



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

TEMA:

**Análisis y diseño eléctrico del alumbrado público con materiales resistentes a la
corrosión para el malecón regenerado de la comuna San Pablo, Provincia de
Santa Elena.**

AUTOR:

Calderón Navarro, Oscar Agustín

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de

INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO

TUTOR:

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, Msc

Guayaquil, Ecuador

19 de septiembre del 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Calderón Navarro, Oscar Agustín** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO.**

TUTOR

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, Msc

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, Msc

Guayaquil, a los 19 del mes de septiembre del año 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Calderón Navarro, Oscar Agustín

DECLARÓ QUE:

El trabajo de titulación **“Análisis y diseño eléctrico del alumbrado público con materiales resistentes a la corrosión para el malecón regenerado de la comuna San Pablo, Provincia de Santa Elena”** previo a la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 19 del mes de septiembre del año 2017

EL AUTOR

Calderón Navarro, Oscar Agustín



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, Calderón Navarro, Oscar Agustín

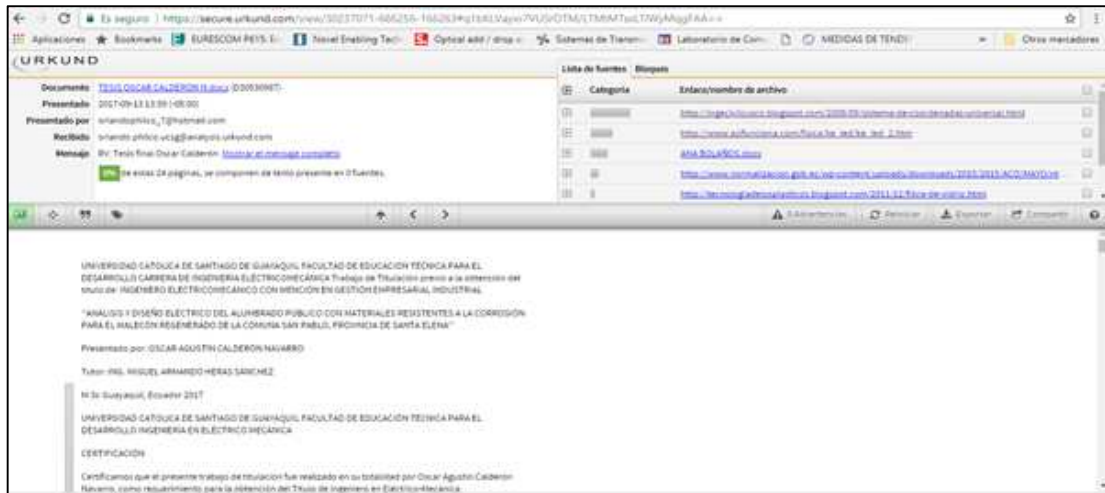
Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Análisis y diseño eléctrico del alumbrado público con materiales resistentes a la corrosión para el malecón regenerado de la comuna San Pablo, Provincia de Santa Elena”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 19 del mes de septiembre del año 2017

EL AUTOR

Calderón Navarro, Oscar Agustín

REPORTE URKUND



Reporte Urkund Trabajo de titulación; **“Análisis y diseño eléctrico del alumbrado público con materiales resistentes a la corrosión para el malecón regenerado de la comuna San Pablo, provincia de Santa Elena”** del estudiante Oscar Agustín Calderón Navarro al 0% de coincidencias.

Atentamente,

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, Msc

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud empieza por ellos: Mis padres, Sucre Calderón Cobeña por ser un gran padre y un gran profesional y María Navarro Alvarado por brindarme su coraje y su paciencia. Sin ustedes nada de esto habría sido posible, gracias por su cariño, su sabiduría y su confianza.

-A mis amigos y colegas, gracias por su ayuda y su tiempo durante la elaboración de esta tesis.

-Así mismo, mi gratitud para Katherine Rosero por su amistad.

-Al señor Jorge Quezada por su ayuda.

-A mis maestros, tutor y a la Sra. Alexandra Vélez.

-Cristina Alcívar, doy gracias a la vida por ti.

Calderón Navarro, Oscar Agustín

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a quien fue Cecilia María Muñoz Cumbe, por su inigualable paciencia, por el tiempo y la sabiduría que me brindó, por sus consejos y sus palabras. La promesa está cumplida.

Calderón Navarro, Oscar Agustín



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO, MSC

DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

ING. MONTENEGRO TEJADA, RAÚL, MSC

DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO, MSC

OPONENTE

Índice General

Índice de ilustraciones.....	xii
Índice de tablas.....	xiii
CAPITULO I.....	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Justificación.....	2
1.3 Hipótesis.....	3
1.4 Objetivo general.....	3
1.5 Objetivos específicos.....	3
1.6 Metodología de investigación.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2.1 Antecedentes.....	4
2.1.1. Historia del alumbrado eléctrico.....	4
2.1.2. Alumbrado eléctrico público en el Ecuador.....	5
2.2. Fundamentación teórica.....	6
2.2.1. Deslumbramiento.....	6
2.2.2. Intensidad de luz.....	6
2.2.3. LED.....	7
2.2.4. Fibra de vidrio.....	9
2.2.5. Coordenadas UTM.....	10
2.2.6. Luminaria.....	14
2.2.7. Temporizador.....	16
2.2.8. Oxidación y corrosión.....	21
CAPÍTULO III.....	24
3. Marco legal y Regulaciones técnicas.....	24
3.1. Marco legal.....	24
3.1.1. Alumbrado publico.....	24
3.1.2. Servicio de Alumbrado Público General – SAPG.....	25

3.1.3.	Continuidad del servicio.....	25
3.1.4.	Aspectos económicos	26
3.1.5.	Responsabilidades legales	26
3.2.	Regulaciones técnicas	27
3.2.1.	RTE INEN 069 “ALUMBRADO PÚBLICO”	27
3.2.2.	NTE INEN 1965:2015.....	27
3.2.3.	Acometida subterránea en media tensión 13.8 kV.	28
3.2.4.	Cajas fusibles.....	28
3.2.5.	Características de las canalizaciones	28
3.2.6.	Módulo individual para medidores de medición directa.	29
3.2.7.	Transformador	29
3.2.8.	Clasificación de protección IP.....	30
CAPÍTULO IV		31
4.	Levantamiento de información de campo	31
4.1.1.	Ubicación geográfica.....	31
4.1.2.	Ubicación georreferenciada del sistema instalado	32
4.2.	Situación actual.	33
CAPÍTULO V		39
5.	CRITERIOS DE APORTACIÓN	39
5.1.1.	Criterios de uso y aplicación	39
5.1.2.	Transformador	39
5.1.3.	Postes de PRFV	39
5.1.4.	Luminarias LED	40
5.2.	Dialux.....	42
5.3.	Cables.....	43
5.4.	Temporizador	43
5.5.	Medidor	43

5.6.	Panel de distribución	43
5.7.	FODA	44
CAPÍTULO VI.....		45
6.	Memoria del proyecto	45
6.1.1.	Coordenadas UTM	45
6.1.2.	Protecciones.....	45
6.1.3.	Protección del transformador	45
6.1.4.	Protección y control de encendido	45
6.2.	Cálculo de la demanda.	46
CAPÍTULO VII		49
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
7.1.	Conclusiones	49
7.2.	Recomendaciones.....	50
Bibliografía		51
ANEXOS		53
Anexo 1: Dimensiones del panel de distribución y medidor		54
Anexo 2: Diagrama Unifilar.....		55
Anexo 3: Implantación de circuitos de luminarias.....		56
Anexo 4: Implantación de tomacorrientes		57
Anexo 5: Identificación de postes de hormigón centrifugado		58
Anexo 6: Acometida Subterránea		59
Anexo 7: Disposición de ductos en aceras y cruces de calles.....		60
Anexo 8: Módulo con tapa para medidor Monofásico CL-100.....		61
Anexo 9: Detalle de montaje de un transformador Padmounted		62
Anexo 10: Dimensiones de transformadores monofásicos de distribución tipo Padmounted.....		63

Ilustraciones

Ilustración 2.2:1: Componentes de un LED.....	8
Ilustración 2.2:2: Proyección transversa de Mercator, centrado sobre el meridiano 0° y el ecuador.	12
Ilustración 2.2:3: Proyección transversa de Mercator, centrado sobre el meridiano 45° E y el ecuador.....	12
Ilustración 2.2:4: Husos y zonas UTM	13
Ilustración 2.2:5: Bulbo de sodio de alta presión.....	16
Ilustración 2.2:6: Esquema de potencia con un relé temporizador	17
Ilustración 2.2:7: Esquema de utilización de un relé temporizador	17
Ilustración 2.2:8: Funciones comunes de los temporizadores con salida de relé.....	19
Ilustración 2.2:9: Funciones más habituales utilizadas con relés temporizadores	20
Ilustración 2.2:10: Metales oxidados por exposición, oxidación electrolítica.	23
Ilustración 4:1: Fotografía satelital del malecón de San Pablo	31
Ilustración 4:2: Vista general del malecón, AutoCAD	31
Ilustración 4.2:1: Instalaciones de APG hasta agosto de 2015	33
Ilustración 4.2:2: Malecón de la comuna San Pablo en la actualidad.....	34
Ilustración 4.2:3: Estado del transformador de 25 kVA	35
Ilustración 4.2:4: Poste deteriorado y removido	35
Ilustración 4.2:5: Aves marinas posadas en una luminaria.	36
Ilustración 4.2:6: Conductores expuestos a la intemperie.....	37
Ilustración 4.2:7: Imagen del malecón por la noche	37
Ilustración 4.2:8: Humedad relativa del Ecuador en 2013.....	38
Ilustración 5:1: Eficiencia lumínica LED	40
Ilustración 5:2: Niveles de temperatura del color	40
Ilustración 5:3: Dimensiones de luminaria NOVA ZD516.....	41
Ilustración 5.2:1: Proyección Dialux en colores falsos.....	42

Tablas

Tabla 4-1: Coordenadas UTM de postes originales.....	32
Tabla 4.2-1: Información del transformador en existencia	34
Tabla 6.2-1: Sumatoria de cargas.....	46
Tabla 6.2-2: Planilla de circuitos	48
Tabla 7.2-1: Intensidad máxima permanente admisible de conductores aislados para 0 a 2000 Voltios nominales.....	64
Tabla 7.2-2: Número máximo de conductores y cables de aparatos en ductos.....	65
Tabla 7.2-3: Protección IP - primera cifra, cuerpos sólidos.....	66
Tabla 7.2-4: Protección IP - segunda cifra - Protección contra líquidos y agua.....	66

RESUMEN

El presente trabajo de grado tiene como meta desarrollar la proyección de un sistema de alumbrado público, en el malecón de la comuna de San Pablo, provincia de Santa Elena. Este trabajo contempla el análisis de los factores ambientales que repercuten en los componentes del servicio de alumbrado público y su posible solución con el uso de materiales resistentes a la corrosión, evitando la destrucción prematura del sistema por falta de mantenimiento, ya que estos materiales soportan mejor los fenómenos climáticos. Así mismo se hace un breve resumen de la normativa inherente y aplicable al servicio público de alumbrado, en la que se definen las responsabilidades por la recaudación de dicho servicio, la tarifa, como se calcula el costo de operación, la institución que lo administra y las especificaciones técnicas. Se calculan las protecciones, conductores, la demanda y la capacidad del transformador a utilizar. Se calcula el número necesario de luminarias y su distribución gracias a uso del software libre de luminotecnia, Dialux 7, programa que no solo permite calcular sino también genera una proyección de los datos obtenidos. El proyecto busca ser, más que una alternativa, un patrón que debería replicarse en las zonas costeras del Ecuador, analizando el costo-beneficio en el tiempo, respetando y fomentando el cumplimiento de los estándares internacionales y nacionales para la construcción y operación de sistemas eléctricos públicos y privados.

PALABRAS CLAVE: ALUMBRADO PÚBLICO, NORMATIVA, CONDUCTORES, LUMINOTECNIA, MATERIALES, LED.

ABSTRACT

The present work of degree has as goal to develop the projection of a system of public lighting, in the quayside of the commune of San Pablo, province of Santa Elena. This work considers the analysis of the environmental factors that affect the components of the public lighting service and its possible solution with the use of materials resistant to corrosion, avoiding the premature destruction of the system due to lack of maintenance, since these materials support better The climatic phenomena. A brief summary of the inherent and applicable regulations for the public lighting service also given, which defines the responsibilities for the collection of this service, the rate, how the cost of operation is calculated, the institution that administers it and Technical specifications. The protections, conductors, demand and capacity of the transformer to used are calculated. The necessary number of luminaires and their distribution calculated thanks to the use of free software for lighting technology, Dialux 7, a program that not only allows calculation but also generates a projection of the obtained data. The project seeks to be, rather than an alternative, a pattern that should replicated in the coastal zones of Ecuador, analyzing cost-benefit over time, respecting and encouraging compliance with international and national standards for the construction and operation of electrical systems Public and private.

Keywords: PUBLIC LIGHTING, REGULATIONS, DRIVERS, LIGHTING, MATERIALS, PROTECTIONS.

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Sobre una explanada de aproximadamente 4500 m² se asienta el malecón turístico de la comuna San Pablo, perteneciente al cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, obra que se llevó a cabo por parte del Municipio de Santa Elena con una inversión que se aproxima a los \$420000, en la que no se consideró el adecuado mantenimiento y tiempo de operación estándar de las instalaciones del sistema de alumbrado público del lugar, ya que por su infraestructura y ubicación, esta requería gran labor a fin de evitar llegar al actual deterioro de las instalaciones y por consecuencia la falta de iluminación del malecón, lo ocasiona molestias no solo a los residentes, sino también a los visitantes, siendo el turismo una de las principales fuentes de ingreso para los residentes, adicionalmente este inconveniente genera una fuerte sensación de inseguridad a quienes transitan el lugar por la noche y a los mismo pescadores artesanales de la comuna que utilizan el sector circundante como playa de desembarco.

1.2 Justificación

El malecón de la comuna San Pablo, exhibe instalaciones obsoletas que requieren de un análisis detallado, teniendo como premisa que el alumbrado público es de gran importancia en un balneario turístico, el diseño de este debe realizarse observando cuales son las condiciones ambientales y los requerimientos específicos del lugar.

Este proyecto contempla el rediseño del sistema eléctrico de alumbrado público del lugar con el uso de luminarias tipo LED y diversos materiales resistentes a la corrosión. Esto beneficia directamente a los habitantes de esta comuna y a la vez coadyuva al mejoramiento de la oferta de atractivos turísticos del lugar, generando indirectamente plazas de empleo a los residentes y fortaleciendo la seguridad en el lugar de intervención.

1.3 Hipótesis

Con la mejora visual del malecón, es posible considerar que la zona será de mayor atractivo turístico, favoreciendo particularmente a los negocios cercanos al sector a intervenir, como consecuencia de la solución planteada en este proyecto y posteriormente puede ser replicado en las poblaciones a lo largo de la costa ecuatoriana.

1.4 Objetivo general

- Diseñar un sistema de alumbrado público con materiales resistentes a la corrosión para el malecón regenerado de la comuna San Pablo, Santa Elena.

1.5 Objetivos específicos

- Realizar un análisis y levantamiento de información sobre la situación actual del sistema de alumbrado público en el lugar.
- Evaluar las necesidades de iluminación para el lugar intervenido.
- Diseñar un sistema eléctrico de alumbrado público con el uso de materiales resistentes a la corrosión

1.6 Metodología de investigación

La metodología que se aplica en este proyecto es el método analítico, que parte de la identificación de los factores de riesgo del sistema de alumbrado público en el perfil costero del Ecuador, teniendo en cuenta estas necesidades se puede desarrollar un diseño coherente que brinde continuidad al sistema y prolongue la vida útil del mismo en relación a los sistemas actuales.

CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Antecedentes

2.1.1. Historia del alumbrado eléctrico

Como lo describe (LUXTRONIC, 2015), el alumbrado público tuvo sus inicios en el año de 1875 gracias al ruso Pavel Yablochkov que desarrollo unas velas eléctricas, se trataba de un arco eléctrico con electrodos de carbón que funcionaban gracias al uso de corriente alterna, lo que ocasionaba que el equipo mantuviese un funcionamiento lumínico regular. Estas fueron utilizadas por primera vez en 1880 para iluminar los almacenes Grand Magasins de Louvre, en París-Francia.

El éxito alcanzado por la adopción de estos sistemas fue tal, que para el año de 1881 la empresa alemana Siemens & Halske, con el apoyo de Friederich von Hefner-Alteneck ya había realizado mejoras al sistema original e iniciada la década de 1890 ya se encontraban operando cerca de 130000 lámpara de arco eléctrico en suelo estadounidense.

La General Electric Company presentó su propia versión comercial de la lámpara de arco de carbono, para el año de 1893, la cual venia en un globo sellado de vidrio, que a más de su particularidad, este poseía una vida promedio de 100 horas de funcionamiento, lo cual para aquel entonces representaba cerca de 10 veces más tiempo de vida que las utilizadas hasta ese momento.

El sistema de luminarias de arco tenía dos grandes dificultades, emitían un haz de luz muy intensa y desprendían mucho calor, resultaban muy útiles en zonas de tráfico industrial como los astilleros, pero generaban disgusto en las calles. Además, requerían de continuo mantenimiento por su rápido desgaste en los electrodos de carbón, Así, para finales del siglo XIX las luminarias de arco eléctrico quedaron fuera de servicio y fueron sustituidas por lámparas incandescentes que por su economía en la fabricación y la fiabilidad del servicio se instalaron inmediatamente en las calles y avenidas, dejando el uso de las lámparas de arco eléctrico de uso casi exclusivo para las industrias.

Con el avance de las nuevas tecnologías, lámparas como la de vapor de mercurio de alta presión, una lámpara de arco eléctrico cuya descarga sucede a través de un gas sometido a altas presiones, razón por la que esta tecnología se denominó High Intensity Discharge (HID), también conocida en el medio hispano-hablante como Descarga en Alta Presión (DAI), que por la degradación de los componentes internos pierde rápidamente la intensidad original de la lámpara. Posteriormente se desarrolló la lámpara de sodio de baja presión, la que fue reemplazada casi de inmediato por la lámpara de vapor de sodio de alta presión, de luz color ámbar de menor tamaño y fácil manipulación, esta se mantiene en uso actualmente por su economía y está dentro de la categoría HID o DAI.

2.1.2. Alumbrado eléctrico público en el Ecuador

Según los registros de (Diario El Telégrafo, 2015), el importante crecimiento de las ciudades en el Ecuador en los siglos XIX y XX, un arduo proceso de construcción de los cimientos para la prosperidad de las urbes, que inicialmente se dio en las dos principales ciudades del país, Quito como capital de la república y Guayaquil como capital económica y puerto principal. No obstante, el inicio del servicio público de generación eléctrica tuvo su nacimiento en gracias a dos acaudaladas instituciones: el Ingenio Valdez en la ciudad de Milagro, provincia del Guayas y el convento de jesuitas en Pifo, provincia de Pichincha, antes de 1895. Para el año de 1896, en la provincia de Tulcán ya se realizaban las primeras del servicio de alumbrado público.

