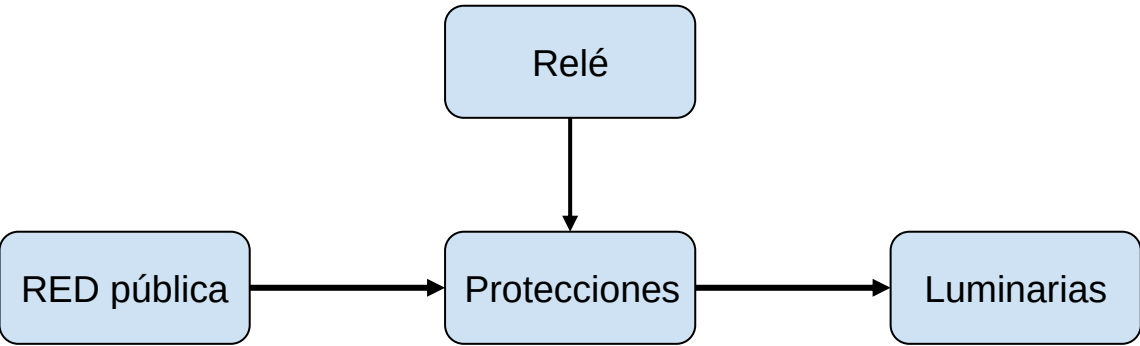


Ilustración 3: Diagrama de funcionamiento

Como figura en la ilustración 3, la alimentación (fase más neutro) se proveerá desde la RED pública a través de un empalme, para luego pasar por el medidor e ingresar al tablero de alumbrado, donde encontraremos las protecciones y accionamientos, finalmente llegará a las luminarias.

Cerca del tablero se encontrará el accionamiento, relé crepuscular, el cual controlará el paso de energía por su capacidad de determinar los niveles de luz del ambiente, provocando que las luminarias enciendan solo cuando haya deficiencia de esta. Este permite que no tenga que estar algún operador todas las noches.

Dentro de las protecciones se encuentran los interruptores magnetotérmicos los cuales protegen las instalaciones de cortocircuitos o sobrecargas, constan de un interruptor general y uno individual por luminaria. También dentro de estas medidas de seguridad se encuentra la protección diferencial la cual protege a las personas de corrientes de fuga (Si queda algún poste energizado) y el limitador de sobretensiones transitorias (descargas atmosféricas) estos dependen principalmente de la barra tierra la cual permite el funcionamiento de estos aparatos.

1.3 Marco normativo

- Nch Elec. 2/84 (elaboración y presentación de proyectos)
- Nch Elec. 4/2003 (instalaciones de consumo en baja tensión)
- NSEG. 21.78 (alumbrado público en sectores residenciales)
- Decreto supremo N°51 (aprueba reglamento de alumbrado público de bienes nacionales de uso público destinados al tránsito peatonal)

1.4 Terminología

Altura de montaje: Distancia vertical entre la superficie a iluminar y el centro óptico de la lámpara de una luminaria.

Acometida: Es la derivación desde la red de suministro al medidor, realizada por un empalme.

Empalme: Es la unión de dos o más conductores.

Aparato: Elemento de la instalación destinado a controlar el paso de la energía eléctrica.

Artefacto: Elemento fijo o portátil, parte de una instalación, que consume energía eléctrica.

Equipo(s) auxiliar(es): Dispositivo asociado eléctricamente a una lámpara para posibilitar cualquiera de las siguientes funciones:

- Proveer medios de encendido.
- Permitir la estabilización en los valores nominales de funcionamiento de la lámpara.
- Ejercer el control de la lámpara: encendido, apagado o atenuación de su flujo luminoso.
- Monitoreo de los parámetros de funcionamiento de la lámpara.

Factor de mantenimiento (Fm): Relación entre la Iluminancia media de la superficie a iluminar en un período determinado de funcionamiento del alumbrado público, respecto de ésta al inicio de su funcionamiento.

Depreciación de las luminarias: Disminución gradual de emisión luminosa durante el transcurso de la vida útil de una luminaria.

Factor de utilización (FU): Relación entre el flujo luminoso procedente de la luminaria que llega efectivamente a la superficie a iluminar y el flujo luminoso emitido por una lámpara instalada en la luminaria.

Índice de protección (Grado IP): Sistema de clasificación del grado de protección contra el ingreso de polvo y agua que presentan las Luminarias y tableros eléctricos.

Lámpara: Fuente de emisión de radiación visible. Son consideradas fuentes de emisión las lámparas de descarga y LED, entre otras.

Luminaria(s): Aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más lámparas y que incluye todas las partes necesarias para el soporte, fijación y protección de ellas y, donde sea necesario, los equipos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación eléctrica.

Lux (lx): Unidad de medida de Iluminancia en el sistema internacional (SI). un lux es igual a un lumen por metro cuadrado ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$).

Lumen (lm): Unidad de medida del flujo luminoso en el sistema internacional (SI), que corresponde al flujo luminoso emitido dentro de una unidad de ángulo sólido (un estereorradián) por una fuente puntual que tiene una Intensidad luminosa uniforme de una candela.

Intensidad luminosa: Es el flujo luminoso por unidad de ángulo sólido. Esta magnitud tiene característica direccional, su símbolo representativo es "I" y su unidad es la Candela (cd).

2. Cálculos justificativos

El presente apartado está designado para determinar la cantidad, dimensiones y/o características técnicas que deben presentar cada uno de los artefactos y aparatos eléctricos del proyecto.

2.1 Cálculo de iluminación

Esta serie de cálculos es para determinar la cantidad de luminarias necesarias a emplear, las fórmulas utilizadas para determinar este número fueron obtenidas del decreto supremo N°51 ([ANEXO A: DTO 51](#)) además de algunos datos provenientes de la ficha técnica de las luminarias ([ANEXO B: Ficha técnica de luminaria](#)) y de los antecedentes levantados en el capítulo anterior.

2.1.1 Cálculo del factor de utilización

$$F_u = \frac{E_m \times S \times W}{\Phi}$$

- F_u: Factor de utilización
- E_m: Nivel de iluminación media [lux]
- S: Espaciamiento entre dos luminarias [m]
- W: Ancho de la superficie [m]
- Φ: Flujo de la lámpara [lm]

$$F_u = \frac{25[lux] \times 8[m] \times 20.3[m]}{7200[lm]} = 0.563$$

2.1.2 Cálculo del flujo total

$$\Phi_t = \frac{E_m \times A}{F_u \times F_m}$$

Φ_t : Flujo total

E_m : Nivel de iluminación media [lux]

A : Superficie del plano de trabajo [m^2]

F_u : Factor de utilización

F_m : Factor de mantenimiento

$$\Phi_t = \frac{25[lux] \times 315[m^2]}{0.563 \times 0.85} = 16456[lm]$$

2.1.3 Cálculo del número de lámparas

$$N = \frac{\Phi_t}{\eta \times \Phi}$$

Φ_t : Flujo luminoso total [lm]

η : Número de lámparas por luminaria

Φ : Flujo de la lámpara [lm]

$$N = \frac{16456[lm]}{1 \times 7200[lm]} = 2.28 \approx 3$$

De esta forma determinamos que el número de luminarias necesarias a emplear a una distancia de 8 metros entre postes es de 3, este número se puede corroborar con el programa Dialux el cuyo archivo contenedor del proyecto se encuentra dentro de la carpeta “planos”.