En la ciudad de Guayaquil, tras el incendio de octubre de 1896, catástrofe de proporciones históricas que consumió gran parte de las edificaciones de la urbe, tuvieron como respuesta por parte de las autoridades del Cabildo la expedición de ordenanzas de construcción y ornato público, que buscaban reducir los peligros que pudiesen provocar nuevos flagelos, lo cual ‘provocó un cambio notable en la construcción de la ‘nueva ciudad’, el nuevo sistema de alumbrado público tuvo gran aceptación por parte de los guayaquileños gracias a poderosas campañas publicitarias que hacían hincapié en la reducción de los riesgos que provocaba el uso del gas o las velas de sebo.

En marzo de 1899 la empresa Jijón Gangotena y Urrutia la que puso en marcha un generador de luz y energía eléctrica, en reemplazo de un dinamo que era impulsado por molinos el cual alcanzaba a generar un total de 60 kW que funciono desde 1897. En el mismo año en la apartada ciudad de Loja veía sus primeras luces la Sociedad Luz Eléctrica, bajo la gerencia de Ramón Eguiguren, la que para el mes de abril de 1899, culminó con la dotación del alumbrado eléctrico de la capital de la provincia del mismo nombre, Loja.

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Deslumbramiento

Es el momento exacto en el que una fuente de luz u objeto luminoso se vuelve molesto para el observador y reduce considerablemente la capacidad de percepción visual. Depende de la posición de la fuente o del objeto dentro del campo visual y de la diferencia de luminancia entre la fuente y su fondo. Las luminancias relativas demasiado elevadas traen como resultado molestias de tipo tanto fisiológicas (reducción de la capacidad de percepción) como psicológicas (fatiga, estado nervioso, etc.). Se pueden clasificar en deslumbramiento directo y por reflexión.(Philips, 1995)

2.2.2. Intensidad de luz

Para cuantificar la intensidad de la luz emitida por una fuente, se emplea la unidad denominada candela (cd), cuya principal ventaja es que, por definición, puede establecerse con gran precisión de manera experimental: un centímetro cúbico de platino incandescente (~ 2043 °K) emite luz a una intensidad de 60 Cd. Pero la candela representa sólo la intensidad de la luz emitida por unidad de ángulo espacial (estereorradián), es decir, en una dirección del espacio determinada. En la práctica, una mejor expresión de las propiedades de emisión de una fuente la brinda el lumen (lm), que expresa el flujo lumínico o cantidad de luz que emite la fuente hacia el espacio circundante, y es análogo al caudal en el estudio de los líquidos. El lux (lx) expresa el flujo luminoso que alcanza una superficie por unidad de medida (en el sistema métrico decimal se toma en metros cuadrados la medida de la superficie) o intensidad de iluminación; por ejemplo, lx,[lm/m²]. En condiciones ideales (fuente

puntual), la intensidad de iluminación disminuye con el cuadrado de la distancia a la fuente(Philips, 1995)

La intensidad lumínica es un parámetro que puede medirse directamente con instrumentos electrónicos conocidos como luxómetros, en el lugar iluminado y bajo condiciones tan diversas como lo requiera el estudio luminotécnico. Como referencia, la intensidad de iluminación de la luz emitida por el sol en un día claro es aproximadamente 100.000 lx; en la sombra, de 10.000 lx (en la zona tropical por no tener estaciones); y en una típica noche clara de luna llena, de unos 3 lx. Un desempeño confortable en tareas visuales requiere un mínimo de 300 lx. (Philips, 1995)

2.2.3. LED

Como menciona (Garcia Alvarez, 2012),LED, son la siglas del inglés "Light Emitting Diode, que significan Diodo Emisor de Luz, el cual está compuesto por un tipo de semiconductor, el cual tiene como particularidad convertir la corriente de bajo voltaje en un haz de luz. A primera instancia este equipo tiene la apariencia de un pequeño bulbo, o que lo diferencia es que este carece de algún filamento o conductor interno, lo que en comparación con otro tipo de tecnología lo hace superior y menos contaminante.

En la actualidad existen nuevos materiales que reproducen todos los colores del espectro electromagnético, mismos que son perceptibles al ojo humano considerando al blanco dentro de la gama de colores, así mismo emiten luces no visibles como el ultravioleta (UV) y el infrarrojo (IR). La eficacia lumínica de los Leds ha sido acrecentada, la misma que supera la iluminación que habitualmente suministra una lámpara incandescente con mayor potencia en watt (W).(Garcia Alvarez, 2012).

La tonalidad emitida por cada diodo en particular está ligada directamente al material semiconductor que lo compone, el mismo tuvo que haber sido utilizado durante su elaboración. Cada compuesto químico utilizado en la producción de un LED, permite el uso del color requerido de un espectro electromagnético.(Garcia Alvarez, 2012).

El cuerpo compacto de un LED , se caracteriza por tener una resistencia superior a los impactos como sucede con cualquier bulbo de vidrio para iluminación, esto le permite ampliar su campo de acción sin tener que considerar factores de riesgo como la vibración. El componente de mayor importancia de un dispositivo Led, es el circuito integrado o chip emisor de luz, el mismo que está ubicado en una cápsula de resina epoxi transparente o tinturado del mismo color de la luz que emite, este tiene formas y tamaños distintos. Desde el mismo chip que se encuentra encerrado en el interior de la cápsula parten dos terminales que traspasan su base y salen para que se puedan conectar a un circuito de corriente directa (C.D.), de forma tal que el LED quede polarizado directamente. Cuando el LED es nuevo, el terminal más corto corresponde al polo negativo (-) del cuerpo, mientras el más largo corresponde al positivo (+).(Garcia Alvarez, 2012)

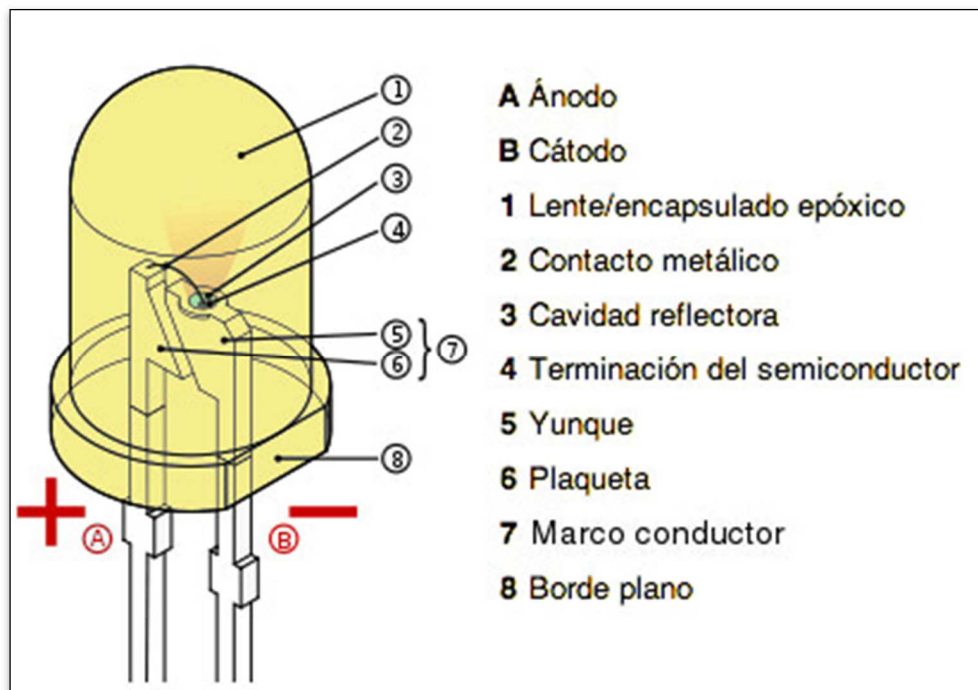


Ilustración 2.2:1:Componentes de un LED
Fuente: (Solvin Systems Engineeering, 2015)

Según el fabricante y su aplicación este equipo se puede utilizar con un voltaje o tensión de polarización directa entre 1 y 4 volt (V) aproximadamente, con una corriente que puede variar en el rango de los 10 a 40 miliamperio (mA), estos valores dependen directamente del volumen que alcance el dispositivo y la tonalidad de luz que emita cada uno. La inducción de un voltaje o corriente que se encuentre

por encima del valor fijado por el fabricante del equipo, afecta y reduce la vida útil e incluso puede destruir el equipo.(Garcia Alvarez, 2012)

A diferencia de las lámparas incandescentes, fluorescentes, halógenas y CFL que emiten un flujo luminoso en diferentes direcciones, manera uniforme, los Leds la emiten desde la parte superior del chip y la proyectan en una sola dirección simulando una forma cónica, creando un ángulo entre 120 y 140 grados entre sus límites.(Garcia Alvarez, 2012).

Un equipo led emana calor en bajas cantidades y alcanza una eficiencia aproximada del 85% de la energía que consume, con una vida útil que llega hasta las 50000 horas de trabajo en comparación con las 1000 horas de las lámparas incandescentes y las 10000 de las luminarias fluorescentes. Por lo tanto, por cada kilovatio-hora (kW-h) que consume un led, las centrales térmicas que generan la electricidad necesaria para satisfacer la demanda requerida por el sistema, dejan de emitir aproximadamente 0,6 kg de CO₂ (dióxido de carbono) para obtener la misma luminiscencia que una lámpara incandescente de mayor consumo.(Garcia Alvarez, 2012).

2.2.4. Fibra de vidrio

Como lo detalla (Calvo Sealing, 2015), la fibra mineral está compuesta por la combinación de magnesita, sílice, cal y alúmina, las que se complementan con un a mezcla de óxidos con lo que se consigue un compuesto resistente y uniforme que se lleva a los 1550°C y se enfría a través de extrusoras individuales que forman los filamentos. Estos se subdividen en los siguientes grupos.

- a) Tipo E: Por sus cualidades de resistencia al fuego y resistencia al paso de corriente eléctrica, este compuesto se aproxima al 90% del uso como refuerzo para composites.
- b) Tipo R: Su principal campo de uso es en la aviación, usos espaciales y armamento, ya que ofrece consistentes prestaciones mecánicas.
- c) Tipo D: Su resistencia dieléctrica lo hace un eficaz componente en el uso y aplicación de radares y ventanas electromagnéticas.
- d) Tipo AR: Este tipo en particular posee un alto grado de resistencia a los compuestos alcalis, ya que en su composición destaca el óxido de circonio.

- e) Tipo C: Su principal cualidad es la resistencia a la degradación por agentes químicos.

Fibra de vidrio tipo E

Como lo describe (Mariano, 2011), la composición de este tipo de fibra se convierte en un excelente material para uso en aislamiento eléctrico y contra el fuego, contiene muy bajos niveles de álcalis, además cuenta con un peso específico de 2.6 gr/cm^3 .

Dentro de sus especificaciones técnicas podemos detallar:

Características mecánicas:

- Resistencia a la rotura: 1.30 N/tex
- Fuerza antes de la rotura: 3400 Mpa
- Elongación aproximada total: 4.5%

Características Térmicas:

- Conductividad térmica: 1 W/m.K
- Resistencia termo mecánica: 100% luego del curado a 200°C durante 100 horas.

Características Eléctricas:

- Resistividad: De 1014 a 1015 ohmios por centímetro.
- Factor de disipación eléctrica: Desde los 0.0010 hasta 106 hertz.

Características Químicas:

- Absorción de humedad: 1% a 20°C y 60% de humedad relativa.
- Alta resistividad a microorganismos, rayos UV y disolventes.

2.2.5. Coordenadas UTM

Como se explica en (Ingecivilcusco, 2009), Universal Transverse Mercator – UTM, es un sistema de coordenadas que utiliza proyecciones cilíndricas como medio de referencia, ya que está basado en la proyección geográfica transversa de Mercator, un cilindro situado en una posición específica de coordenadas, que a diferencia de

otros sistemas, no se despliega de forma tangente a la línea ecuador, sino a un meridiano. Otra importante variación del sistema UTM, es que sus coordenadas se enuncian únicamente en metros a nivel, ya que es la base de referencia sobre la que se encuentra en elipsoide, a diferencia de los sistemas habituales desplegados en longitud y latitud.

Un factor a considerar en la utilización del sistema UTM, es que este hace uso de escalas no lineales evitando una distorsión mayor del mapa proyectado para las coordenadas cartográficas de longitud y latitud, X y Y respectivamente, por tanto mantiene los ángulos y no afecta significativamente las formas, por otro lado si se ven afectadas las distancias y áreas. La dirección del meridiano y el paralelo se exponen como $h=k$, las líneas rectas mostradas en el plano corresponden a las líneas loxodrómicas.

Una de las ventajas del sistema UTM es que ningún punto queda alejado del meridiano central, lo que se traduce a distorsiones poco considerables. Esto se obtiene sacrificando la continuidad del mapa: X punto en el límite de la zona se proyecta en dos puntos distintos, excepto en el ecuador. Una línea que adhiere dos puntos entre zonas contiguas no es continua salvo que cruce por el ecuador.(Ingecivilcusco, 2009)

Con la finalidad de disminuir la cantidad de coordenadas inexactas o discontinuidades, la solución aplicable es que a ciertas zonas se las extiende y el meridiano tangente no sea distorsionado drásticamente en la corrección. Este recurso o ayuda permite obtener mapas continuos casi compatibles con el estándar internacional. Sin embargo, en los límites de estas zonas mencionadas, las distorsiones son mayores que en las zonas estándar por la proyección realizada del globo terráqueo.

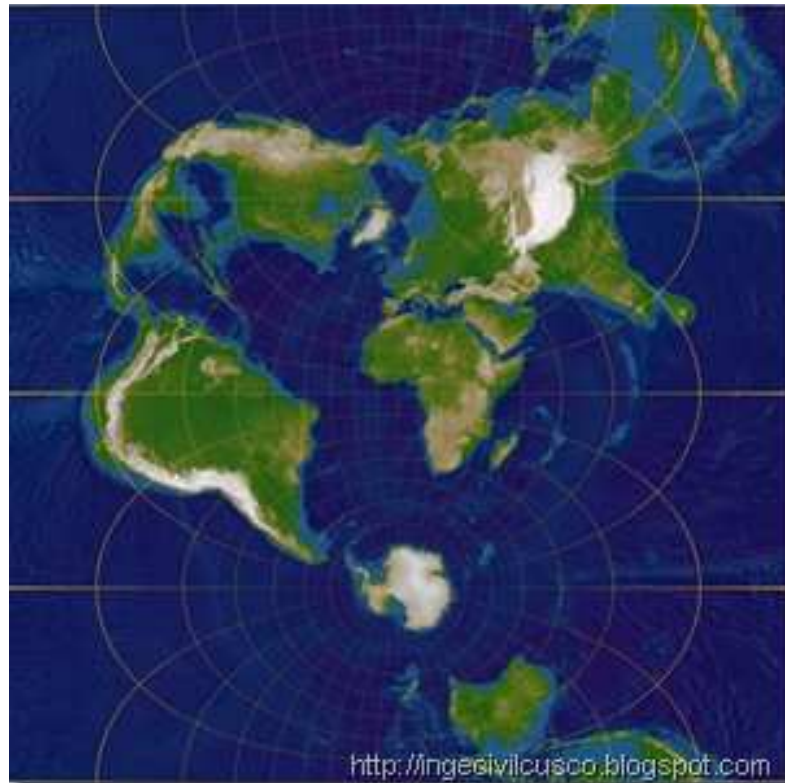


Ilustración 2.2:2: Proyección transversa de Mercator, centrado sobre el meridiano 0° y el ecuador.

Fuente y elaboración: (Ingecivilcusco, 2009)

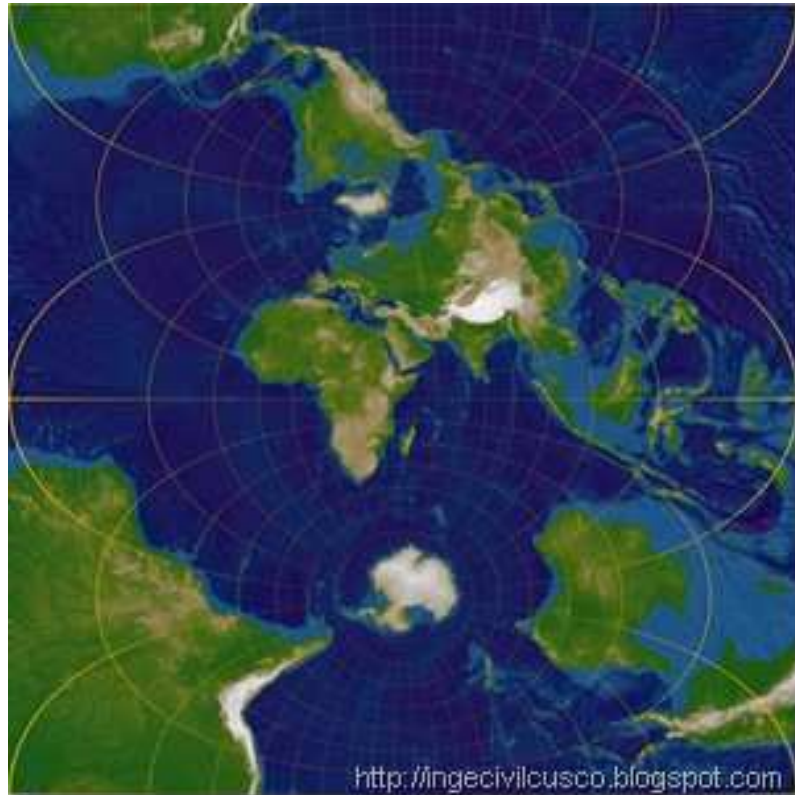


Ilustración 2.2:3: Proyección transversa de Mercator, centrado sobre el meridiano 45° E y el ecuador.

Fuente y elaboración:(Ingecivilcusco, 2009)

Husos UTM

El planeta o globo terráqueo se fracciona en 60 partes o por su nombre adecuado, husos y cada uno de estos a su vez, se fracciona en 6° de longitud, por otro lado, los distintos paralelos de este sistema van desde 80°S hasta los 84°N ya que estos se van distanciando ya que las coordenadas se alejan de la línea ecuador, por lo que al llegar al polo las distorsiones serán innumerables. Los husos se numeran entre el 1 y el 60, quedando el primer huso limitado entre las longitudes 180° y 174°W y centrado en el meridiano 177°W . Cada huso tiene asignado un meridiano central, que es donde se ubica el origen de coordenadas, junto con el ecuador. La disposición de los husos se elabora en el orden numérico ascendente hacia el este. (Ingecivilcusco, 2009)

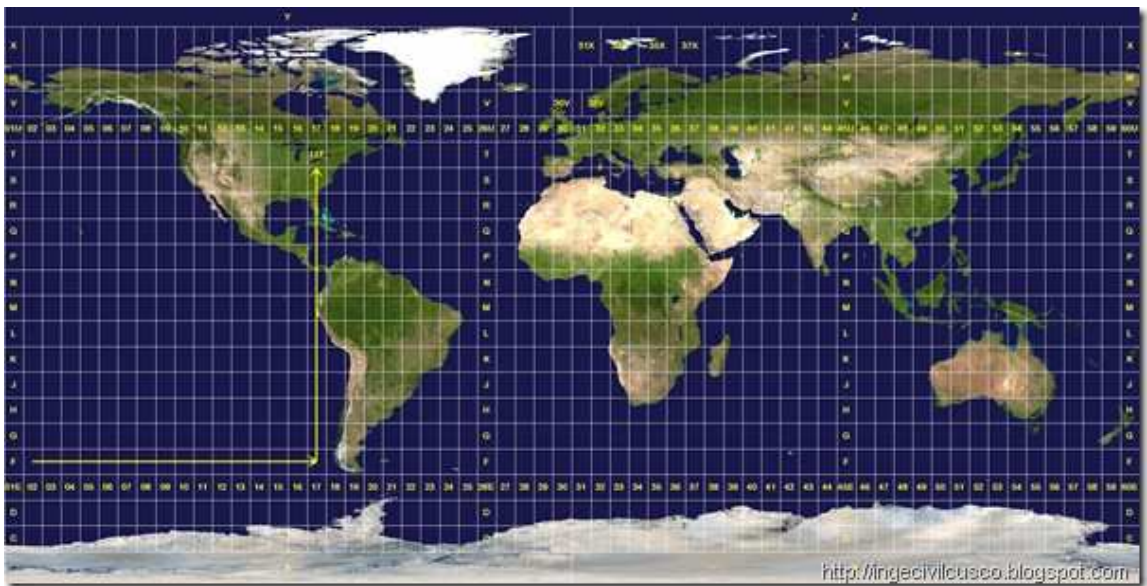


Ilustración 2.2:4: Husos y zonas UTM
Fuente y elaboración: (Ingecivilcusco, 2009)

Zonas UTM

El planeta está fragmentado en 20 zonas de 8° Grados de Latitud, que se designan con letras partiendo desde la C a las letras X, sin considerar la 'I' ni la 'O', por la semejanza con los números 1 y 0 respectivamente. Por un método de origen estadounidense, la letra 'Ñ' tampoco es considerada. En rango de la zona C abarca desde los 80°S hasta los 72°S de latitud. En este sistema no se incluyen los

polos, para precisar uno se utilizan coordenadas UPS. Si una zona tiene una letra mayor o igual que la N, la zona se encuentra en el hemisferio norte, mientras que consta en el sur si su letra es menor que la “N”.(Ingecivilcusco, 2009)

Notación

Cada cuadrícula UTM se detalla mediante el número del huso y la letra de la Zona, por ejemplo: la ciudad española de Granada se encuentra en la cuadrícula 30S, y Logroño en la 30T.(Ingecivilcusco, 2009)

Excepciones

La rejilla es regular excepto en 2 zonas, situadas en el hemisferio norte; la primera es la zona 32V, que acoge el suroeste de Noruega; esta zona fue dilatada para que abarcara también la costa occidental del mismo país, a costa de la zona 31V, que fue acortada. La segunda excepción se encuentra aún más al norte, en la zona que se conoce como Svalbard.(Ingecivilcusco, 2009)

2.2.6. Luminaria

Se define como(Hernandez, 2012):Luminaria; al conjunto de dispositivos que componen un sistema de alumbrado eléctrico, que se puede componer de una o varias lámparas, el punto de sujeción, soporte de carga, protección de las lámparas, los circuitos auxiliares y todo lo que sirva de enlace entre el equipo y la red de alimentación eléctrica, se puede considerar que los dispositivos generales son:

- **Carcasa o cuerpo:** Es el componente que sirve como protección para los circuitos y dispositivos que componen el cuerpo de la lámpara.
- **Equipo Eléctrico:**Es el encargado de convertir el flujo eléctrico a determinadas tensiones en luz, se puede clasificar de la siguiente forma:
 - **Incandescentes** normales sin uso de dispositivos auxiliares.

- **Halógenas** que usan la tensión de la red o con transformadores reductores para el caso de dispositivos electrónicos.
- **Fluorescentes** con balastos y sistemas de arranque electrónicos para su control.
- **De descarga** utilizando condensadores, arrancadores y dispositivos electrónicos de encendido.

- **Reflectores:** Se denomina reflector a una superficie instalada al interior de la luminaria, misma que se encuentra recubierta de un material que cumple el papel de enfocar en una misma dirección de la luz emitida, estos se pueden clasificar como:
 - Simétricos o asimétricos.
 - Concentradores o difusores
 - Especulares
 - Fríos para el caso de los dicróicos o normales

- **Difusores:** Es el componente del cuerpo de la luminaria encargado de emitir la luz de manera uniforme para todo el espectro de la luminaria. Las variaciones más comunes son:
 - Opal o prismática
 - Reticular
 - Especular y no especular

- **Filtros:** Es un elemento que por lo general se utiliza en conjunto con el difusor y sirve para aumentar o disminuir la radiación luminosa del equipo en cuestión con la finalidad de mejorar la distribución de la luz, en relación al espacio o área a iluminar aprovechando de forma eficiente la cantidad de lúmenes emitidos por el equipo aumentando la eficiencia lumínica de este.

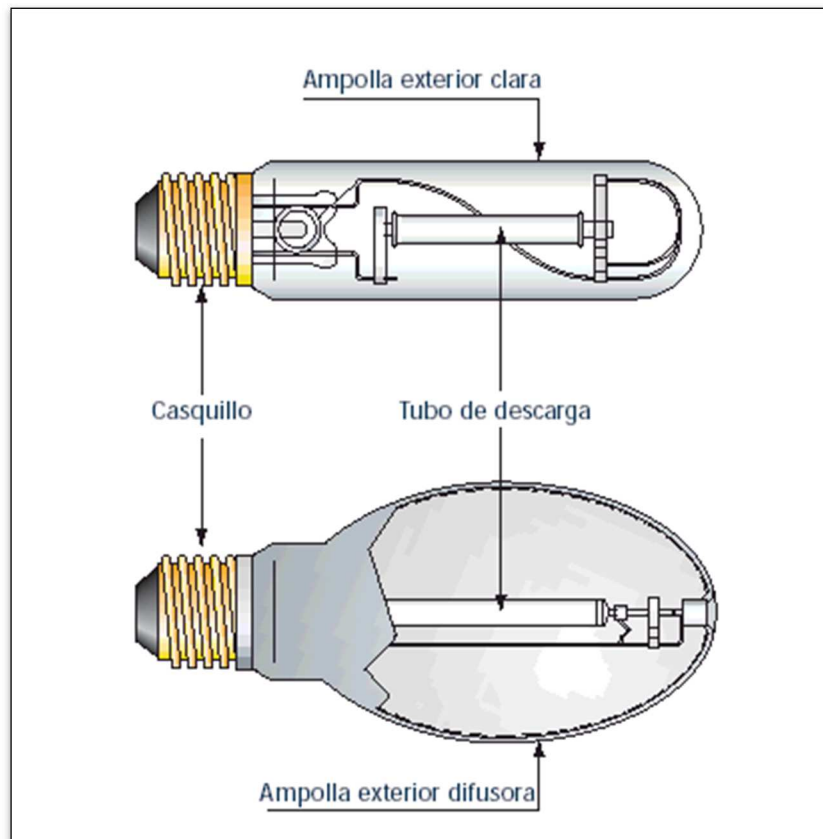


Ilustración 2.2:5: Bulbo de sodio de alta presión
Fuente y elaboración: (Hernandez, 2012)

2.2.7. Temporizador

Según el (Acevedo, 2008), el relé temporizador es un dispositivo que se encarga de contar un tiempo definido para el inicio o encendido y apagado de un sistema eléctrico industrial. Esta función se realiza abriendo y cerrando contactos dentro del parámetro ajustado de tiempo, está constituido por:

- Un oscilador que emite los impulsos eléctricos.
- Un contador graduable en modo de circuito integrado.
- Un terminal de salida estática o de relé.

Es posible realizar ajustes en la programación de un contador con el uso de un potenciómetro con escala de unidades de tiempo, ubicado en la parte frontal del equipo. De esta forma, la unidad recibe los impulsos para su funcionamiento de apertura y de cierre desde un contacto de control y al obtener la cantidad de impulsos definidos, en otras palabras, culminado el periodo de funcionamiento, compone una señal de control hacia la salida.

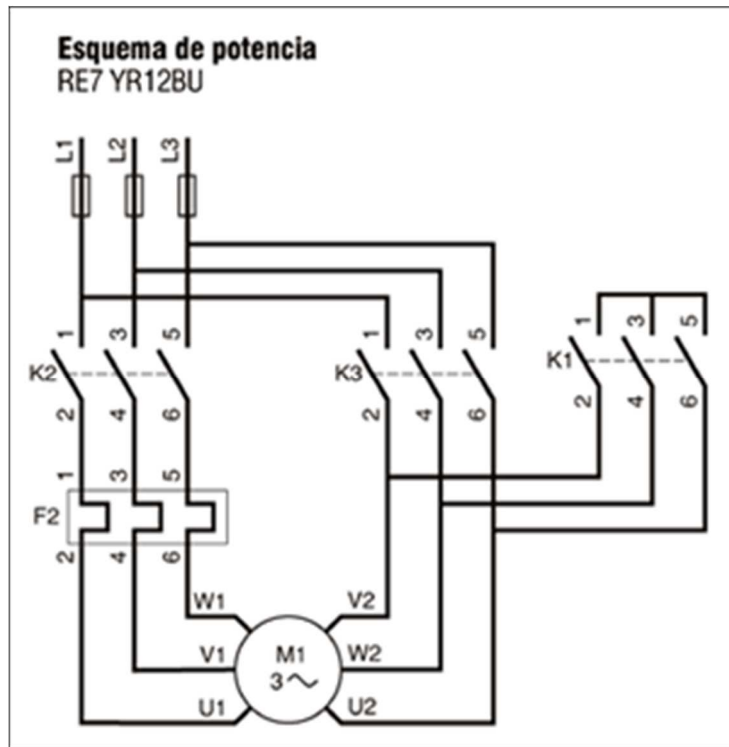


Ilustración 2.2:6: Esquema de potencia con un relé temporizador
Fuente y elaboración: (Acevedo, 2008)

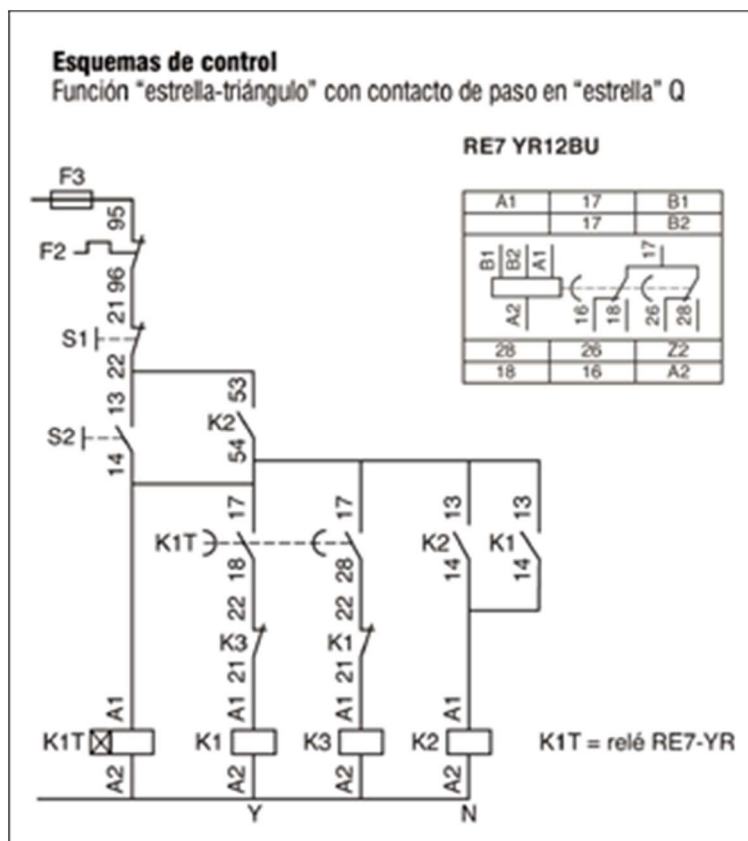


Ilustración 2.2:7: Esquema de utilización de un relé temporizador
Fuente y elaboración: (Acevedo, 2008)

Como se muestra en la figura 2.2-7, la tarea de arranque se realiza con una tensión mínima en el motor asíncrono y se pone en marcha mediante los contactores, una vez que el motor alcanza cerca del 80% de su velocidad medio o nominal, se cambia a una conexión triángulo para continuar con la operación.

La función de arranque “estrella-triángulo”, es la utilizada en la industria para realizar maniobras de arranque en motores trifásicos evitando los picos de corriente, los cuales evitan que la intensidad de corriente llegue hasta las 6 u 8 la intensidad nominal alcanzada en los arranque directos. En varios países la normativa obliga a utilizar este tipo de conexiones para mejorar su consumo y demanda energética.

Equipos de Salida Estática

Los dispositivos (Acevedo, 2008) o equipos disponibles existentes en el mercado son dos: equipos de reposo y equipos de trabajo que poseen distintas gamas de temporización según la capacidad y las necesidades. La conexión de estos equipos se realiza en serie directamente con la carga cuando está energizada o sin energía

Aparatos de Salida de Relé

Entre las diferentes variantes y tipos de relé de salida podemos encontrar:

- Relé de trabajo, de trabajo y reposo y de reposo.
- Relé de contacto de paso
- Relé intermitente, de arranque en fase de trabajo o de reposo.
- Relé de arrancadores en conexión estrella-triángulo.
- Y relé multifunción, que suma las funciones de los anteriores.

Algunos de los modelos comerciales que se pueden encontrar pueden ser:

- Temporizador de puesta en marcha o arranque por contacto externo.
- Temporizador de suspensión breve por accionamiento de un contacto exterior.
- Temporizador de ajuste con un potenciómetro exterior.

Para realizar la selección de estos equipos, no hace falta un análisis a profundidad, ya que para esta sencilla tarea solo se requiere conocer la tensión de alimentación eléctrica, el tipo de temporización, la cantidad de contactos conmutados a utilizar y la clase de funcionamiento que se utilizara en el lugar de aplicación, los equipo disponibles en la actualidad facilitan esta tarea ya que se fabrican de acuerdo a las necesidades específicas del usuario.

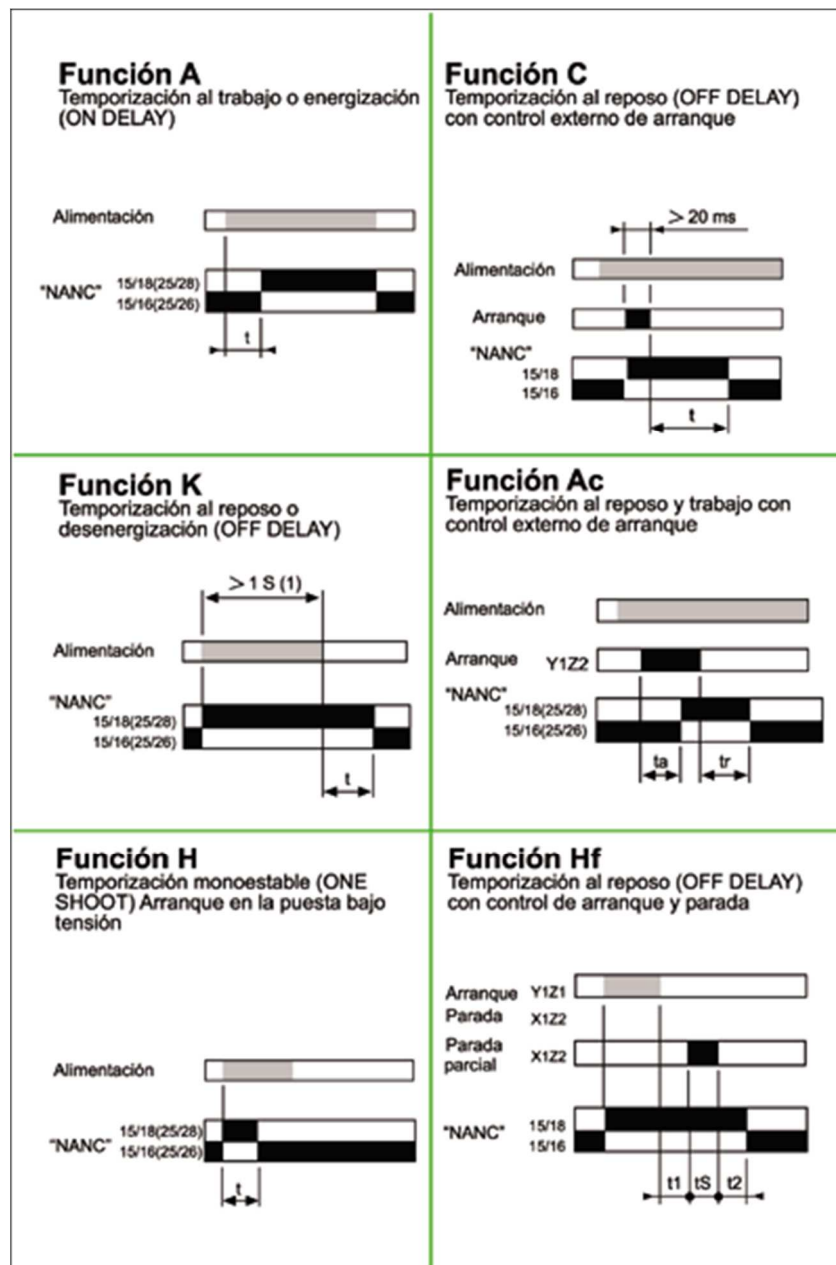


Ilustración 2.2:8: Funciones comunes de los temporizadores con salida de relé
Fuente y elaboración: (Acevedo, 2008)