2.2 Cálculos de canalización

Los cables, alambres y ductos, así también el cable de tierra protección, requieren ser dimensionados con los siguientes cálculos, cuyas fórmulas se consiguieron de la Norma Chilena de Electricidad 4/2003 (NCh. elec. 4/2003) y generales de la especialidad obtenidos de las referencias bibliográficas.

2.2.1 Cálculo de intensidades de corriente

Para saber con exactitud las características del conductor que se utilizaran y estos puedan mantener un funcionamiento seguro y continuo de los artefactos, se procede a determinar el consumo individual y total de cada uno.

2.2.1.1 Luminaria Hapiled de Schröder

Tres luminarias de similares características obtenidas de los cálculos anteriores, cuya potencia es de 75 [KW]/220[V] monofásica, factor de potencia casi uno.

Fórmula:

$$I = \frac{P}{V \times \cos\phi}$$

I: Intensidad de corriente nominal [A]

P: Potencia monofásica individual [W]

V: Voltaje nominal [V]

$\cos\phi$: Factor de potencia de la carga (FP)

Desarrollo:

$$I = \frac{75[W]}{220[V] \times 1} = 0.34[A]$$

Consideramos tres cargas:

$$\begin{aligned} I_T &= 0.34[A] \times 3 = 1.02[A] \\ P_t &= 75[W] \times 3 = 225[W] \end{aligned}$$

Con esto determinamos la potencia y la corriente individual y el total cargas lumínicas.

2.2.1.2 Enchufe disponible

Esta conexión estará disponible con un fin multipropósito (cámaras, máquinas, entre otros), y se podrá aprovechar este, a través de las bornas viking, cuenta con una protección magnetotérmica de 10 amperios.

$$P = I \times V \times \cos\varphi$$

$$P = 10[A] \times 220[V] \times 1 = 2200[W]$$

Este “enchufe” contará con una capacidad para alimentar un/os artefactos hasta de 10 [A] y 2200[W] (FP = 1)

2.2.1.3 Resumen de cargas

En la tabla 3 se adjuntan los datos obtenidos de los cálculos anteriores, esta nos otorgará la oportunidad de trabajar posteriormente con la elección de protecciones y conductores.

Tabla 3: Resumen de cargas

Carga	Cantidad	Corriente Total	Potencia Total
Luminaria Hapiled de Schröder 75 [w]	3	1.02 [A]	225 [w]
C10 disponible	1	10 [A]	2200 [w]
TOTAL			2425 [w]

2.2.2 Cálculos de sección del conductor

Conociendo las solicitudes energéticas de las cargas, los siguientes cálculos de canalización nos determinarán las dimensiones mínimas del conductor, en base a estos se buscará un conductor apropiado que soporte la demanda de la instalación en base a las tablas del capítulo ocho (8) de la NCH 4/2003 (Tablas adjuntas en el [ANEXO C:Tablas NCh 4-2003](#)).

Se realizarán tres cálculos de secciones distintas, la primera será la potencia total del circuito considerando todo encendido, la segunda será de las luminarias como un todo y por último el del enchufe disponible para dar conocimiento de la sección mínima que debe tener el conductor, en caso de utilizarlo a su máxima capacidad y que la caída de tensión no dañe los equipos:

Se utilizarán la siguiente fórmula para los siguientes apartados:

$$S = \frac{\rho \times 2 \times L \times I}{V_{pmax}} \times \cos\varphi$$

Tenemos que:

$$P = V_n \times I \times \cos\varphi$$

Despejamos corriente:

$$I = \frac{P}{V_n \times \cos\varphi}$$

Remplazamos en la primera fórmula:

$$Sección = \frac{\rho \times 2 \times L \times P}{V_{pmax} \times V_n \times \cos\varphi} \times \cos\varphi$$

Reducimos y finalmente obtenemos:

$$Sección = \frac{\rho \times 2 \times L \times P}{V_n \times V_{pmax}}$$

Sección:	Sección del conductor [mm ²]
ρ :	Resistividad del material conductor [Ω mm ² m]
L:	Largo máximo del conductor [m]
P:	Potencia [W]
V_n :	Voltaje nominal [V]
V_{pmax} :	Máxima caída de tensión [V]

Nota: Para obtener la máxima caída de tensión en la línea permitida usamos el porcentaje entregado por la norma NCH 4/2003 (capítulo 7.1.1.3: la cual dice que entre alimentadores la caída máxima es del 3%).

$$V_{pmax} = 3\% \times V_N$$

$$V_{pmax} = 0.03 \times 220[V] = 6.6[V]$$

2.2.2.1 Cálculo de sección del alimentador al tablero

Datos:

L	=	5 [m]
P	=	2425 [W]
V_n	=	220 [V]
V_{pmax}	=	6,6 [V]
ρ	=	0,017 [Ω mm ² /m]

$$S = \frac{0.017[\frac{\Omega mm^2}{m}] \times 2 \times 5[m] \times 2425[W]}{220[V] \times 6.6[V]} = 0.28[mm^2]$$

Si bien consideramos una distancia de 5 metros desde el alimentador o la red pública, esta distancia puede ser mayor o menor en la práctica, además, no sabemos si en la ubicación del empalme tenemos la tensión nominal para la instalación, por ello a disposición general se presentará un conductor de la misma dimensión presente en estas líneas, la cual es de 2 x 4 mm².

2.2.2.2 Cálculo de sección del tablero a las pagodas

Datos:

$$\begin{aligned}L &= 40 \text{ [m]} \\P &= 225 \text{ [W]} \\V_n &= 220 \text{ [V]} \\V_{pmax} &= 6,6 \text{ [V]} \\\rho &= 0,017 \text{ [\Omega mm}^2\text{/m]}\end{aligned}$$

$$S = \frac{0.017[\frac{\Omega mm^2}{m}] \times 2 \times 40[m] \times 225[W]}{220[V] \times 6.6[V]} = 0.21[mm^2]$$

Con este resultado determinaremos que el conductor más adecuado para este proyecto es de 14 AWG (2.08 mm²) que es el más pequeño disponible según norma.

2.2.2.3 Cálculo de sección conexión disponible

Datos:

L	=	40 [m]
P	=	2200 [W]
V _n	=	220 [V]
V _{pmax}	=	6,6 [V]
ρ	=	0,017 [Ωmm ² /m]

$$S = \frac{0.017 \left[\frac{\Omega mm^2}{m} \right] \times 2 \times 40 [m] \times 2200 [W]}{220 [V] \times 6.6 [V]} = 2.06 [mm^2]$$

Sabiendo esté resultados, vale la pena considerar que un conductor de 2.5 mm² o un conductor 14 AWG puede aprovechar toda la disponibilidad de este, a una distancia máxima de 40 metros.

Habiendo terminado estos cálculos, determinamos los cables o alambres que se van a usar para cablear el circuito de manera segura sin que la corriente supere la capacidad del conductor, y procederemos a corroborar si estos cumplen con el siguiente criterio normativo.

2.2.3 Cálculos de caída de tensión

En este apartado se considerará la caída de tensión que podría ser causada por las protecciones y distancia más lejana, teniendo en cuenta la norma eléctrica chilena vigente, la cual menciona que esta no debe ser superior al 5% de la tensión nominal en el punto más crítico (capítulo 7.1.1.3, NCH 4/2003), suponiendo una tensión nominal de 220 [V]~ desde el alimentador procedemos con los cálculos.

2.2.3.4 Caída de tensión en la línea

Primero necesitamos obtener la resistencia provocada por la línea y usaremos la fórmula presentada a continuación:

$$R_c = \rho \times \frac{L}{Sección}$$

R_c :	Resistencia de la línea[Ω]
ρ :	Resistividad del material conductor [$\Omega mm^2/m$]
L :	Largo máximo del conductor [m]
Sección:	Sección del conductor [mm^2]

$$R_c = 0.017 \left[\frac{\Omega mm^2}{m} \right] \times \frac{40[m]}{2.08[mm^2]} = 0.3269[\Omega]$$

Y luego usaremos el despeje de la ley de Ohm para obtener el voltaje perdido que buscamos:

$$V_p = I_n \times R_c$$

V_p :	Voltaje perdido en la línea [V]
I_n :	Intensidad nominal [A]

$$V_p = 10.2[A] \times 0.3269[\Omega] = 0.33[V]$$

2.2.3.5 Caída de tensión en las protecciones

Segundo, la caída de tensión en el tablero, y para eso consideremos un 1% por efecto de los aparatos (Interruptores magnetotérmicos, relé, peine, etc).

$$V_p = 1\% \times V_n$$

$$V_p = 0.01 \times 220[V] = 2.2[V]$$

2.2.3.6 Caída de tensión en el punto más crítico

Realizando la sumatorias de las caídas de tensión en la línea y las protecciones corroboramos si este no sobrepasa la caída de tensión permitida por la norma.

$$\begin{aligned} \sum V_p &< V_n \times 5\% \\ 2.2[V] + 0.33[V] &< 220[V] \times 0.05 \\ 2.53[V] &< 11[V] \end{aligned}$$

Podemos concluir en este apartado que la tensión perdida tanto en la línea más las protecciones son admisibles con de acuerdo a los estándares normativos vigentes.

2.2.4 Cálculo de cortocircuito

Este dato nos permitirá determinar la capacidad de ruptura que deben tener las protecciones y mantengan los equipos seguros en caso de que se forme un puente entre los conductores activos (cortocircuito).

Usaremos la fórmula de la ley de Ohm, con la resistencia de la línea que obtuvimos en el 2.2.3.4:

$$I_{cc} = \frac{V_n}{R_c}$$

V_n : Voltaje nominal [V]

R_c : Resistencia de la línea[Ω]

I_{cc} : Corriente de cortocircuito [A]

$$I_{cc} = \frac{220[V]}{0.2[\Omega]} = 1.1[KA]$$

Con este valor procuraremos que los equipos de protección soporten este cortocircuito y operen sin inconvenientes.

2.2.5 Cálculo puesta a tierra

En el primer capítulo realizamos mediciones para determinar la resistencia del terreno, con ello ahora procederemos a dimensionar las características de la puesta a tierra que vamos a utilizar para proteger a las personas de las corrientes de fuga.

Para hacer aún más efectivo el valor de la resistencia obtenida, debido a que es un terreno húmedo, se debe aplicar un factor de corrección. Este mismo varía entre 1,5 - 2.

$$R = 95.86 \times 1,8 = 172.24 \, \Omega$$

El valor resistivo obtenido fue de 172.24 [Ω]

Primero procederemos a obtener el valor de la resistividad actual, para ello es necesario despejar la fórmula que se encuentra a continuación, la cual corresponde a la fórmula de una sola barra:

$$R = \frac{\rho t}{2\pi} \left(\frac{4L'b}{a} - 1 \right)$$

R: Resistencia del terreno [Ω]

ρt : Resistividad del terreno [Ωm]

$L'b$: Profundidad de la barra [m]

a: Sección de barra cooper [m]

Despejamos resistividad del terreno:

$$\rho t = \frac{R \times 2\pi \times L'b}{\left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right)}$$

Y obtenemos que:

$$\rho t = \frac{172.24[\Omega] \times 2\pi \times 1.2[m]}{\left(\ln \frac{4 \times 1.2[m]}{0.015875} - 1 \right)} = 228[\Omega m]$$

Con este valor usaremos la siguiente fórmula para determinar el valor de la resistencia según el diseño que usaremos como tierra protección, la cual va ser en este caso un cuadrado de cable desnudo de 4 AWG (5.88mm²) de 7 metros por lado, enterrado a 0.6 metros del suelo:

$$R = \frac{\rho_t}{8\pi \perp} \ln \left(\frac{68 \perp^2}{\emptyset \times h} \right)$$

R: Resistencia del terreno con el arreglo [Ω]

ρ_t : Resistividad del terreno [Ωm]

$\perp$: Lado del cuadrado [m]

$\emptyset$: Diámetro del conductor enterrado [m]

h: Profundidad en [m]

Primero obtendremos el diámetro:

$$\emptyset = \sqrt{\frac{Sección \times 4}{\pi}}$$

Desarrollo:

$$\emptyset = \sqrt{\frac{5.88[mm^2] \times 4}{\pi}} = 2.736[mm]$$

Segundo, desarrollamos la ecuación:

$$R = \frac{0.017 \left[\frac{\Omega mm^2}{m} \right]}{8\pi \times 7[m]} \ln \left(\frac{687 \times [m]^2}{0.027[m] \times 0.6[m]} \right) = 15.8[\Omega]$$

Analizaremos la corriente de falla que se puede producir:

$$I = \frac{V_n}{R}$$

Desarrollo:

$$I = \frac{220[V]}{15.8[\Omega]} = 13.9[A]$$

Al tener un disyuntor magnetotérmico curva “B” de 2A, como interruptor individual, y el protector diferencial la cual es capaz de detectar de excelente manera las fallas de aislación, una corriente de falla de 13.9A provocará un corte automático de falla en cualquiera de los aparatos.

3. Especificaciones técnicas

En el siguiente apartado se entregará la especificación técnica de los materiales, equipos y componentes propuestos, de los cuales se mencionará las características de funcionamiento, dimensionales, constructivas y de sus materiales, según corresponda.

3.1 Especificaciones técnicas de iluminación

3.1.1 Pagodas

Hapiled de Schröder

Base de aluminio encargado de darle protección a la lámpara, con el fin de asegurar su función y durabilidad.