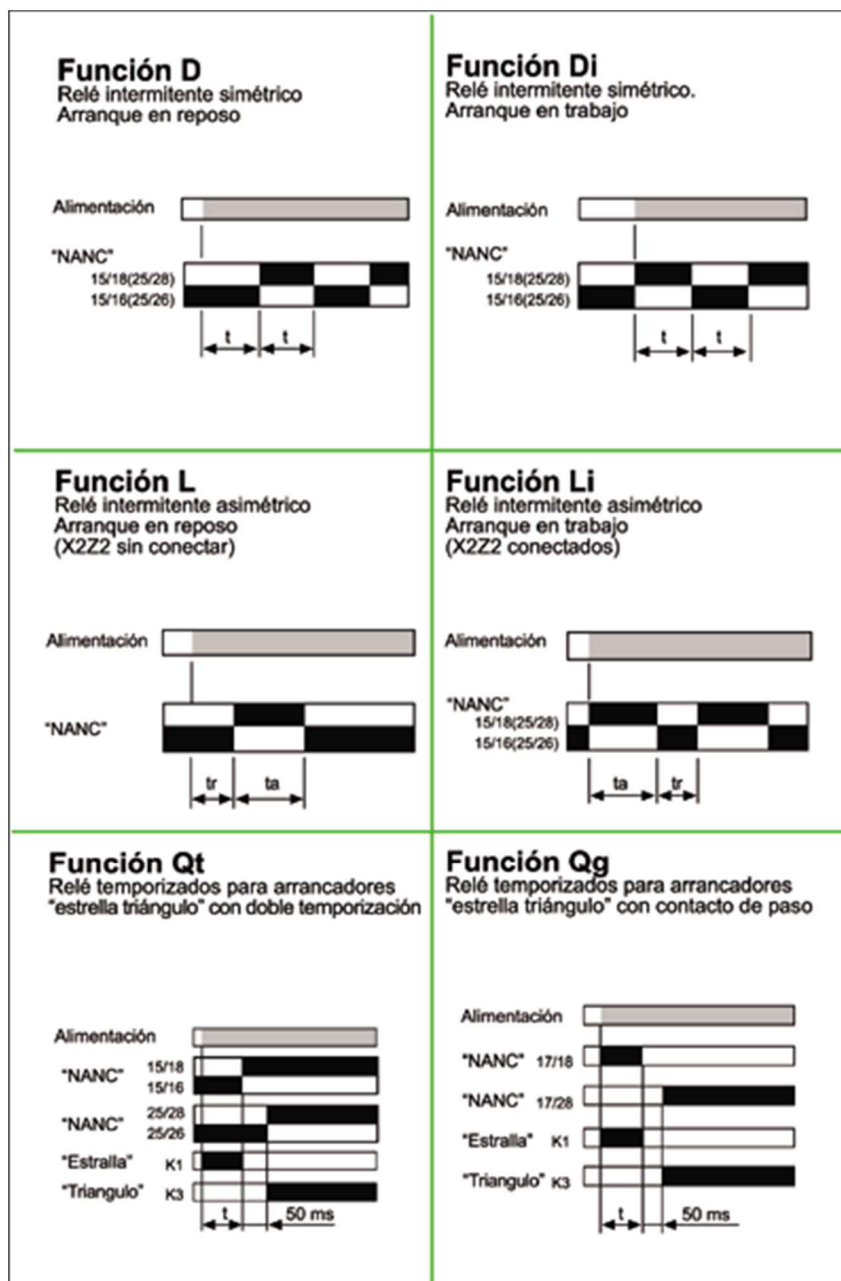


Ilustración 2.2:9: Funciones más habituales utilizadas con relés temporizadores
Fuente y elaboración: (Acevedo, 2008)

Aplicaciones

Las múltiples funciones y aplicaciones que se pueden realizar con estos equipos permiten programar circuitos automáticos de ciclos simples o se puede utilizar como complemento en sistemas automáticos industriales de gran magnitud.

El uso de los relés temporizadores puede ser tan versátil que se puede encontrar en medios de todo tipo como:

- Construcción y sistemas industriales: Paneles de operación de equipos simples, control de procesos.
- Sistemas de alarma y acceso.
- Apertura y cierre de compuertas automáticas.
- Arranque de motores.
- Barreras para acceso de automóviles.
- Control de luces.
- En general, las diferentes opciones solo dependen de la necesidad e tiempo ajustable en un proceso (Acevedo, 2008)

2.2.8. Oxidación y corrosión

Como lo explica (Villalba Hervas, 2010), cualquier material que continuamente se encuentra en exposición de los elementos ambientales, en la mayoría de los casos sufre de deterioro físico. El hierro por su parte al estar en presencia de la humedad del aire, empieza a deteriorarse externamente, formando oxido, que inicialmente evita el continuo deterioro del material mientras se encuentra adherido a la superficie de este, pero con el transcurso del tiempo este cae y el proceso de erosión superficial inicia nuevamente, hasta destruirlo por completo, lo que acarrea grandes pérdidas económicas. A este proceso de degradación metálica se lo conoce como oxidación y corrosión.

De esto podemos definir los tipos de oxidación que sufren los metales:

a) Oxidación directa

Es lo que se obtiene tras la unión atómica de un metal y un agente abrasivo, a continuación unos breves ejemplos:

- $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$ (sulfuro) (Efecto corrosivo por exposición del hierro al azufre).
- Fe_2O_3 (Herrumbre-óxido) (Deterioro causado por el oxígeno ambiental).

Esta clase de degradación continua en el metal, hace que el elemento metálico pase por un proceso de transformación del cual se obtiene como resultado un metal combinado con otros elementos como carbonato y distintos óxidos, que inicialmente se adhieren a la superficie del material hasta su total degradación o en su defecto estos se mantienen en la superficie evitando la completa destrucción del metal, formando una capa protectora que evita que el agente abrasivo lo continúe degradando.

El tipo de degradación por oxidación más habitual es la causada por exposición al oxígeno ambiental, lo que genera una capa de herrumbre u óxido en la superficie del mismo, que en algunos casos sirve de barrera como en el caso de los metales como el estaño, el aluminio y cobre que adquiere un color verdoso cuando se oxida en la superficie.

Existen otros elementos corrosivos a parte del oxígeno, que también causan gran daño al hierro como puede ser el azufre (S), monóxido de carbono (CO), el cloro (CL), hidrógeno (H) y el dióxido de carbono (CO₂). Durante el proceso normal de corrosión, los elementos metálicos pierden electrones y forman cationes (iones positivos).



En la fórmula anterior “M” sustituye al elemento o metal de análisis, mientras que “n” simboliza de forma numérica los electrones que se pierden durante el proceso de oxidación, lo que ocasiona la comúnmente llamada corrosión o reacción anódica, este proceso sucede de forma acelerada cuando la temperatura ambiente es elevada o de tipo tropical húmedo y el material está expuesto constantemente a la salinidad de las zonas costeras como en el caso de los muelles marítimos o plantas de productoras de sal.

b) Oxidación electroquímica

Este tipo de corrosión o descomposición metálica, se presenta cuando un electrolito entra en contacto con el metal y forma “micro pilas galvánicas”, en este proceso la humedad actúa como electrolito en la superficie del metal, mientras que este funciona a modo de ánodo por su carga positiva, lo que destruye lentamente la capa superficial. De esta forma encontramos que el electrolito sirve como medio de transporte para las cargas que pierde el ánodo que se corroe.

Otro tipo de oxidación que se presenta en los metales, se da cuando dos más metales diferentes son unidos eléctricamente, en esta operación el metal que posee la mayor carga negativa, se vuelve el cátodo y acepta los electrones que pierden los otros metales, lo que produce por consiguiente la corrosión del mismo.



**Ilustración 2.2:10: Metales oxidados por exposición, oxidación electrolítica.
Fuentes: el autor**

CAPÍTULO III FUNDAMENTACION LEGAL

3. Marco legal y Regulaciones técnicas

3.1. Marco legal

3.1.1. Alumbrado publico

El alumbrado público se considera al conjunto de componentes que conforman los sistemas de alumbrado que no están a cargo de alguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, diferente del municipio, con el objetivo de proporcionar visibilidad por las noches.

El día 14 de julio del 2006 el señor Procurador General del Estado, resolvió mediante el oficio No. 026202 que: «... las Administraciones Municipales carecen de facultad legal para regular y controlar la prestación del servicio de alumbrado público, por corresponder dicha competencia al Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC». (Procuraduría General del Estado, 2011)

El CONELEC, a través de la regulación 005-14, emitió la regulación denominada «**Prestación del Servicio de Alumbrado Público General**», en la cual compone las definiciones para la aplicación de la misma y señala cuales son los parámetros de medición, obligaciones y lineamientos a seguir para todos los interventores del servicio de Alumbrado Público General (APG), con el objeto de normar las condiciones técnicas y económicas que permitan a las prestadoras del servicio de energía eléctrica suministrar el servicio de APG con precio justo, eficiencia y calidad.(CONELEC 005-14, 2014)

El alumbrado público se subdivide en:

Alumbrado público intervenido y ornamental, los que por su infraestructura deben ser analizados de forma concreta, que por diversas razones no cumplen con los estándares definidos por el ente regulatorio o por solicitud directa del cabildo u órgano estatal competente para gestionar su adecuado uso y manejo dentro de los establecido para el APG, dentro del alumbrado público ornamental se consideran zonas como parques, iglesias, plazas, monumentos todo tipo de espacios, que obedecen a criterios estéticos determinados por los municipios o por el órgano estatal competente.(CONELEC 005-14, 2014)

3.1.2. Servicio de Alumbrado Público General – SAPG

El servicio de alumbrado público general es lo que comprende la inversión, administración, operación, mantenimiento del sistema de APG, que es administrado por la distribuidora eléctrica, ente encargado de su correcta operación, quien a su vez lleva el registro de consumo mensual a través del uso de medidores o en ausencia de este, cuyo valor de operación es cubierto por los abonados o consumidores a través una tarifa que cubra los costos para la prestación de este servicio determinada y aprobada por el CONELEC. (CONELEC 005-14, 2014)

3.1.3. Continuidad del servicio

El tiempo medio de servicio estipulado para el servicio de alumbrado público, será de 12 horas y dependerá de la necesidad, tránsito y tipo de alumbrado. Si se encuentra en un lugar el en que es posible su apagado sin que interfiera con la circulación normal de personas, como en el caso de ciclo vías, paseos de parques, entre otros, se deberá instalar equipo o dispositivos que permitan el control directo como temporizadores en horarios especiales o razones que se deban a la seguridad. (CONELEC 005-14, 2014)

Las distribuidoras deberán llevar un registro de control de funcionamiento y operación de las luminarias, deberán llevar un control de aquellas reportadas como falladas, para lo cual utilizarán como sustento, reportes de operación y reclamos. En los reportes se deberá incluir el tipo de luminaria en fallo, lo cual se define como cualquier luminaria que se encuentre inoperante en el horario que debería estar en funcionamiento y viceversa.

Sobre la base de esta información se determinarán las tasas de falla mensuales, que se calcularán de la siguiente manera:

$$T_f = \frac{\text{Número de luminarias en falla}}{\text{Número de luminarias totales}}$$

Este cálculo realiza un muestreo global e increpa un planteamiento sobre la cantidad y calidad de los mantenimientos e inspecciones realizadas por parte de la entidad encargada del servicio de alumbrado público.

3.1.4. Aspectos económicos

El ente encargado de establecer la tarifa de APG es el CONELEC, quien diseñara los mecanismos para reconocer el costo eficiente de este servicio, el cual corresponderá exclusivamente a los costos requeridos para: administrar, operar y mantener los activos asociados al SAPG de manera eficiente, así como para el recambio de los activos que hayan cumplido su vida útil o se encuentre inoperativos por daños, así mismo este incluirá una componente para la futura expansión del sistema que será determinada por el CONELEC en función del crecimiento de la demanda pronosticada por la distribuidora en relación al alumbrado público. En la mencionada tarifa se incluirá en costo de consumo de: alumbrado general, alumbrado público ornamental, sistemas de semaforización, sistemas de seguridad públicos, y el alumbrado público intervenido.(CONELEC 005-14, 2014)

3.1.5. Responsabilidades legales

Como señala el artículo 413 de la Constitución de la Republica responsabilidad del estado ecuatoriano garantizar y promover la eficiencia energética, a través del aprovechamiento y desarrollo de prácticas y tecnologías que no solo sean amigable con el ambiente, limpias y sanas, con el impulso de energías renovables y la perdurabilidad de los sistemas en el tiempo.(Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008)

El estado debe garantizar la satisfacción de las necesidades de servicio de energía eléctrica y alumbrado público general del país, haciendo uso eficiente de los recursos, de conformidad con el Plan Maestro de Electricidad, Plan Nacional de Desarrollo y los demás planes sectoriales que fueren aplicables, gestión realizada por parte del Gobierno Central a través de empresas publica o mixtas en las cuales tuviese mayoría accionaria. Además, las empresas públicas encargadas de la distribución, serán responsables de la construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de alumbrado público general. (Asamblea Nacional, 2015)

3.2. Regulaciones técnicas

3.2.1. RTE INEN 069 “ALUMBRADO PÚBLICO”

En la resolución No. 15046 expedido por la Subsecretaria de la calidad, de Ministerio de Industrias y productividad en conjunto con el Instituto Ecuatoriano de Normalización se presentó el reglamento técnico **RTE INEN 069** tiene por objeto establecer los parámetros que deben cumplir los equipos y elementos que conforman el sistema de alumbrado público general garantizando óptimos niveles y calidad de iluminación para la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético y respetando la normativa y los principios de protección ambiental.(INEN, 2014)

El campo de aplicación de esta normativa se detalla a continuación:

- Luminarias y proyectores.
- Lámparas de halogenuros metálicos.
- Lámparas de vapor de sodio de alta presión.
- Balastos electromagnéticos.
- Balastos electrónicos.
- Arrancadores (ignitores).
- Condensadores.

3.2.2. NTE INEN 1965:2015

Postes de hormigón armado y pre esforzado para soportes de instalaciones de líneas y redes aéreas de energía eléctrica y telecomunicaciones.

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los postes de hormigón armado y pre esforzado, que se emplean como soporte de líneas y redes aéreas destinadas a la conducción de electricidad o telecomunicaciones.(INEN 1965:2015, 2015). Las dimensiones y especificaciones son las utilizadas para postes de hormigón, los cuales son los más utilizados en el mercado nacional por su economía y durabilidad frente a las condiciones climáticas en comparación a la perdurabilidad de los postes de hierro utilizados que por su estructura necesitan mayor

mantenimiento que en muchas ocasiones no es suficiente, las dimensiones del poste se muestran en el Anexo 5.

3.2.3. Acometida subterránea en media tensión 13.8 kV.

Como se explica (Electrica de Guayaquil, 2012), los transformadores deben ser conectados al sistema de distribución por medio de líneas suministradas e instaladas por el distribuidor. Toda labor complementaria o civil que sea necesaria para la entrega del suministro, será responsabilidad del consumidor.

Toda instalación de acometida de media tensión tiene como requisito mínimo el uso de tuberías de 3'' de diámetro en acometidas de dos conductores incluyendo el neutro y de 4'' de diámetro para acometidas de más de dos conductores, la tubería se ubicara junto al poste más cercano (ultimo poste) y será rematado con el respectivo reversible. Ver anexo 6.

3.2.4. Cajas fusibles

La protección mínima que se instalara para el transformador será un equipo instalado en el lado del primario del transformador que constara de: una caja fusible de 100 amperios de 15kV y un pararrayo de 10 kV en cada una de las líneas o fases de alimentación, las que se ubicaran en el poste de arranque si la red de distribución es aérea.(Electrica de Guayaquil, 2012)

3.2.5. Características de las canalizaciones

Las canalizaciones subterráneas deben realizarse con previa autorización de la entidad competente para las excavaciones, la autorización de distribuidoras, municipios y otras empresas de servicios básicos, con al menos 72 horas de anticipación, esto se debe a que en caso de realizar futuras intervenciones por parte las prestadoras de servicios, el sistema eléctrico instalado no interfiera con las labores y a su vez el servicio de una de estas no se vea afectado. Las canalizaciones estarán compuestas por al menos dos ductos de PVC de 110 mm o 4'' de diámetro cada uno para uso eléctrico, por tratarse de un voltaje correspondiente a 13.8kv de media tensión, se recubrirán de hormigón.(Electrica de Guayaquil, 2012). Ver anexo 7.

3.2.6. Módulo individual para medidores de medición directa.

El módulo de contención contiene una base socket y un medidor monofásico de medición directa, clase CL 100.(Electrica de Guayaquil, 2012).Ver anexo 8.

El modulo debe ser construido en plancha metálica de 1.5 mm (1/16) de espesor o policarbonato y sus dimensiones será de 70x40x25 cm de alto, ancho y profundidad respectivamente, recubierto con pintura de tipo anticorrosiva y de secado al horno en caso que el modulo se localizara en exteriores, adicionalmente se instalará una cubierta o techo para el resguardo del este. Dispondrá de un orificio de 1 ¼” de diámetro que transportara los conductores de señal del medidor. El modulo individual, incluyendo la base socket y la bornera de prueba serán suministrados dos por el consumidor para la posterior instalación del medidor por parte del distribuidor. (Electrica de Guayaquil, 2012)

3.2.7. Transformador

Como lo describe (Electrica de Guayaquil, 2012), cuando la demanda de un sistema sea inferior a 30 kW, el distribuidor será el encargado de suministrar un transformador para cubrir dicha demanda. Si l sistema a instalar posee una demanda igual o superior a los 30 kW, el consumidor será el responsable de la adquisición instalación de dicho transformador o banco de transformadores dentro de un cuarto habilitado para tal efecto, cuyas características y diagrama unifilar serán especificados en el proyecto eléctrico presentado a la distribuidora para su aprobación. Si el sistema a instalar solo contempla un equipo de transformación, para el cual solo se permitirá una potencia no mayor a 100kVA de tipo convencional o auto protegido. En caso de ser necesario un banco de transformadores, cada unidad estrictamente será de la misma capacidad y de tipo convencional con tensiones de 13.8/7.97 kV en el lado del primario y de 120/240 V en el secundario. Con derivaciones de 2.5% por encima y debajo de su voltaje nominal.Ver anexo 9 y 10.

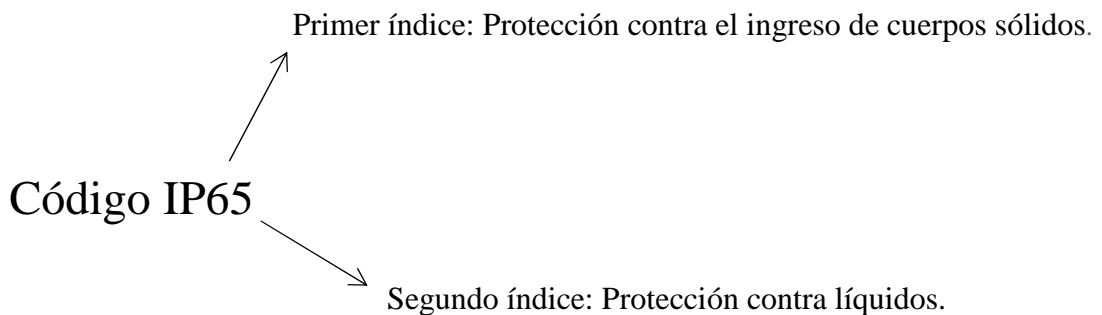
3.2.8. Clasificación de protección IP

La clasificación o código International Protection (F2I2, 2004), está definida por la estandarización del IEC 60529, este es un indicador que proporciona seguridad contra agentes físicos que puedan mermar la durabilidad o confiabilidad del servicio, estos elementos pueden ser:

- Agua
- Polvo
- Objetos sólidos
- Humedad

Estas siglas siempre están seguidas de dos dígitos que indican el grado de protección que va desde 0 a 6 para el primer dígito que indica la protección ante cuerpos sólidos y el segundo va desde el 0 hasta el 9, que indica la protección contra el agua, estos números permiten conocer la información necesaria para saber si un equipo es “resistente al agua”. Ver tabla 7.2-3 y 7.2-4

Ejemplo:



CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE CAMPO

4. Levantamiento de información de campo

4.1.1. Ubicación geográfica

La comuna San Pablo, se encuentra asentada a 16 kilómetros de la cabecera cantonal Santa Elena, en la provincia Santa Elena, con una extensión territorial de 320 km² y una población que pasa los 7000 habitantes, el objeto de estudio de esta tesis es el malecón de la comuna, con una longitud de 150 metros y 30 metros ancho, está ubicado a un lado de la Ruta del Spondylus, junto al mercado municipal y frente a la congregación católica del lugar.