Dimensiones y características constructivas:

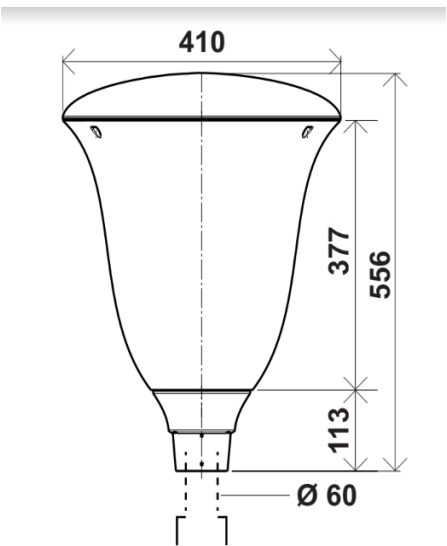


Ilustración 4: Dimensiones de pagodas

Índice de protección: IP66
Resistencia contra impactos: IK10
Tensión nominal: 230 V AC
Frecuencia nominal: 50Hz
Peso de la luminaria: 5 Kg

En la ilustración 4 figuran las dimensiones de la pagoda.

Características de los materiales

Base y capó: Aleación de aluminio inyectado pintado
Protector: Policarbonato SLX (anti-UV) o metacrilato
Color: Gris AKZO 900 enarenado
Cualquier otro color RAL o ARKO a petición

✚ Todos los datos obtenidos de datos del catálogo del fabricante, incluido en la carpeta anexos ([ANEXO B: Ficha técnica de luminaria](#)).

3.1.2 Lámpara

Hapiled Lensoflex 2

La plaza constara de tres luminarias pagodas, las cuales se situarán a una distancia de 8 metros entre ellas, estas mismas mantendrán un nivel de flujo deseado y permitirán que el lugar este completamente iluminado y bajo los requisitos normativos. El espectro lumínico de la lámpara es el siguiente:

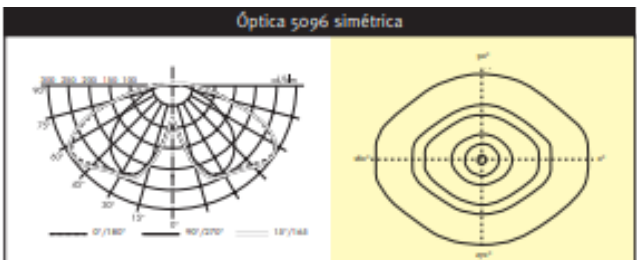


Ilustración 5: Flujo luminoso Óptica 5096

Características constructivas de luminaria Pagoda

Es un motor fotométrico compuesto por LED's de schröder para cada luminaria, el cual puede ofrecer muchas configuraciones de difusión, en este caso usaremos el siguiente arreglo:

Consta de 32 LED`s en blanco neutro de 4100 K

Corriente de 500 mA

Flujo nominal de 7200 lm

Potencia consumida de 75 W

Cuerpo óptico 5096 para plazas

Duración de 60000 horas

Incluido junto con las pagodas.

- ✚ Todos los datos obtenidos de datos del catálogo del fabricante, incluido en la carpeta anexos ([ANEXO B: Ficha técnica de luminaria](#)).

3.1.3 Poste de luminaria

Cada luminaria debe estar sujeta por un poste cónico que ofrezca una altura de montaje de cuatro metros (ilustración 6), su funcionamiento esencial es brindar soporte a las pagodas para una proyección horizontal, además, sus características constructivas deben ser tal que puedan soportar las condiciones ambientales que existen en el exterior. Para ello se escogió uno del siguiente tipo:

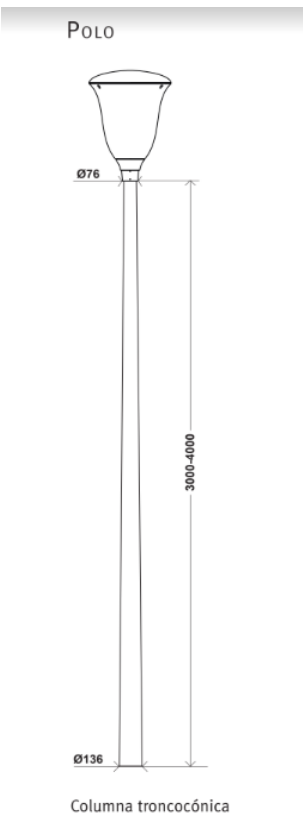


Ilustración 6: Poste cónico de pagodas

Características constructivas:

Marca:	Schreder
Material:	Acero galvanizado
Altura:	4 metros
Sección superior:	76 milímetros
Sección inferior:	136 milímetros

3.2 Especificaciones técnicas de canalización

3.2.1 Poste del medidor, tablero.

Poste tubular cuya función principal es brindar soporte al tablero de alumbrado y al medidor del empalme, posee una altura de cinco metros lo cual permite que la instalación del tablero se ubique a una altura de cuatro metros, de manera tal, que estos se encuentren fuera del alcance de los niños.

Marca: Postemetal

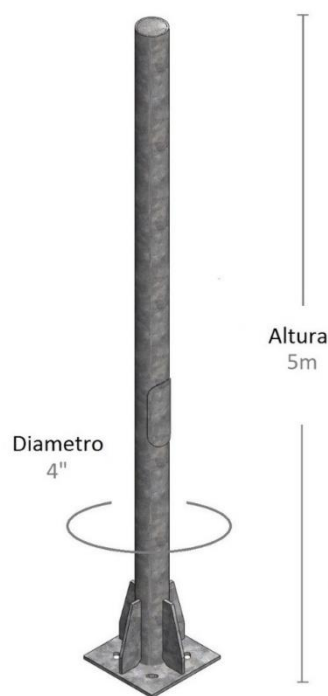


Ilustración 7: Poste tubular

Características constructivas:

Material: acero galvanizado.

Altura: 5 metros

Sección: 4 pulgadas (101,6 milímetros)

En la ilustración 7 figuran las dimensiones del poste tubular.

3.2.2 Base para postes

Base piramidal dedicado a soportar el peso de postes metálicos, sirven tanto para poste tubular, como para el cónico, brinda firmeza a estos y posee pernos de anclaje para el agarre.

Marca: EmaxTechnologies

Pernos de anclaje para base al poste 3/4”.