Ilustración 4:1: Fotografía satelital del malecón de San Pablo
Fuente: el autor

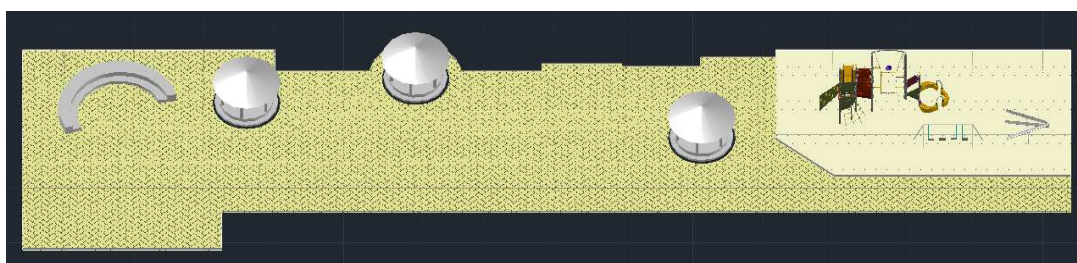


Ilustración 4:2: Vista general del malecón, AutoCAD
Fuente: el autor

4.1.2. Ubicación georreferenciada del sistema instalado

Ya que la empresa distribuidora de energía eléctrica CNEL- Sta. Elena, lleva un registro ubicación georreferenciada de las luminarias en coordenadas UTM, a continuación se detalla el siguiente tabla, con la ubicación original de los postes instalados por el GAD Municipal de Santa Elena.

Tabla 4-1: Coordenadas UTM de postes originales.

NUMERO DE POSTE	LATITUD X	LONGITUD Y
POSTE 1	-2.141296222309161	-80.77819257974625
POSTE 2	-2.1414195177643482	-80.7780933380127
POSTE 3	-2.141521370524204	-80.77801555395126
POSTE 4	-2.1411541644897922	-80.77805310487747
POSTE 5	-2.1413042633174073	-80.77789217233658
POSTE 6	-2.141054992042054	-80.77792435884476
POSTE 7	-2.141207771215628	-80.777787566185
POSTE 8	-2.14091561453708	-80.7777526974678
POSTE 9	-2.141073754397521	-80.77765613794327
POSTE 10	-2.1408405651060787	-80.7776615023613
POSTE 11	-2.1409879836277845	-80.77756226062775
POSTE 12	-2.1407387123009824	-80.77755689620972
POSTE 13	-2.140872729148389	-80.77743887901306
POSTE 14	-2.140626138140117	-80.77744960784912
POSTE 15	-2.140749433649208	-80.77736645936966

POSTE 16	-2.1405591297070945	-80.77738255262375
POSTE 17	-2.140644900500838	-80.777248442173
POSTE 18	-2.1405698510565667	-80.77712774276733
POSTE 19	-2.140478719583603	-80.77732354402542

Elaborado por: El autor

4.2. Situación actual.

El montaje realizado en el lugar y por circunstancias que no serán tratadas por el autor, fue realizado sin tomar en cuenta los factores que podían afectar las instalaciones, principalmente las condiciones climáticas como la salinidad por encontrarse frente al mar y la humedad del lugar que tiene una oscilación media de entre el 70 y el 85% anual, el escaso mantenimiento y conservación del sistema, así como la reposición de las luminarias en avería.



Ilustración 4.2:1: Instalaciones de APG hasta agosto de 2015

Fuente: el autor

Como se observa en la Ilustración 3, el malecón de la comuna estaba dotado de un sistema de alumbrado público asentado en postes de hierro, los cuales por la abundante corrosión debido a la salinidad y humedad del aire en el balneario cedieron, algunas cayeron de forma imprevista y otros fueron retirados por los moradores para salvaguardar la seguridad de sus habitantes

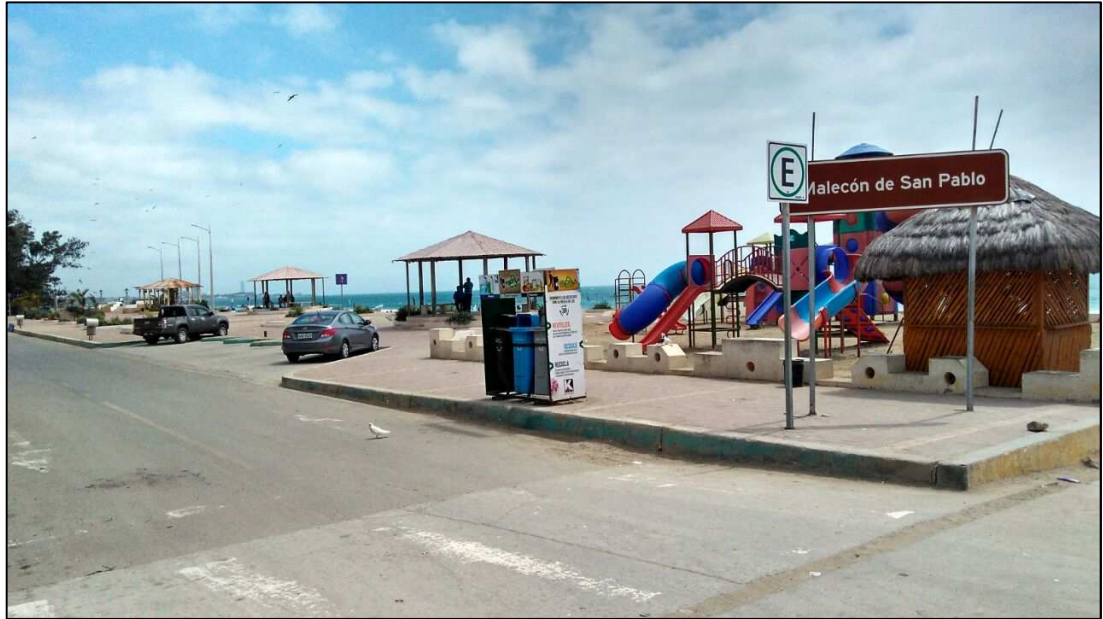


Ilustración 4.2:2: Malecón de la comuna San Pablo en la actualidad
Fuente: el autor

En la actualidad el recinto se encuentra despoblado de luminarias, como se muestra en la Ilustración 3 y por ende la oscuridad lo cubre por la noche.

En el lugar se encuentra instalado un transformador monofásico de 25 kva, que actualmente se encuentra en funcionamiento pero como se aprecia en la Ilustración 4, se encuentra algo deteriorado.

Tabla 4.2-1: Información del transformador en existencia

Transformador	Tipo Convencional
Potencia	25 kva
Fases	Monofásico
Protección	Porta fusible de 20 Amp. - 15kv y fusible de 10 kv

Fuente: el autor



Ilustración 4.2:3: Estado del transformador de 25 kVA
Fuente: el autor



Ilustración 4.2:4: Poste deteriorado y removido
Fuente: el autor

Las condiciones climáticas del lugar fueron el mayor obstáculo presentado para esta instalación ya que por encontrarse en la franja costera de la provincia de Santa Elena la salinidad y la humedad relativa afectaron en corto tiempo las instalaciones, que a su vez también sufrieron parte de su destrucción por la erosión causada por los desechos biológicos de las aves que rondan las embarcaciones artesanales y se posan sobre las luminarias al momento del arribo de la pesca.



**Ilustración 4.2:5: Aves marinas posadas en una luminaria.
Fuente: el autor**

Durante las horas de la noche el lugar permanece casi en total penumbra, excepto por algunas luminarias cercanas instaladas por la comunidad para iluminar los alrededores de la iglesia, estas son las únicas luminarias existentes ya que para este caso los postes metálicos fueron sustituidos por unos de concreto, pero desafortunadamente en este sistema, tampoco se consideraron las debidas medidas para el cuidado de la instalación y los conductores que suministran energía a la lámparas se encuentran expuestos a la intemperie.



Ilustración 4.2:6: Conductores expuestos a la intemperie
Fuente: el autor



Ilustración 4.2:7: Imagen del malecón por la noche
Fuente: el autor

Como se aprecia en la gráfica realizada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), la provincia de Santa Elena s mantiene en una variable de humedad relativa que va del 75 al 90 por 100, lo que representa un inconveniente para el presupuesto de mantenimiento para cualquier estructura que esté fabricada en hierro, por lo que se debe buscar alternativas que establezcan una mejora al costo-beneficio del mismo.

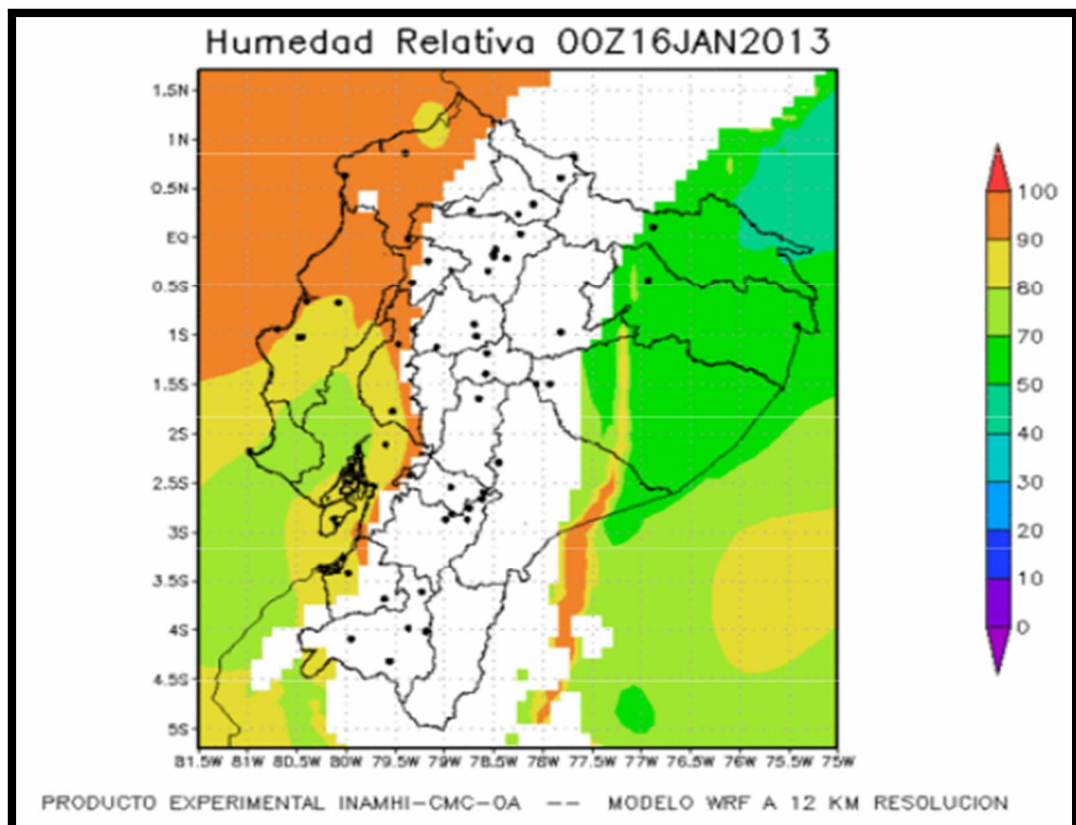


Ilustración 4.2:8: Humedad relativa del Ecuador en 2013
Fuente: (INAMHI, 2013)

Adicional a lo que representa la humedad promedio del lugar, en costas ecuatorianas cada quince días aproximadamente se presentan fuertes corrientes en el mar, lo cual trae consigo fuertes vientos cargados de la sal del mar, la cual se adhiere a la superficie de cualquier instalación.

CAPÍTULO V APORTACIONES

5. CRITERIOS DE APORTACIÓN

5.1.1. Criterios de uso y aplicación

Ya que el principal inconveniente de un sistema eléctrico es el riesgo que presenta el medio en el que se encuentra instalado, riesgos o amenazas a la integridad del mismo, las mismas que pueden ser, la erosión del suelo, sismos de alta intensidad o frecuencia vibratoria, las tormentas eléctricas, la radiación solar, colisión de objetos móviles y como en este caso la salinidad del aire, por lo cual, para el presente proyecto se ha considerado el uso de materiales resistentes a la corrosión y el uso de instalaciones subterráneas, contemplando la posible expansión del servicio de alumbrado público del lugar y los aspectos técnicos necesarios para que el servicio se mantenga y el sistema se preserve.

5.1.2. Transformador

Se utilizará un transformador de tipo Padmounted monofásico de 13.8 kV/220 V, el cual estará provisto de una capa adicional de pintura a la de fábrica, esta será del tipo epoxi utilizada en embarcaciones metálicas, está cubierta evita la formación de óxido en la superficie en la carcasa, lo que prolongará la vida útil del transformador y a su vez disminuirá el riesgo de suspensión del servicio por avería. Ver anexo 9 y 10.

5.1.3. Postes de PRFV

Los postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio, están contruidos bajo la norma técnica ANSI C. 136.20, que según su fabricante tienen una vida promedio de 50 años, lo cual representa una vida útil muy superior a los de hierro y a los normalmente utilizados de concreto centrifugado, esto reduciría a largo plazo el costo de mantenimiento para el ente encargado que puede ser la distribuidora o el cabildo. Además del uso de un material distinto al habitual (concreto), será recomendada como complemento un cobertor a modo estaca en la parte superior de la columna destinada a evitar que las a veces se posen sobre este, de igual forma para el brazo que soporta la lámpara.

5.1.4. Luminarias LED

Está comprobado que las luminarias con tecnología LED tienen una mayor duración que los habituales bulbos de sodio de alta presión, a más de su disminución del consumo eléctrico como se muestra en la Ilustración 10 y una mejor percepción por el usuario ya que estos no emiten una luz incandescente y caliente como se observa en la Ilustración 11. Además las luminarias estarán provistas de una carcasa de aluminio el cual no se corroe.

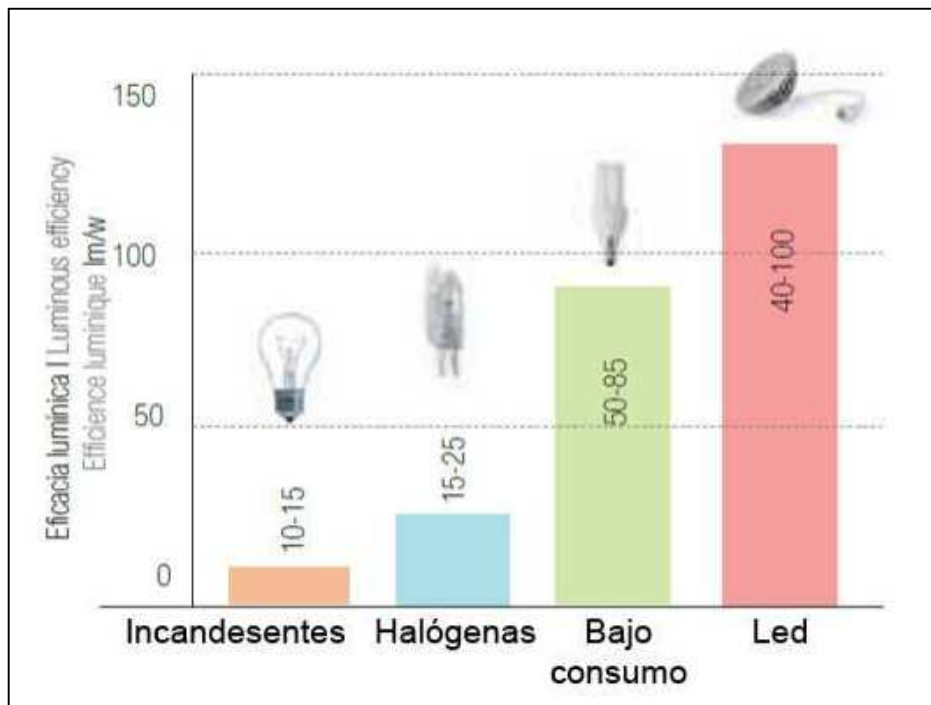


Ilustración 5:1: Eficiencia lumínica LED
Fuente: (Quizhpi, 2015)



Ilustración 5:2: Niveles de temperatura del color
Fuente: (Quizhpi, 2015)

LED NOVA ZD516

A continuación se describen las características de la luminaria utilizada como base para los cálculos de iluminación, el fabricante es Sylvania y su modelo es LED NOVA ZD516:

Características

- Luminarias para aplicación vial con tecnología LED de alta potencia, excelente ahorro de energía y reproducción de color.
- Forma convexa para facilitar la entrada del aire entre los módulos y asegurando una larga vida útil a la luminaria.
- Cuerpo fabricado en inyección de aluminio, con diseño versátil, el cual garantiza la disipación de calor, prolongando la vida útil de los LEDs.
- Índice de protección IP65.
- LED de alta potencia y eficacia de 107 lm/w con una vida útil promedio de 50.000 horas a un flujo luminoso del 70%.

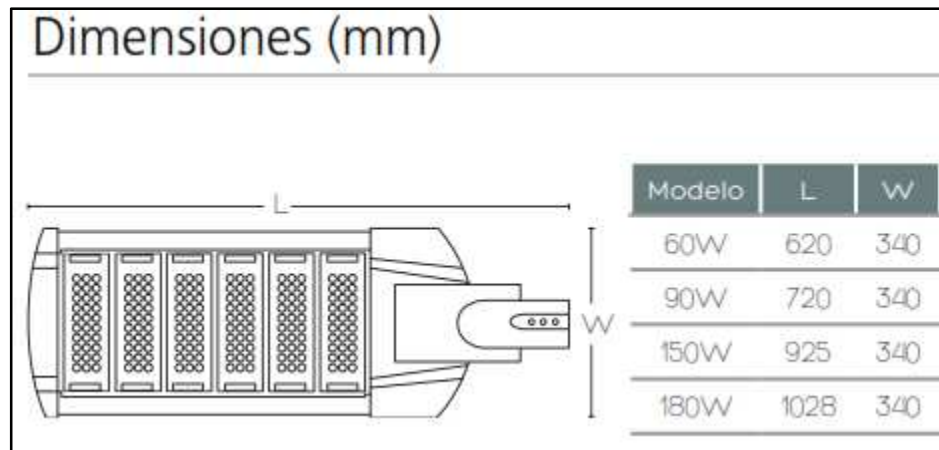


Ilustración 5:3: Dimensiones de luminaria NOVA ZD516
Fuente: (Sylvania, 2017)

5.2. Dialux

Con la ayuda del programa de luminotecnia se puede calcular de forma directa la iluminación requerida para un espacio determinado como puede ser, una cancha de futbol, un espacio de trabajo o el interior de una edificación.

Para este caso se utilizó para calcular la iluminación requerida para el lugar a intervenir, los parámetros que se ingresaron al programa y gracias a la escala de lúmenes de la aplicación arroja como resultado medio una iluminación promedio de 100 lx en la calzada, el análisis se realizó bajo los siguientes parámetros fueron los siguientes:

- Lámpara LED: 19440 lm
180 W
- Altura de punto de luz: 9.60 m.
- Área: 150 x 30 m. – 4500 m²

Lo que dio como resultado lo siguientes valores y gráfico:

- Cantidad de postes necesarios: 20 en total, ubicados en el borde externo
- Separación lineal entre postes: 16.11 m.
- Lámparas por poste: 2 = 180 W c/u = 360 W por luminaria.

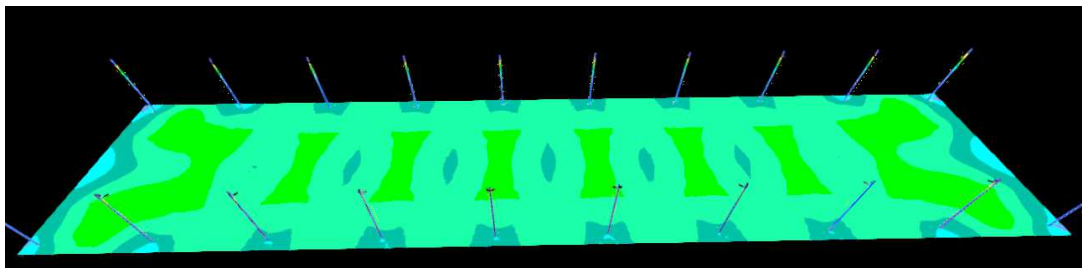


Ilustración 5.2:1: Proyección Dialux en colores falsos
Fuente: el autor

5.3. Cables

Los conductores a utilizar serán del tipo THHN, que como lo describe (Electrocables.com), los conductores tipo THHN o THWN-2 pueden ser sólidos o de múltiples hilos, mismos que están constituidos de cobre maleable, lo que facilita su instalación, el conductor está recubierto por una capa de Cloruro de Polivinilo, el cual se encarga de aislarlo de la humedad y la temperatura ambiental, esta protección a su vez se encuentra resguardada por una capa de Nylon o poliamida. La tabla de capacidades de adjunta en la tabla 7.2-1 y 7.2-2.

5.4. Temporizador

En el sistema se utilizara un relevador o relé temporizador, el cual será programado de tal forma que el encendido de las luminarias se realice a las 18:00 horas y la posterior desconexión del sistema o apagado de luminarias sea al amanecer, para esto se estableció las 06:00 horas como parámetro fijo, ya que el reglamento vigente indica que el servicio de alumbrado público debe ser de 12 horas por día.

5.5. Medidor

Para el presente proyecto por ser menor a 70 Amperios se utilizara una base socket Socket, 1F, CL-100, que se ubicara dentro del módulo respectivo, en el panel de distribución.

5.6. Panel de distribución

Se construirá un soporte que albergue el panel de distribución y el modulo del medidor de consumo para el sistema, el cual tendrá una dimensión de 2 m de alto, 1 m de ancho y 0.60 m de profundidad, la cual contara con una puerta de doble bisagra lateral la cual contara con una ventana para la toma de lectura de consumo eléctrico y estará construida en acero inoxidable de 1.5 mm de espesor, véase Anexo 1.

5.7. FODA

Ya que un análisis FODA puede ser aplicado a una organización, sistema o individuo, a continuación se presenta un breve análisis que puede ser útil al momento de considerar un proyecto de este tipo.

FORTALEZAS

- Mayor vida útil frente a otras clases de instalaciones.
- Menor consumo energético.

DEBILIDADES

- Este tipo de instalaciones en la actualidad presenta un costo aproximado al 45% mayor a los sistemas tradicionales.
- La comuna no cuenta con un presupuesto propio para infraestructura.

OPORTUNIDADES

- Promover la aplicación de instalaciones eléctricas más seguras y confiables.
- Replicar este tipo de sistemas a nivel nacional

AMENAZAS

- Falta de mantenimiento adecuado por parte de la distribuidora.
- Desastre natural que afecte la red de media tensión.

CAPÍTULO VI DISEÑO ELÉCTRICO Y CALCULO DE CARGA

6. Memoria del proyecto

6.1.1. Coordenadas UTM

Con el fin de establecer la ubicación exacta del panel de distribución, el medidor de consumo y el transformador, se detalla a continuación las coordenadas UTM de los mismos:

Panel de distribución: -2.141600, -80.777936

Medidor de consumo: -2.141578, -80.777957

Transformador: -2.141622, -80.777913

6.1.2. Protecciones

Para la selección de las protecciones, estas se utilizarán como protección para el lado del primario del transformador, un disyuntor principal para la protección general del sistema y un disyuntor para cada circuito del sistema.

6.1.3. Protección del transformador

Para la protección del transformador se instalará en la fase del lado del primario:

- 1 caja portafusibles de 100 Amperios de 15 kV
- 1 pararrayos de 10 kV

6.1.4. Protección y control de encendido

Para el control del circuito se utilizará:

- Un temporizador marca EATON MOELLER, modelo ETR4-70-A.
- Disyuntor de 2P – 75 Amp de caja moldeable.

6.2. Cálculo de la demanda.

Tabla 6.2-1: Sumatoria de cargas

DEMANDA				
SISTEMA	CIRCUITO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	WATTS
ILUMINACIÓN	CTO 1	POSTE 1	LAMPARA 1	180
			LAMPARA 2	180
		POSTE 2	LAMPARA 3	180
			LAMPARA 4	180
	CTO 2	POSTE 3	LAMPARA 5	180
			LAMPARA 6	180
		POSTE 4	LAMPARA 7	180
			LAMPARA 8	180
	CTO 3	POSTE 5	LAMPARA 9	180
			LAMPARA 10	180
		POSTE 6	LAMPARA 11	180
			LAMPARA 12	180
	CTO 4	POSTE 7	LAMPARA 13	180
			LAMPARA 14	180
		POSTE 8	LAMPARA 15	180
			LAMPARA 16	180
	CTO 5	POSTE 9	LAMPARA 17	180
			LAMPARA 18	180
		POSTE 10	LAMPARA 19	180
			LAMPARA 20	180
	CTO 6	POSTE 11	LAMPARA 21	180
			LAMPARA 22	180
		POSTE 12	LAMPARA 23	180
			LAMPARA 24	180
	CTO 7	POSTE 13	LAMPARA 25	180
			LAMPARA 26	180
		POSTE 14	LAMPARA 27	180
			LAMPARA 28	180
	CTO 8	POSTE 15	LAMPARA 29	180
			LAMPARA 30	180
		POSTE 16	LAMPARA 31	180
			LAMPARA 32	180
	CTO 9	POSTE 17	LAMPARA 33	180
			LAMPARA 34	180
		POSTE 18	LAMPARA 35	180
			LAMPARA 36	180
	CTO 10	POSTE 19	LAMPARA 37	180
			LAMPARA 38	180
		POSTE 20	LAMPARA 39	180
			LAMPARA 40	180

	CTO 11	PERGOLA 1	4 LAMPARAS DE 100 W	400
	CTO 12	PERGOLA 2	4 LAMPARAS DE 100 W	400
	CTO 13	PERGOLA 3	4 LAMPARAS DE 100 W	400
	CTO 14	PERGOLA 4	4 LAMPARAS DE 100 W	400
TOMACORRIENTES	CTO15	PERGOLA 1	TOMACORRIENTE	350
		PERGOLA 2	TOMACORRIENTE	350
		PERGOLA 3	TOMACORRIENTE	350
		PERGOLA 4	TOMACORRIENTE	350
TOTAL				10200

Fuente: el autor

Considerando un factor de demanda de 0.92 y multiplicándolo por la sumatoria de las cargas, obtenemos:

$$10200 \text{ W} \div 0.92 = 11,086\text{kVA}$$

$$\text{Demanda} + 15\% \text{ Reserva} = 12,7\text{kVA}$$

Por ser un circuito de alumbrado con equipos LED de bajo consumo y pocos circuitos de tomacorrientes, el transformador tendrá un amplio rango de cobertura para la para la demanda requerida, ya que se recomienda uno de 25 kVA de potencia.

Tabla 6.2-2: Planilla de circuitos

PLANILLA DE CIRCUITOS							
ITEM	DESCRIPCIÓN	VOLTAJE	FASES	POTENCIA (kW)	AMPERAJE	CONDUCTORES	BREAKER
1	CTO 1	220	2	720	3.3	2C # 10 CU - 1C # 14 - Ø 1/2"	2P - 15 AMP
2	CTO 2	220	2	720	3.3	2C # 10 CU - 1C # 14 - Ø 1/2"	2P - 15 AMP
3	CTO 3	220	2	720	3.3	2C # 10 CU - 1C # 14 - Ø 1/2"	2P - 15 AMP
4	CTO 4	220	2	720	3.3	2C # 10 CU - 1C # 14 - Ø 1/2"	2P - 15 AMP
5	CTO 5	220	2	720	3.3	2C # 10 CU - 1C # 14 - Ø 1/2"	2P - 15 AMP
6	CTO 6	220	2	720	3.3	2C # 10 CU - 1C # 14 - Ø 1/2"	2P - 15 AMP
7	CTO 7	220	2	720	3.3	2C # 10 CU - 1C # 14 - Ø 1/2"	2P - 15 AMP
8	CTO 8	220	2	720	3.3	2C # 10 CU - 1C # 14 - Ø 1/2"	2P - 15 AMP
9	CTO 9	220	2	720	3.3	2C # 10 CU - 1C # 14 - Ø 1/2"	2P - 15 AMP
10	CTO 10	220	2	720	3.3	2C # 10 CU - 1C # 14 - Ø 1/2"	2P - 15 AMP
11	PERGOLA 1	110	1	400	3.6	2C # 12 CU - Ø 1/2"	1P - 15 AMP
12	PERGOLA 2	110	1	400	3.6	2C # 12 CU - Ø 1/2"	1P - 15 AMP
13	PERGOLA 3	110	1	400	3.6	2C # 12 CU - Ø 1/2"	1P - 15 AMP
14	PERGOLA 4	110	1	400	3.6	2C # 12 CU - Ø 1/2"	1P - 15 AMP
15	TOMACORRIENTE	110	1	350	3.18	2C # 12 CU - 1C # 14 - Ø 1/2"	1P - 15 AMP
16	TOMACORRIENTE	110	1	350	3.18	2C # 12 CU - 1C # 14 - Ø 1/2"	
17	TOMACORRIENTE	110	1	350	3.18	2C # 12 CU - 1C # 14 - Ø 1/2"	
18	TOMACORRIENTE	110	1	350	3.18	2C # 12 CU - 1C # 14 - Ø 1/2"	

Elaboración: el autor

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

La normativa ecuatoriana establece parámetros para instalaciones eléctricas de media y baja tensión, no obstante a pesar de la diversidad de altura y climas diversos del país, falta una referencia específica para el tipo de lugar en el cual se realizara el estudio y posterior instalación de los sistemas en cuestión.

El uso de materiales resistentes a la corrosión e instalaciones que no estén expuestas a los elementos beneficia directamente al usuario de dicho sistema porque al disminuir potencialmente los factores que puedan afectar un sistema, así mismo la distribuidora al reducir el tiempo de mantenimiento por defectos y se alarga la vida útil del mismo lo cual evitaría desviar recursos necesarios para otros sistemas.

Con el uso de un software de luminotecnía se simplifica la carga de trabajo para quien realice un estudio de luminosidad requerida y a la vez se evita incrementar el costo por posibles errores humanos con la compra de dispositivos en exceso.

Se puede inferir que el presente estudio no solo contempla métodos matemáticos, sino también la aplicación de los reglamentos vigentes en el Ecuador para la eficiente administración y operación del sistema eléctrico público y sus requerimientos.

7.2. Recomendaciones

Es de suma importancia que en todo proyecto que se lleve a cabo, prevalezcan los principios morales y éticos, a fin de evitar deficiencias en infraestructuras o fiscalizaciones, de las cuales depende la calidad y la confiabilidad de los sistemas eléctricos, que no solo constituyen una mejoría en la calidad de vida de las personas que se benefician directamente a través del servicio, de igual forma si se pasan por altos los debidos controles esto puede representar una amenaza a la seguridad de los usuarios y a la confiabilidad del sistema como tal.

Desde el estado y las instituciones pertinentes debería expedirse un reglamento específico, que defina el tipo de infraestructura a instalar en cada lugar según las condiciones, riesgos y factores climáticos a los que estará expuesto.

Se recomienda que los estudiantes de las carreras relacionadas a la industria tengan sólidos conocimientos en lo que a las normativas que regulan el campo de acción de su profesión, así como de los procedimientos de seguridad inherentes a estos.

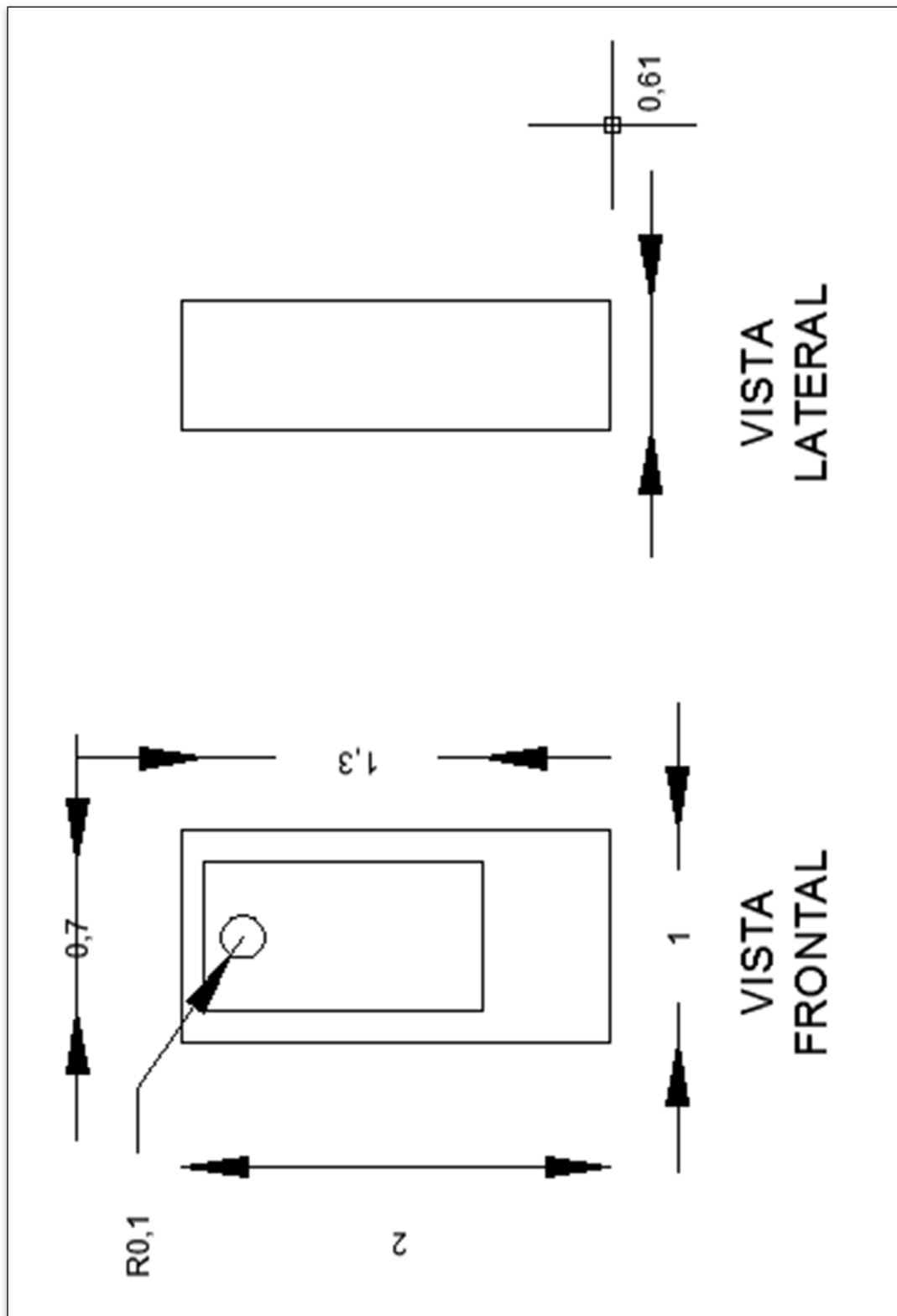
Así mismo, se recomienda fomentar el uso buenas prácticas profesionales, infundir y educar en la importancia de la ética profesional, en el cuidado del ambiente, el aprovechamiento responsable de los recursos y el resguardo de los usuarios de un servicio de alumbrado público.