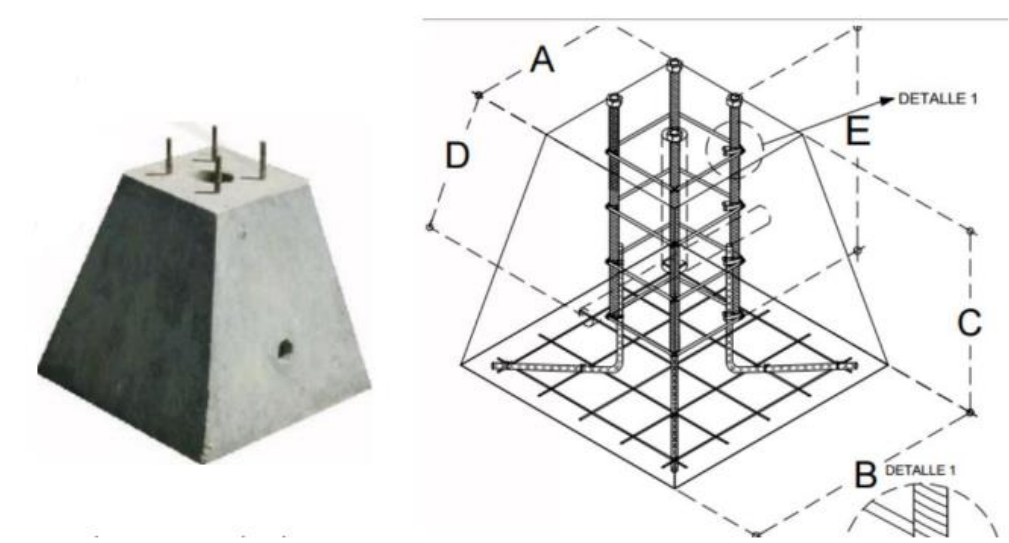


Ilustración 8: Base de concreto

Tabla 4: Medidas de bases de concreto

Medidas	A	B	C	D	E
40*60*60cm	40 cm	60 cm	60 cm	40 cm	60 cm

3.2.3 Sección de conductores

La sección de cada conductor es determinada según la corriente que es capaz de transportar sin dañar el mismo, otro aspecto que influye, es el ambiente en el cual estará expuesto el conductor. Por ello, dado los cálculos que se realizaron anteriormente y las condiciones de trabajo, se determinaron los siguientes tipos de conductores:

3.2.3.1 Alimentador a medidor tablero

Se considera una distancia de 5 metros desde el transformador al medidor, para la conexión del empalme hacia el medidor, este conductor tendrá las mismas características del presente en la línea de alimentación para no considerar una caída de tensión entre estos. Sin embargo, se consideran 6 metros de cable concéntrico para realizar el empalme desde la acometida al medidor.

Alambre concéntrico de $2 \times 4 \text{ mm}^2$, un conductor de cobre blando, aislado con PVC, pantallas de cobre y enchaquetado con polietileno.

Este alambre del empalme vendrá con dos cables en su interior, el cable de la chaqueta interior corresponde a la fase, a diferencia del cable que se encuentra al exterior que corresponde al neutro. Ambos conductores llegan al medidor, señalar que la fase del medidor se debe conectar a una protección magnetotérmica de 20 A curva “B”, que estará dentro de la misma caja de empalme.

3.2.3.2 Medidor a tablero

Se usará cable de 12 AWG, thhn con las siguientes características:
Alambre y cable de cobre electrolítico blando con aislación de PVC de alta resistencia al calor. Con revestimiento de nylon estabilizado al calor y la luz. Para servicio liviano. Se pueden exponer a aceites y gasolinas en lugares secos.

Del medidor saldrán dos cables, fase y neutro (fase que sale de la protección magnetotérmica 20 A), que llegarán al tablero general a través de un flexible. Ambos cables (fase y neutro) llegarán a la protección general de 16 A, y estos se repartirán según se muestra en el plano de la carpeta anexos ([ANEXO D: Planos](#), lamina 5).

3.2.3.3 Tablero a pagodas

Para una distancia total de 40 metros hasta la última luminaria a conectar se asigna un conductor cuya sección nominal es de 2,08 mm² (14 AWG), se necesita un conductor monopolar que cumpla con las condiciones de instalación de cada una de las luminarias.

Características constructivas del cable superflex

Tensión de servicio: SUPERFLEX y SUPERFLEX/TC: 1000 V. RV-K FOC: 600/1000 V ([ANEXO E: Ficha técnica de conductores](#)).

Temperatura máxima de servicio: 90 °C.

Temperatura de sobrecarga de emergencia: 130 °C.

Temperatura de cortocircuito: 250 °C.

Flexibilidad: SUPERFLEX Conductor clase 5. La cubierta exterior es resistente a la llama, humedad y rayos UV. Posee además excelentes propiedades mecánicas.

Luego de conectar los interruptores magnetotérmico de 2 A de cada luminaria, y conectando la salida de estos a las bornas viking según lo señalado en el plano; de estas saldrán 9 cables de un calibre de 14 AWG, de las cuales llegarán 3 a cada luminaria (fase, neutro, tierra de protección).

3.2.3.4 Conexión disponible

Dada la potencia máxima capaz de soportar la protección para este interruptor magnetotérmico, y dado los cálculos realizados anteriormente, se considera un conductor de 12 AWG.

El conductor se conserva, ya que este solo llegará hasta las bornas vikin, el conductor será el mismo del que llega del medidor.

3.2.3.5 Conductor de puesta a tierra

Para la puesta tierra se usará un cable desnudo que irá bajo la canalización de PVC, por la misma zanja, este mismo será un conductor de un calibre 4 AWG (21,2 mm²) y sus características constructivas estarán a continuación:

Características eléctricas y mecánicas del cable

Resistencia eléctrica 20°C: 2,7 ohm/km

Peso aproximado: 60,1 kg/km

Corriente a 40°C: 60 A

Para aterrizar correctamente los postes se usarán terminales de ojo de la sección correspondiente (4 AWG), los cuales se conectarán en la base de estos mismos.

Otro conductor es el que vendrá del conector a barra desde la segunda cámara de paso, este mismo llegará al tablero general y corresponde a un conductor de calibre 10 AWG (5,26mm²) y sus características constructivas estarán a continuación:

Características eléctricas y mecánicas del cable

Tensión de servicio: SUPERFLEX y SUPERFLEX/TC: 1000 V. RV-K FOC: 600/1000 V ([ANEXO E: Ficha técnica de conductores](#)).

Temperatura máxima de servicio: 90 °C.

Temperatura de sobrecarga de emergencia: 130 °C.

Temperatura de cortocircuito: 250 °C.

Flexibilidad: SUPERFLEX Conductor clase 5. La cubierta exterior es resistente a la llama, humedad y rayos UV. Posee además excelentes propiedades mecánicas.

3.2.4 Ductos

Los siguientes materiales están destinados a resguardar los cables de aguas lluvias, corrosión, y promueven la durabilidad de estos.

3.2.4.1 Tubería metálica flexible

Tubería flexible destinada a proteger el cableado entre el medidor y el tablero, además de entre el tablero y el poste. ([ANEXO F: Ficha técnica flexible mt](#)).

Características:

Material: acero galvanizado en cinta con cubierta PVC

Medida: $\frac{3}{4}$ "

Accesorios: 1 conector recto macho $\frac{3}{4}$ "

Especial para proteger el conductor de factores abrasivos, como gases, polvo, gotas de agua, entre otros.

3.2.4.2 Tubería metálica galvanizada (EMT)

Tubo metálico destinado al uso de protección del cableado de la instalación, este estará dispuesto para conectar el empalme con el medidor y luego para conectar el tablero de alumbrado a la primera cámara (de derivación).

Características:

Material: acero galvanizado

Medida: $\frac{3}{4}$ "

Accesorio: Salida de caja p/conduit EMT $\frac{3}{4}$ "

Especial para la conducción de cables eléctricos subterráneos, intemperie u interiores.