Bibliografía

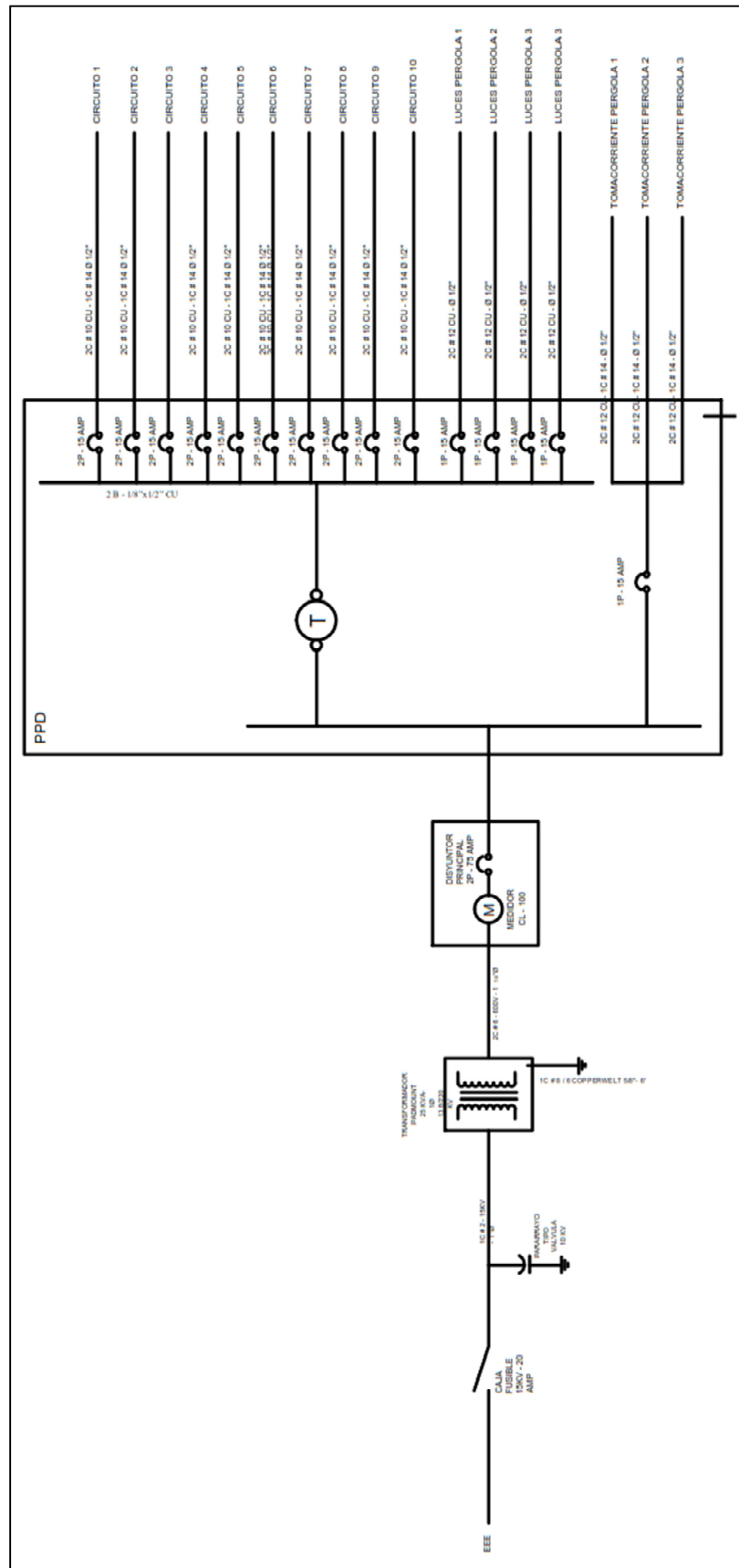
- Acevedo, A. (03 de Enero de 2008). *www.emb.cl*. (A. Acevedo, Ed.) Recuperado el 08 de Julio de 2017, de *www.emb.cl*:
<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=883>
- Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). *Constitución de la Republica del Ecuador*. Montecristi.
- Asamblea Nacional. (2015). *Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica*. Quito: Registro Oficial.
- Calvo Sealing. (03 de Octubre de 2015). *Calvo Sealing*. Recuperado el 19 de Junio de 2017, de Calvo Sealing:
http://calvosealing.com/sites/default/files/fibra_de_vidrio.pdf
- CONELEC 005-14. (2014). *Resolucion Conelec 005-14*.
- Diario El Telégrafo. (2 de Agosto de 2015). Hagase la luz. *Diario El Telégrafo*, pág. 01.
- Electrica de Guayaquil. (2012). *NATSIM*.
- Electrocables.com. (s.f.).
- F2I2. (2004). *Fundacion para el fomento de la innovación industrial*. Obtenido de <http://www.f2i2.net/>
- Garcia Alvarez, J. A. (Marzo de 2012). *Asi Funciona*. Recuperado el 05 de Junio de 2017, de Asi Funciona:
http://www.asifunciona.com/fisica/ke_led/ke_led_2.htm
- Hernandez, J. L. (2012). *tuveras.com*. Recuperado el 14 de Julio de 2017, de *tuveras.com*: <http://www.tuveras.com/luminotecnica/lamparasyluminarias.htm>
- INAMHI. (2013). *Humedad relativa del Ecuador* .
- INEN 1965:2015. (2015). *Postes de hormigon armado*.
- INEN. (2014). *RTE INEN 069* .

- INEN. (Abril de 2015). *Instituto Ecuatoriano de Normalizacion*. Recuperado el 14 de Julio de 2017, de Instituto Ecuatoriano de Normalizacion:
http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/2015/ACO/MAYO/nte_inen_1965_1.pdf
- Ingecivilcusco. (13 de Septiembre de 2009). *Ingecivilcusco*. Recuperado el 14 de Julio de 2017, de Ingecivilcusco:
<http://ingecivilcusco.blogspot.com/2009/09/sistema-de-coordenadas-universal.html>
- LUXTRONIC. (2015). *LUXTRONIC*. Recuperado el 16 de JULIO de 2017, de LUXTRONIC: (<http://www.luxtronic.com.mx/alumbrado-publico/breve-historia-delalumbrado-publico/>)
- Mariano. (2011). *Tecnología de los plasticos*. Obtenido de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/12/fibra-de-vidrio.html>
- Philips. (1995). *Manual de iluminación. Capítulos II, III y IV*. Ediciones Philips Iluminación.
- Procuraduría General del Estado. (2011). *Oficio No. 026202*.
- Quizhpi, V. (2015). *Estudio de Factibilidad técnico económico para la utilización de luminarias tipo LED en la Facultad técnica para el desarrollo*. Guayaquil.
- Solvin Systems Engenieering. (2015). *Solvin Systems Engenieering*. Obtenido de Solvin Systems Engenieering: <http://s2e.es/>
- Sylvania. (2017). *Sylvania Ecuador*. Obtenido de Sylvania Ecuador:
http://www.sylvania.com.ec/wp-content/uploads/2017/01/LED-Nova-ZD516_A.pdf
- Villalba Hervas. (05 de Septiembre de 2010).
www.iesvillalabahervastecnologia.com. Recuperado el 30 de Julio de 2017, de www.iesvillalabahervastecnologia.com:
<https://iesvillalabahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/09/oxidacion-y-corrosion.pdf>

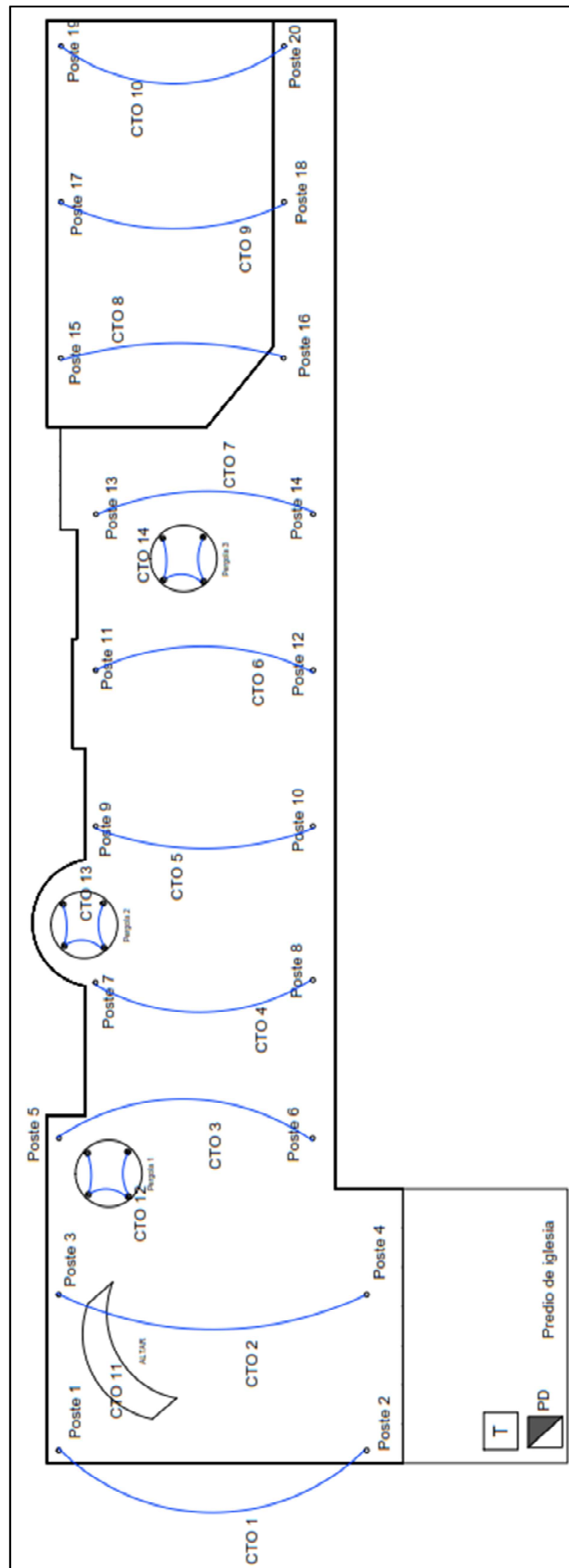
ANEXOS



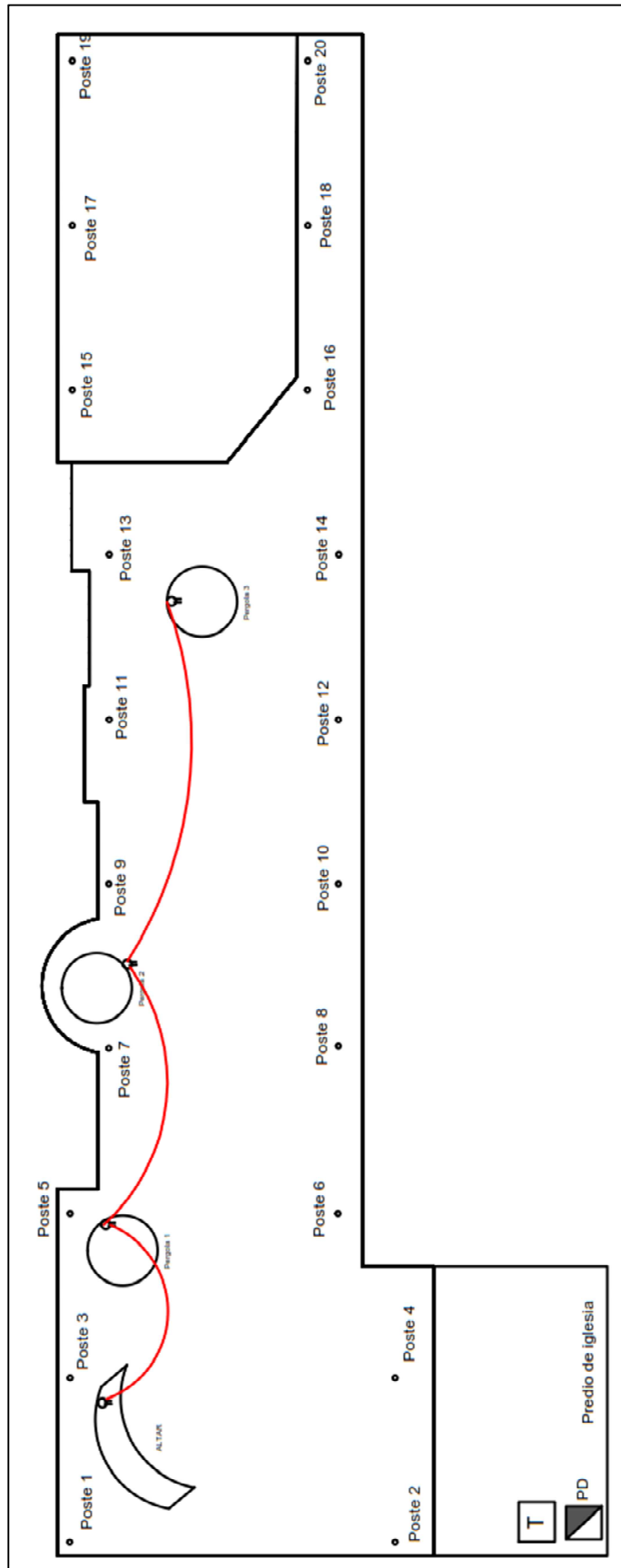
Anexo 1: Dimensiones del panel de distribución y medidor
Fuente: el autor



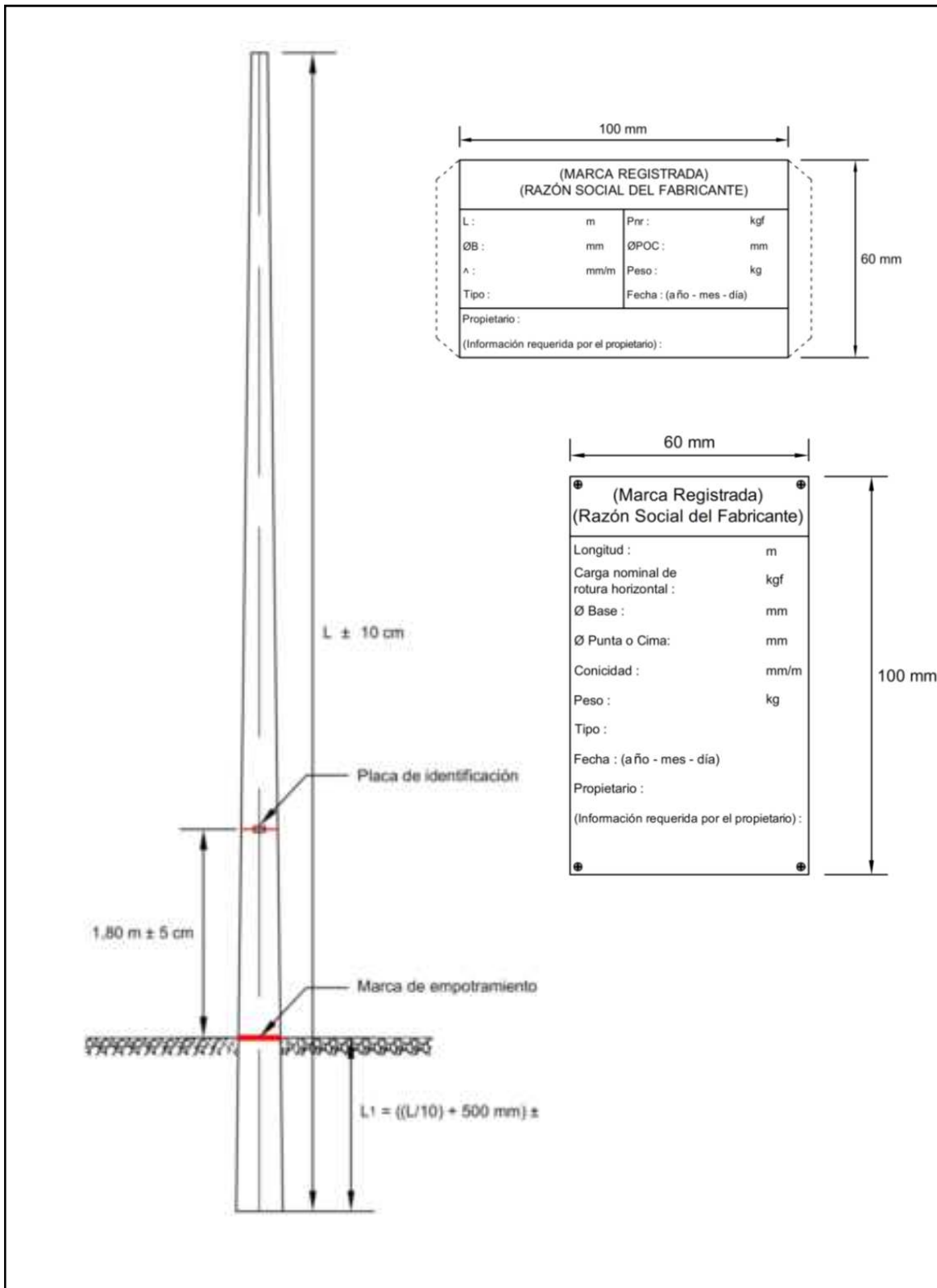
Anexo 2: Diagrama Unifilar
Fuente y elaboración: el autor



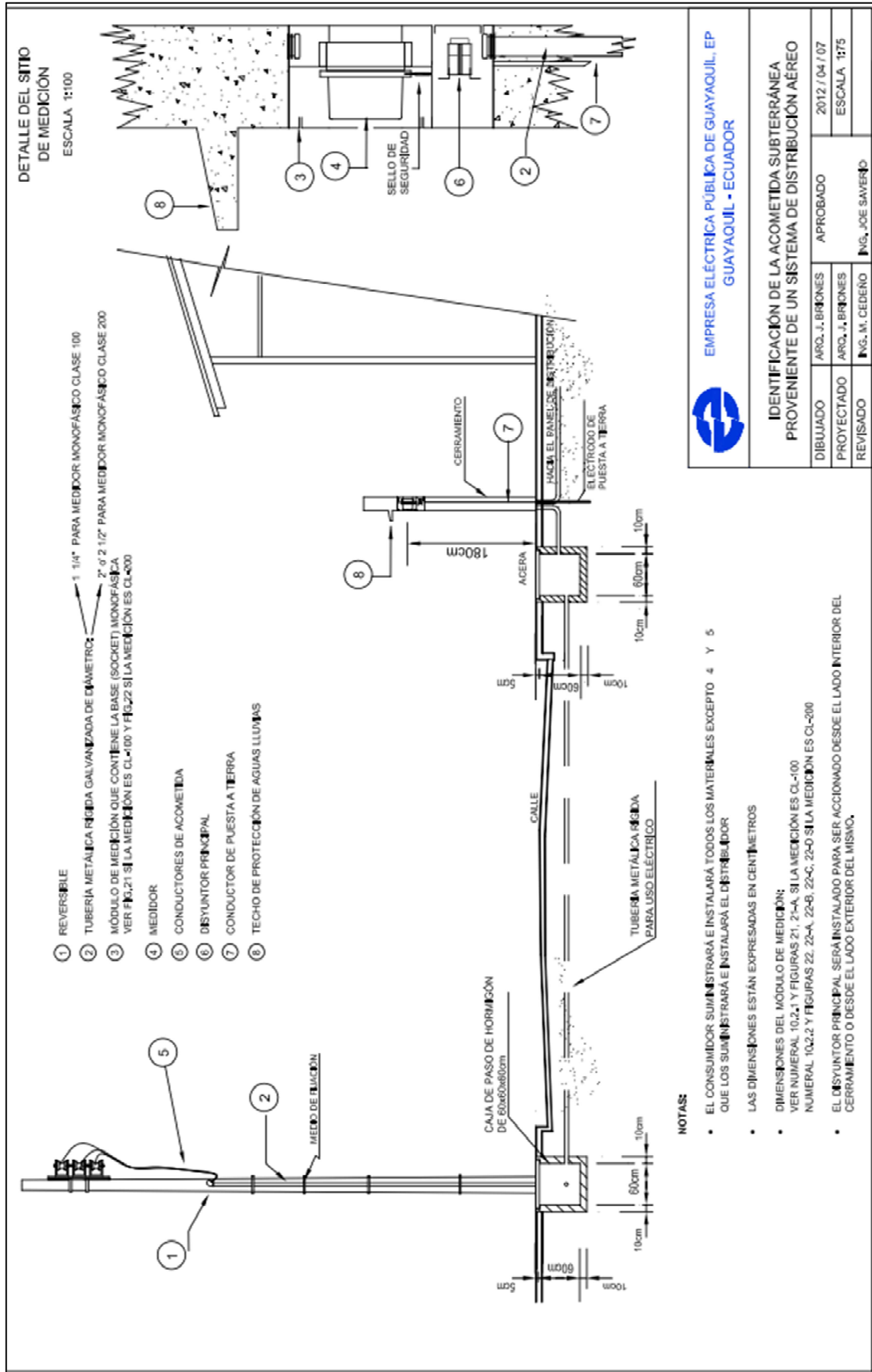
Anexo 3: Implantación de circuitos de luminarias
Fuente y elaboración: el autor