3.2.4.3 Tubería PVC

Tubo de policloruro de vinilo (PVC) destinado a proteger los conductores que se encuentren bajo tierra, brindando así, seguridad en la instalación y personas. La clase de este ducto es de tipo III.

Dimensiones del sitio exacto y la profundidad de trabajo de donde ira la canalización, están en el plano ubicado en la carpeta anexos ([ANEXO D: Planos](#), lamina 2, y láminas 14-17).

El largo necesario para realizar la instalación es de 45 metros.

Características:

Medida: ½”

Color: naranja

Accesorio: Terminal tubería conduit PVC ½”

Especial para la conducción de cables eléctricos subterráneos, intemperie u interiores.

3.2.5 Cámaras de paso

Ambas cámaras corresponden al tipo C, permitiendo así, la derivación de los circuitos, futura modificación o manipulación de los conductores subterráneos, y se ubicaran dos cámaras de concreto dentro del terreno.

La diferencia de estas son el uso que se les otorgará. La primera (C1), se utilizará solo para el traslado de los conductores, mientras tanto, la segunda (C2), tiene como finalidad ubicar la instalación de la tierra de servicio, que a la misma vez habrá conductores de las mismas luminarias, dentro de esta. Cabe señalar que las cámaras son huecas por dentro, por ende, se debe poner gravilla a la base de estas.

Medidas:

34x34x40 [cm]



Ilustración 9: Cámara de paso

3.2.6 Puesta a tierra

Su funcionamiento es esencial, consiste en la conexión de todos los equipos eléctricos y electrónicos a tierra, para evitar que se dañen los aparatos o artefactos en caso de ocurrir alguna corriente transitoria peligrosa.

Dentro de la cámara 2 irá enterrada la barra cooper de una altura de 1.5m y un diámetro de 5/8", dejando una altura de 10 cm para la instalación del conector a barra y así también, permitir la manipulación de la misma. Luego de ser enterrada, esta será cubierta en el fondo de la cámara con gravilla (Según se señala en el [ANEXO D: Planos](#), lamina 19).

Se unirá en el conector a barra, un cable desnudo de un calibre de 10 AWG (5,26 mm²) verde-amarillo el cual llegará a la regleta de conexión verde del tablero general. Soldado más abajo a la barra, estará el cable de 4 AWG (mencionado en [3.2.3.5](#)) para realizar la interconexión entre los postes 1, 2 y 3 de las luminarias y el poste del tablero general. Esta interconexión se realizará con soldadura exotérmica para la unión de los conductores.

3.3 Especificaciones técnicas de tablero y protecciones

3.3.1 Tablero

Tablero general de alumbrado que irá montado a una altura de cuatro metros sobre el poste tubular metálico, se usarán fijadores de armarios para soportar el peso de este, los accesorios para el montaje de protecciones y otros materiales se mencionan a continuación:

Armario

Atlantic (Legrand)

Especificaciones:

- Metálico
- IP 66
- IK 10
- 500 x 400 x 200
- Peso: 9,7 Kg

Accesorios:

- | | |
|---|--|
| - Placa lisa | - Bornas vikin estándar |
| - Separadores de bornas | - Tapas terminales |
| - Conector masa | - Tapas de fijación |
| - Riel din 7,5mm | - Borne repartición verde (12 módulos) |
| - Borne de repartición azul (8 módulos) | - Peine de conexión bipolar |
| - Prensaestopa 12mm | - Protección de dientes |
| - Borne de conexión para peine | - Canaleta lina 25x25mm |
| - Terminales de punta 12 AWG | |

Cada uno de los materiales mencionados anteriormente se encuentran ilustrados en el [ANEXO D: Planos](#), lamina 5.

Fijación para el poste:



Ilustración 10: Fijador de armario

Descripción:

Accesorio para fijación de armarios MultiMount a postes. Máxima carga 90 kg.
Material: Acero galvanizado.
Diámetro mínimo del poste: 80 mm.
Diámetro máximo del poste: 250 mm.
Cantidad por embalaje: 2 perfiles con accesorios de montaje.

3.3.2 Medidor y caja

3.3.2.1 Medidor

Medidor eléctrico que posee un marcador con el cual se identifica en valores numéricos el consumo de la energía eléctrica, gracias a este, se puede generar una boleta del suministro otorgado. El medidor debe ser compatible con la caja de empalme y ser aprobado por la compañía distribuidora.

Características:

220V/50Hz

10/50 A

Lectura análoga

Medida: 173x124x118mm

Uso: Domestico

3.3.2.2 Caja de empalme

Permite instalar el medidor eléctrico de manera segura, protegiéndolo de golpes y lluvias. Cumple con todas las exigencias eléctricas vigentes.

Características:

Posee ventanilla frontal para revisar los niveles de consumo eléctrico.

Cuenta con revestimiento anticorrosivo y fosfatizado para una mayor durabilidad.

Medida: 200 x 406mm

Material: Acero galvanizado

Uso: Domestico

3.3.3 Interruptores

Los siguientes artefactos son protecciones que van asociadas al tablero general de alumbrado ubicado en el poste que recibe la acometida (el mismo del medidor):

➤ Interruptor diferencial monofásico:

- Clase “B”, 30mA
- In 25 A
- 2 módulos
- Defectos senoidales (AC)
- Defectos pulsantes(A)

El interruptor o disyuntor diferencial es un aparato destinado a proteger la instalación de derivaciones a tierra y a personas de contactos directos e indirectos.

➤ Interruptor magnetotérmico general:

- Curva “C”, 16 A (F + N)
- 2 módulos

➤ Interruptores magnetotérmico (por cada luminaria):

- Curva “B”, 2 A (F + N)
- 2 módulos

➤ Interruptor magnetotérmico disponible:

- Curva “C”, 10 A (F + N)
- 2 módulos

Los interruptores magnetotérmicos mencionados anteriormente, operan por sobrecarga o cortocircuito y son los encargados de proteger la instalación, los equipos u artefactos que estén conectados a estos.

3.3.4 Fotocelda o relé crepuscular

Este equipo auxiliar tiene por finalidad accionar las lampas al disminuir la presencia de luz en el ambiente, está compuesta por una fotocelda la cual cierra el circuito al dejar de recibir cierto nivel de luz (noche) y lo abre cuando aumenta nuevamente (día).

El aparato ira montado sobre el tablero general en una caja fabricada especialmente para este, de esta manera se protegerán los conductores de daños que podrían deberse a las condiciones ambientales a las que estará sometido el mismo.