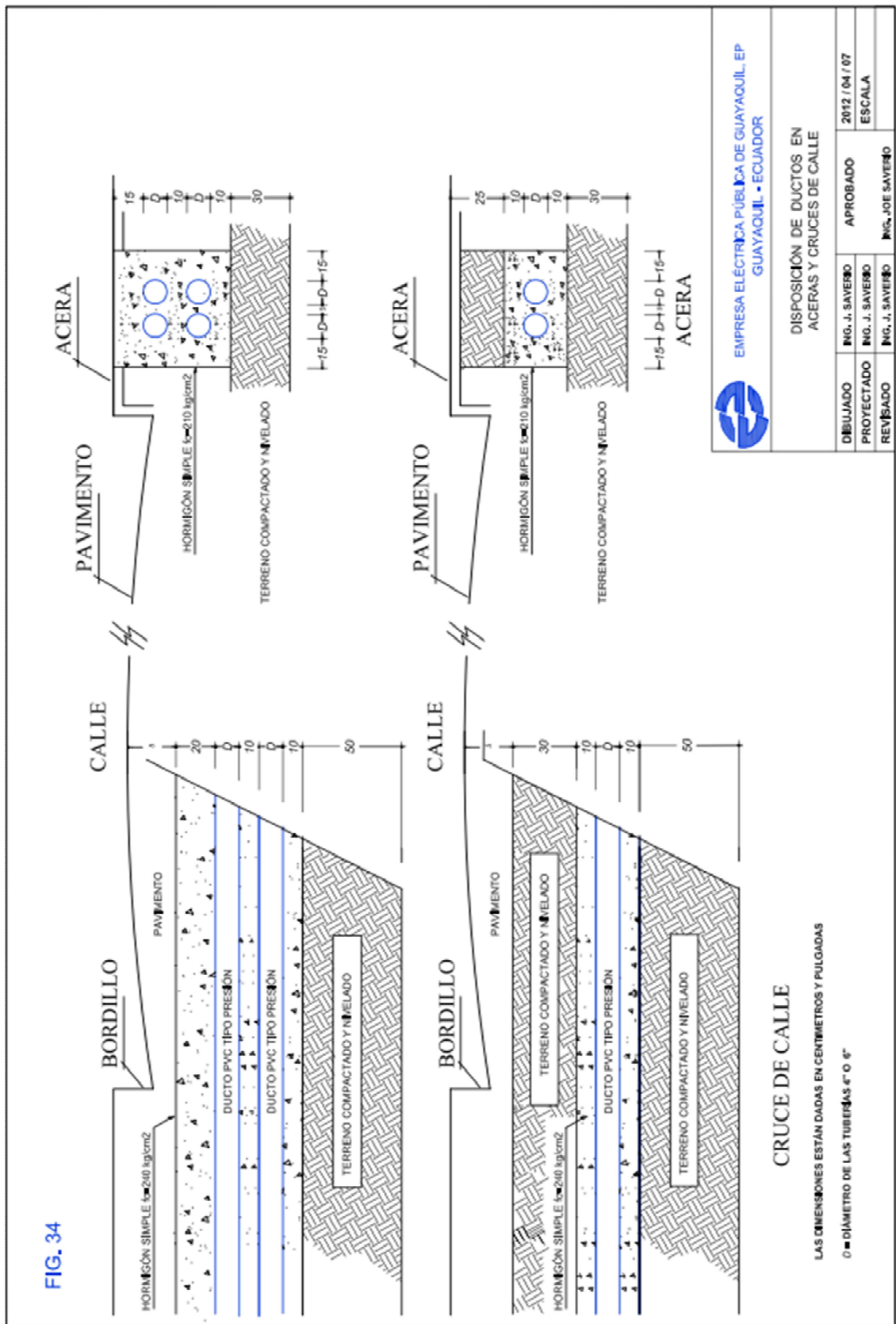
Anexo 4: Implantación de tomacorrientes
Fuente y elaboración: el autor



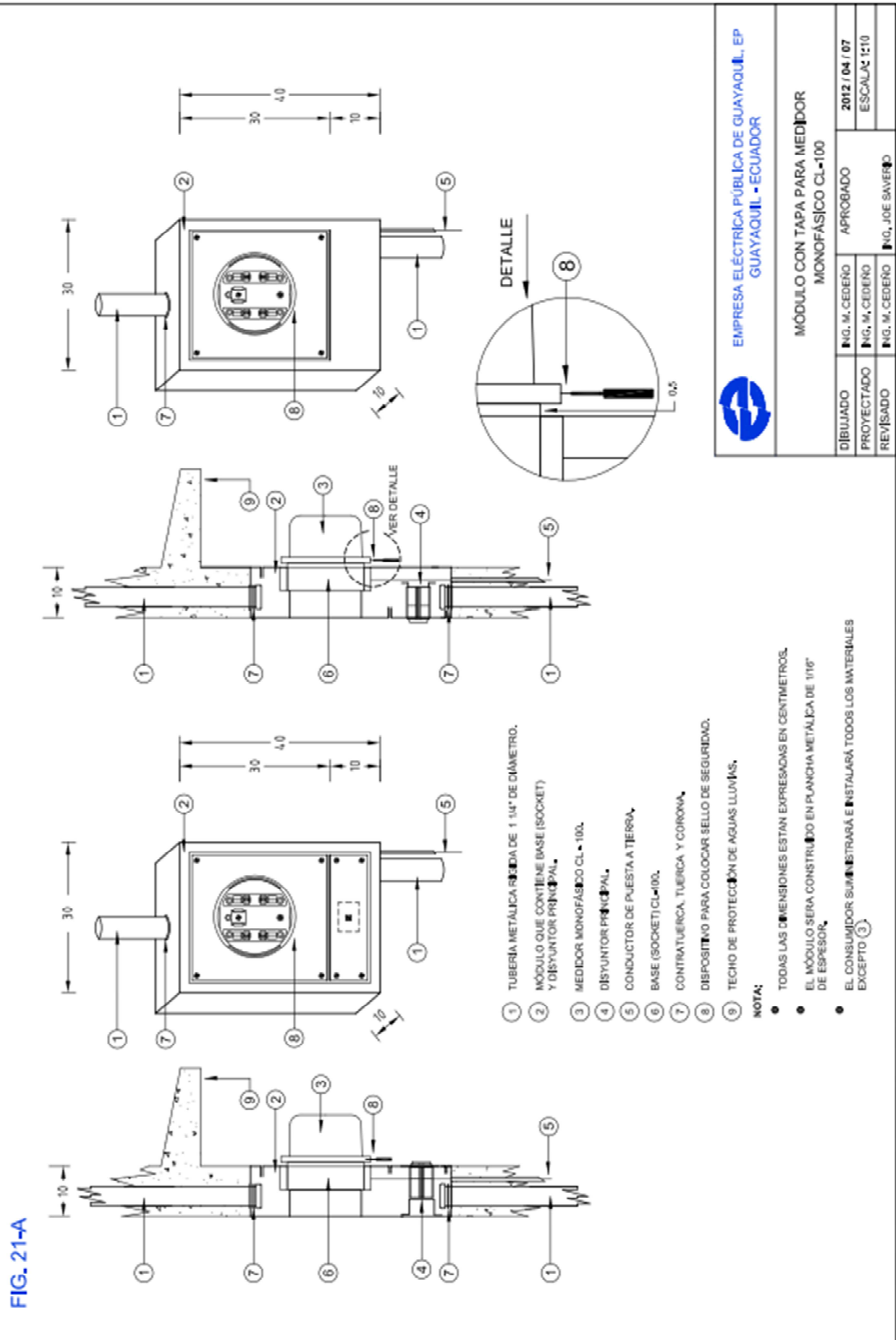
Anexo 5: Identificación de postes de hormigón centrifugado
Fuente y elaboración: (INEN 1965:2015, 2015)



Anexo 6: Acometida Subterránea
Fuente: (Electrica de Guayaquil, 2012)



Anexo 7: Disposición de ductos en aceras y cruces de calles
Fuente: NATSIM 2012



EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL - ECUADOR			
MÓDULO CON TAPA PARA MEDIDOR MONOFÁSICO CL-100			
DIBUJADO	ING. M. CEDENO	APROBADO	2012 / 04 / 07
PROYECTADO	ING. M. CEDENO		ESCALA: 1:10
REVISADO	ING. M. CEDENO	ING. JOE SAVERIO	

Anexo 8: Módulo con tapa para medidor Monofásico CL-100
 Fuente: NATSIM 2012

Dimensiones de transformadores monofásicos de distribución tipo Padmounted					
Capacidad kVA	Marca Ejemplo		Dimensiones*		
			A	B	C
25	MARCA 1	TIPO 1	69	71	93
		TIPO 2	69	73	93
	MARCA 2	TIPO 1			
		TIPO 2	75	70	84
	MARCA 3	TIPO 1			
		TIPO 2	63	76	82
37.5	MARCA 1	TIPO 1	69	71	98
		TIPO 2	69	73	93
	MARCA 2	TIPO 1			
		TIPO 2	71	76	85
	MARCA 3	TIPO 1			
		TIPO 2	64	85	83
50	MARCA 1	TIPO 1	69	71	100
		TIPO 2	69	73	100
	MARCA 2	TIPO 1			
		TIPO 2	71	76	85
	MARCA 3	TIPO 1			
		TIPO 2	68	85	85
75	MARCA 1	TIPO 1	77	71	105
		TIPO 2	77	73	105
	MARCA 2	TIPO 1			
		TIPO 2	80	81	89
	MARCA 3	TIPO 1			
		TIPO 2	76	92	95
100	MARCA 1	TIPO 1	77	71	110
		TIPO 2	77	73	110
	MARCA 2	TIPO 1			
		Tipo 2	80	81	108
	MARCA 3	Tipo 1			
		Tipo 2	81	97	95

* DIMENSIONES EN CENTIMETROS, INCLUYEN RADIADORES
 Tipo 1: CONFIGURACIÓN TIPO RADIAL
 Tipo 2: CONFIGURACIÓN TIPO MALLA

Anexo 10: Dimensiones de transformadores monofásicos de distribución tipo Padmounted
 Fuente: el autor

Tabla 7.2-1: Intensidad máxima permanente admisible de conductores aislados para 0 a 2000 Voltios nominales.

Sección	Temperatura nominal del conductor (véase Cuadro 310-13)						Sección
	60 °C (140 F)	75 °C (167 F)	90 °C (194 F)	60 °C (140 F)	75 °C (167 F)	90 °C (194 F)	
	Tipos TW*, UF*	Tipos FEPW*,RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS,SA, SIS, FEP*, FEPB*,NI RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW*, UF*	Tipos RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	Tipos TBS,SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, RHH*, RHW-2, USE-2,XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	
AWG/ MCM	Cobre			Aluminio o Aluminio recubierto de cobre			AWG/ MCM
10	---	---	14	---	---	---	---
16	---	---	18	---	---	---	---
14	20*	20*	25	---	---	---	---
12	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
10	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	485	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCION							
Temperatura Ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C (86 °F), multiplicar las anteriores intensidades por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura Ambiente en °F
21-25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	70-77
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	78-86
31-35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	87-95
36-40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	96-104
41-45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	105-113
46-50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	114-122
51-55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	123-131
56-60	---	0.58	0.71	---	0.58	0.71	132-140
61-70	---	0.33	0.58	---	0.35	0.58	141-158
71-80	---	---	0.41	---	---	0.41	159-176

Fuente: NATSIM 2012

Tabla 7.2-2: Número máximo de conductores y cables de aparatos en ductos

Letras tipo	Calibre del conductor AWG/ MCM	SECCIÓN COMERCIAL EN PULGADAS											
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6
THHN,	14	13	22	36	63	65	140	200	309	412	531	633	1,202
THWN,	12	9	16	26	46	62	102	146	225	301	367	606	677
THWN-2	10	6	10	17	28	39	64	92	142	169	244	363	552
	8	3	6	9	16	22	37	53	82	109	140	221	318
	6	2	4	7	12	16	27	36	59	79	101	159	230
	4	1	2	4	7	10	17	23	36	48	62	96	141
	3	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	83	120
	2	1	1	3	5	7	11	17	26	34	44	70	100
	1	1	1	1	4	5	8	12	19	25	33	51	74
	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27	43	63
	2/0		1	1	2	3	6	8	13	18	23	36	52
	3/0		1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	43
	4/0		1	1	1	2	4	6	9	12	16	25	36
	250			1	1	1	3	5	7	10	13	20	29
	300			1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	350			1	1	1	2	3	5	7	10	15	22
	400			1	1	1	2	3	5	7	8	13	20
	500				1	1	1	2	4	5	7	11	16
	600				1	1	1	1	3	4	6	9	13
	700				1	1	1	1	3	4	5	8	11
	750					1	1	1	3	4	5	7	11
	800					1	1	1	2	3	4	7	10
	900					1	1	1	2	3	4	6	9
	1,000					1	1	1	1	3	4	6	8
FEP,	14	12	22	35	61	63	136	194	300	400	515	606	1,166
FEPB,	12	9	16	26	44	60	99	142	219	292	376	590	651
PFA,	10	6	11	16	32	43	71	102	157	209	269	423	610
PFAH,	8	3	6	10	18	25	41	56	90	120	154	242	350
TFE	6	2	4	7	13	17	29	41	64	85	110	172	249
	4	1	3	5	9	12	20	29	44	59	77	120	174
	3	1	2	4	7	10	17	24	37	50	64	100	145
	2	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	83	120
PFA, PFAH,													
TFE	1	1	1	2	4	6	9	14	21	28	37	57	83

Fuente: NATSIM 2012

Tabla 7.2-3: Protección IP - primera cifra, cuerpos sólidos

Cifra	Grado de protección	
	Descripción abreviada	Indicación breve sobre los objetos que no deben penetrar en la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 50 mm	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 50 mm.
2	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 12 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 12 mm.
3	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 2,5 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 2,5 mm.
4	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 1 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 1 mm.
5	Protegida contra la penetración de polvo	No se impide totalmente la entrada de polvo, pero sin que el polvo entre en cantidad suficiente que llegue a perjudicar el funcionamiento satisfactorio del equipo.
6	Totalmente estanco al polvo	Ninguna entrada de polvo.

Fuente y elaboración: Ministerio de ciencia y tecnología de España, 2004

Tabla 7.2-4: Protección IP - segunda cifra - Protección contra líquidos y agua.

Cifra	Grado de protección	
	Descripción abreviada	Tipo de protección proporcionada por la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra la caída vertical de gotas de agua	La caída vertical de gotas de agua no deberán tener efectos perjudiciales
2	Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°	Las caídas verticales de gotas de agua no deberán tener efectos perjudiciales cuando la envolvente está inclinada hasta 15° con respecto a la posición normal
3	Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)	El agua pulverizada de lluvia que cae en una dirección que forma un ángulo de hasta 60° con la vertical, no deberá tener efectos perjudiciales
4	Protegida contra las proyecciones de agua	El agua proyectada en todas las direcciones sobre la envolvente no deberá tener efectos perjudiciales
5	Protegida contra los chorros de agua	El agua proyectada con la ayuda de una boquilla, en todas las direcciones, sobre la envolvente, no deberá tener efectos perjudiciales

Fuente y elaboración: Ministerio de ciencia y tecnología de España, 2004



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Calderón Navarro, Oscar Agustín** con C.C: # 0922565411 autor del Trabajo de Titulación: “**Análisis y diseño eléctrico del alumbrado público con materiales resistentes a la corrosión para el malecón regenerado de la comuna San Pablo, Provincia de Santa Elena**” previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 19 de septiembre de 2017

f. _____

Nombre: Calderón Navarro, Oscar Agustín

C.C: 0922565411



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	"ANÁLISIS Y DISEÑO ELÉCTRICO DEL ALUMBRADO PÚBLICO CON MATERIALES RESISTENTES A LA CORROSIÓN PARA EL MALECÓN REGENERADO DE LA COMUNA SAN PABLO, PROVINCIA DE SANTA ELENA"		
AUTOR(ES)	Calderón Navarro, Oscar Agustín		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrico mecánica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Eléctrico Mecánica con mención en gestión empresarial industrial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	19 de septiembre de 2017	No. DE PÁGINAS:	80
ÁREAS TEMÁTICAS:	Instalaciones Eléctricas, Materiales de Ingeniería, Diseño eléctrico		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Alumbrado Público, Normativa, Conductores, Luminotecnia, Materiales, Protecciones.		

RESUMEN/ABSTRACT :

El presente trabajo de grado tiene como meta desarrollar la proyección de un sistema de alumbrado público, en el malecón de la comuna de San Pablo, provincia de Santa Elena. Este trabajo contempla el análisis de los factores ambientales que repercuten en los componentes del servicio de alumbrado público y su posible solución con el uso de materiales resistentes a la corrosión, evitando la destrucción prematura del sistema por falta de mantenimiento, ya que estos materiales soportan mejor los fenómenos climáticos. Así mismo se hace un breve resumen de la normativa inherente y aplicable al servicio público de alumbrado, en la que se definen las responsabilidades por la recaudación de dicho servicio, la tarifa, como se calcula el costo de operación, la institución que lo administra y las especificaciones técnicas. Se calculan las protecciones, conductores, la demanda y la capacidad del transformador a utilizar. Se calcula el número necesario de luminarias y su distribución gracias a uso del software libre de luminotecnia, Dialux 7, programa que no solo permite calcular sino también genera una proyección de los datos obtenidos. El proyecto busca ser, más que una alternativa, un patrón que debería replicarse en las zonas costeras del Ecuador, analizando el costo-beneficio en el tiempo, respetando y fomentando el cumplimiento de los estándares internacionales y nacionales para la construcción y operación de sistemas eléctricos públicos y privados.

ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-9-67937639 +593-4-2891594	E-mail: oskrncn18@gmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Montenegro Tejada, Raúl	
	Teléfono: +593-9-87272854	
	E-mail: raul.montenegro@cu.ucsg.edu.ec	

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	