Características de relé crepuscular:

- Cubierta de policarbonato resistente contra rayos ultravioleta
- 220-240VAC. 50/60Hz
- Carga nominal: 1800W
- Retardo de funcionamiento: 2 minutos
- Temperatura de servicio: -40°C a 70°C
- Protegido contra sobretensiones

3.3.5 Limitador de sobretensiones transitorias

El principal funcionamiento de este aparato es controlar los pick de tensiones provocados por descargas atmosféricas llevándolas a masa, en otras palabras, protege a la instalación de rayos, los cuales pueden caer en las líneas de suministro elevando la tensión de esta y dañando los equipos sensibles a estas fluctuaciones irregulares. (ver [ANEXO G: Artículo limitadores de sobretensión Legrand](#))

Características del limitador:

Marca: Legrand

Dimensiones : 2 módulos (36mm x 85mm)

Características: SPDs T2 - Imáx. 20KA/polo

UP: 1.2KV - In: 5 KA / polo - Uc: 320 V ~ 2P

4. Cubicación

Tabla 5: Cubicación de materiales

ILIMINACIÓN					
Ítem	Cntd.	Unid.	Descripción	Precio c/u	Total
3.1.1	3	gl	Pagoda LED	\$ 380.300	\$ 1.140.900
3.1.3	3	gl	Poste metálico cónico 4mt	\$ 165.356	\$ 496.068
Total					\$ 1.636.968

CANALIZACIÓN					
Ítem	Cntd.	Unid.	Descripción	Precio c/u	Total
3.2.1	1	gl	Poste metálico tubular 6 mt	\$ 88.000	\$ 88.000
3.2.2	3	gl	Base de concreto para poste (piramidal)	\$ 14.000	\$ 32.000
3.2.3	6	Mts	Cable concéntrico 2 x 4 mm ²	\$1390	\$ 8.340
3.2.3	4	Mts	Cable thhn 1P 12 AWG rojo	\$420	\$ 1.680
3.2.3	5	Mts	Cable thhn 1P 12 AWG blanco	\$420	\$ 2.100
3.2.3	4	Mts	Cable thhn 1P 12 AWG verde	\$420	\$ 1.680
3.2.3	40	Mts	Cable superflex 1P 14 AWG rojo	\$ 286	\$ 11.440
3.2.3	40	Mts	Cable superflex 1P 14 AWG blanco	\$ 286	\$ 11.440
3.2.3	40	Mts	Cable superflex 1P 14 AWG verde	\$ 286	\$ 11.440
3.2.3	45	Mts	Cable desnudo 4 AWG	\$ 6.100	\$ 274.500
3.2.3	4	gl	Terminales de ojo 4 AWG	\$ 566	\$ 2.264
3.2.4	2	Mts	Tubería flexible EMT ¾”	\$ 1.425	\$ 2.850
3.2.4	4	gl	ZL Conector recto macho ¾	\$ 650	\$ 2.600
3.2.4	1	gl	Tubería EMT ¾” x 3mts	\$ 6.990	\$ 6.990
3.2.4	1	gl	Salida de caja p/conduit EMT ¾”	\$ 411	\$ 411
3.2.4	15	gl	Tubería PVC Naranja ½” x 3mts	\$ 680	\$ 10.200
3.2.4	6	gl	Terminal tubería conduit PVC ½”	\$ 190	\$ 1.140
3.2.5	2	gl	Cámaras de paso 34x34x40 cm	\$ 15.490	\$ 30.980
3.2.6	1	gl	Barra cooper 2 mt5/8”	\$ 5.590	\$ 5.590
3.2.6	1	gl	Conector de barra 5/8”	\$ 2.390	\$ 2.390
Total					\$ 388.035

TABLERO Y PROTECCIONES					
Ítem	Cntd.	Unid.	Descripción	Precio c/u	Total
3.3.1	1	gl	Tablero atlantic Legrand 500x400x200	\$ 88.120	\$ 88.120
3.3.1	1	gl	Placa lisa	\$ 21.900	\$ 21.900
3.3.1	1	gl	Peine conexión bipolar	\$ 4.543	\$ 4.543
3.3.1	1	gl	Borne de conexión para peine x 20	\$ 1.907	\$ 1.907
3.3.1	1	gl	Prensaestopa 12 mm	\$ 2.322	\$ 2.322
3.3.1	1	gl	Borne repartición verde 12 mod.	\$ 6.420	\$ 6.420
3.3.1	1	gl	Borne repartición azul 8 mod.	\$ 5.380	\$ 5.380
3.3.1	1	gl	Porta plano 260x165 mm	\$ 12.580	\$ 12.580
3.3.1	14	gl	Bornas viking	\$ 1.410	\$ 19.740
3.3.1	3	gl	Separadores de bornas	\$ 685	\$ 2.055
3.3.1	2	gl	Tapas terminales viking	\$ 568	\$ 1.136
3.3.1	4	gl	Tapas de fijación viking	\$ 1.780	\$ 7.120
3.3.1	1	gl	Protección de dientes para peine	-	-
3.3.1	1	gl	Terminales de punta 12 AWG x10	\$ 1.190	\$ 1.190
3.3.1	1	gl	Rieldin 7,5mm	\$ 13.720	\$ 13.720
3.3.1	1	gl	Canaleta Lina 25 x 25 mm x 2 m	\$ 6.670	\$ 6.670
3.3.1	1	gl	Fijador de armario MultiMount	\$13.431	\$13.431
3.3.2	1	gl	Medidor monofásico 220v	\$ 17.390	\$ 17.390
3.3.2	1	gl	Caja de empalme monofásico	\$ 14.700	\$ 14.700
3.3.3	1	gl	Interruptor diferencial monofásico In 25 A 220v, 30mA.	\$ 20.690	\$ 20.690
3.3.3	1	gl	Interruptor magnetotérmico B20 1P. 220v. Saime	\$ 5.270	\$ 5.270
3.3.3	1	gl	Interruptor magnetotérmico C16 2P 220v. Schneider.	\$ 37.991	\$ 37.991
3.3.3	3	gl	Interruptor magnetotérmico B2; 220v. Legrand	\$ 46.461	\$ 139.383
3.3.3	1	gl	Interruptor magnetotérmico C10. Legrand	\$ 37.975	\$ 37.975
3.3.4	1	gl	Relé crepuscular	\$ 3.919	\$ 3.919
3.3.4	1	gl	Base relé crepuscular	\$ 3.015	\$ 3.015
3.3.5	1	gl	Limitador sobretensión SPDs T2	\$ 38.392	\$ 38.392
Total					\$ 488.567

Iluminación	\$ 1.636.968
Canalización	\$ 388.035
Tablero y protecciones	\$ 488.567
Presupuesto total	\$ 2.531.570

Capítulo III: Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

El fin de aclarar cada uno de los aparatos y artefactos considerados en el presente trabajo, tiene como fin la entrega de la solución ante la problemática presentada al principio del documento.

En el [ANEXO H: Resultados de Dialux](#), se puede observar el resultado entregado por el software el cual es dedicado para fines de proyectos lumínicos, en este se cumple que:

- ✓ La ubicación de la instalación de las pagodas va en armonía con la situación actual de la plaza.
- ✓ La media de iluminancia supera los 25 [lux] (normado por el decreto N°51).
- ✓ En los puntos más lejanos el nivel de iluminancia no es menor a los 5 [lux] (normado en el decreto N°51)

Simulación Dialux

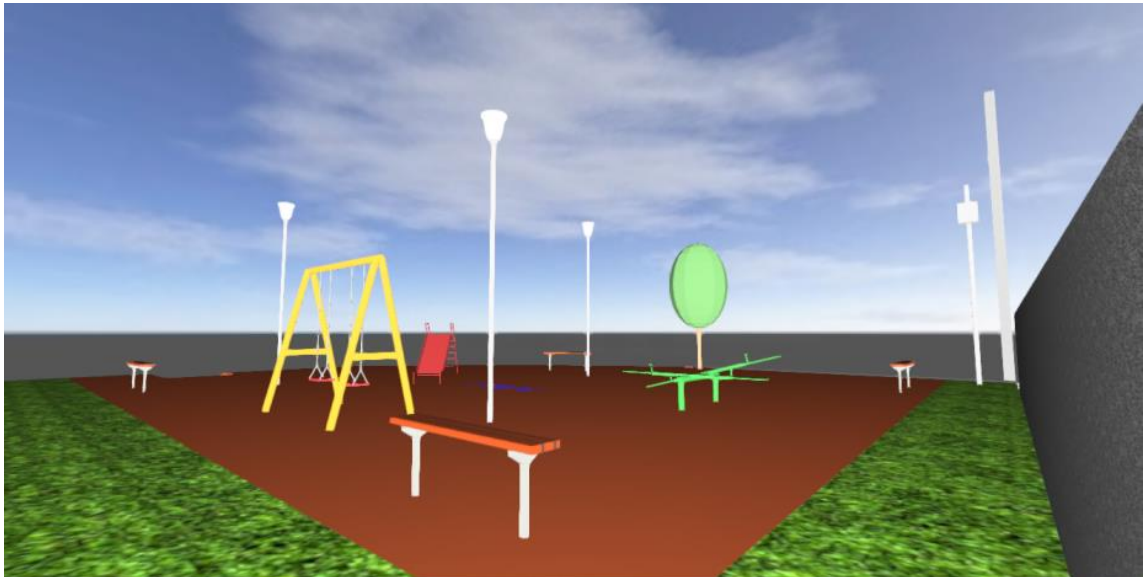


Ilustración 11: Simulación Dialux

Recomendaciones

El presente apartado es para considerar algunas recomendaciones en la ejecución y acabado del proyecto. Este proyecto está pensado desde el enfoque que lo realice una entidad de rol particular. De ser el ejecutante de tipo público con considerar el arreglo del medidor, relé crepuscular y protecciones:

Cámaras de seguridad

Siendo sugerente para mejorar el cumplimiento del objetivo principal de este proyecto se adjunta esta sugerencia para el ejecutante, que es la instalación de una cámara de vigilancia ubicada en el poste que contiene el tablero, el enchufe disponible cumple con la finalidad de apoyar esta idea gracias a su ubicación.

Postes

Aunque se vea antiestético se recomienda en la abertura de los postes para acceder a los cables cuando ya están montados, colocar una placa metálica sobre esta con remaches o pernos para protegerla de posible vandalismo como se muestra en la ilustración 12.



Ilustración 12: Ejemplo de sellado

Medidor

El medidor especificado en el proyecto tiene por deducibles razones medir el consumo de la instalación, este fue proyectado por el enfoque privado por el cual fue tomado, pero este puede ser omitido si el organismo responsable pertenece a la compañía distribuidora o tiene afiliación con esta, explicación: si el proyecto es realizado por la municipalidad correspondiente al sector, la medición de la potencia consumida se realiza más arriba con el medidor de las luminarias públicas la instaladas.

Relé crepuscular

Al igual que el medidor, si el ejecutante es la municipalidad del sector y este queda a su responsabilidad, puede omitir el relé crepuscular si la instalación ya quedará conectada a la misma del alumbrado público general la cual ya posee su propio relé.

Perforaciones

Las perforaciones señaladas en el detalle (medidor, poste tubular, tablero) pueden ser alteradas por el ejecutor a conveniencia. Por ejemplo, si los cables del relé crepuscular son largos, sería recomendable colocar la prensaestopa debajo de este, como se muestra en la ilustración 13:

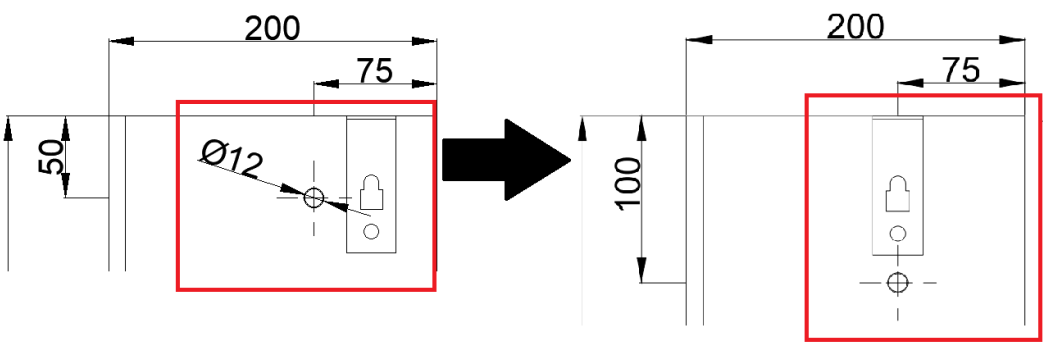


Ilustración 13: Ejemplo de alteración perf.

Protecciones

Las protecciones del tablero eléctrico pueden variar, en sus marcas o proveedores, ya que estas fueron elegidas por los proyectistas que realizaron este documento, considerando más que todo, sus valores nominales que este mismo indica, por ello se puede alterar todo lo demás menos estos, eso sí, deben contar con una certificación vigente.

En el caso de las protecciones individuales de las pagodas pueden ser menor a lo mencionado en las especificaciones técnicas, pero si tomando en consideración la corriente individual de estas.

Mantenición

La mantención la realizara el organismo ejecutante de la obra o una empresa aparte, esta se debe hacerse en un periodo prudente considerando lo siguiente, la acumulación de polvo dentro de la pagoda, daño físico, fallas eléctricas, entre otras.

Nota: Para obtener un resultado seguro, sin accidentes inesperados, es importante tener en consideración las cinco reglas de oro.

Bibliografía

Autor personal

Alcalde, Pablo. Electrotecnia. 6ª ed. Madrid: Carmen Lara Carmona, 2014. 403 p.
ISBN 978-84-283-9877-0

Autor personal

Chacón, Fernando. Guía para el Diseño del Sistema Eléctrico Asociado con una Pequeña Central Hidroeléctrica. Vol. 1. Bucaramanga, Colombia. OLADE, 1985. 328p.

Superintendencia de electricidad y combustible (Chile). Instalaciones de bajo consumo. NCH Elec. 4/2003. Santiago, Chile: 2003. 175p.

Superintendencia de electricidad y combustible (Chile). Electricidad, elaboración y presentación de proyectos. NCH Elec. 2/84. Santiago, Chile: [199-]. 13p.

Decreto 51: Aprueba reglamento de alumbrado público de bienes nacionales de uso público destinados al tránsito peatonal. Biblioteca del congreso nacional de Chile, Santiago, 30 de diciembre de 2015. 19p.