

# **INFORME TECNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

**INGENIERIA ELECTRICA**

**ALUMNO:**

JOSE MARTIN TOALA GUMETA

**NUMERO DE CONTROL**

15270039

**PROYECTO:**

MANTENIMIENTO MAYOR Y REMODELACION DEL ALUMBRADO PÚBLICO ENFOCADO EN EL AHORRO ENERGETICO DE LA CIUDAD DE SUCHIAPA, CHIAPAS.

**ASESOR INTERNO:**

ING. ARIOSTO MANDUJANO CABRERA

**ASESOR EXTERNO:**

ARQ. JORGE L. LARA CORDERO

**PERIODO:**

ENERO- JUNIO 2019

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS.

# INDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCION .....   | 4  |
| <b>1.1 Antecedentes</b> .....   | 5  |
| <b>1.2 Estado del arte</b> .....  | 6  |
| <b>1.3 Justificación</b> .....  | 7  |
| <b>1.4 Objetivo</b> .....   | 7  |
| <b>1.5 Metodología</b> .....  | 8  |
| 2. FUNDAMENTO TEORICO .....   | 23 |
| <b>2.1 Iluminación</b> .....  | 23 |
| <b>2.1.1 Lámpara HID</b> .....  | 24 |
| <b>2.1.2 Luminaria</b> .....  | 24 |
| <b>2.2 Elementos auxiliares de las lámparas HID</b> .....                             | 27 |
| <b>2.2.1 Arrancador</b> .....   | 27 |
| <b>2.2.2 Balastro</b> .....   | 28 |
| <b>2.2.3 Condensador</b> .....  | 29 |
| <b>2.3 Conexión y clasificación de los elementos eléctricos de la luminaria</b> ..... | 29 |
| <b>2.3.1 Balastro</b> .....   | 29 |
| <b>2.3.2 Parámetros eléctricos a analizar en los balastos</b> .....                   | 31 |
| <b>2.3.3 Clasificación de los balastos</b> .....                                      | 36 |
| <b>2.3.4 Conexión de los balastos</b> .....   | 37 |
| <b>2.3.5 Diagrama de conexión de balastro</b> .....                                   | 39 |
| <b>2.3.6 Arrancadores o ignitor</b> .....   | 39 |
| <b>2.3.7 Clasificación de los arrancadores según su tipo de encendido</b> .....       | 43 |
| <b>2.3.8 Clasificación de los arrancadores según el sistema de instalación</b> .....  | 44 |
| <b>2.3.9 Diagrama de conexión de los arrancadores</b> .....                           | 44 |
| <b>2.4 Condensador</b> .....  | 45 |
| <b>2.4.1 Tipo seco</b> .....  | 45 |
| <b>2.4.2 Condensadores en Aceite Dieléctrico</b> .....                                | 46 |
| <b>2.4.3 Función de los condensadores en los circuitos de alumbrado</b> .....         | 47 |
| <b>2.4.4 Instalación de los condensadores</b> .....                                   | 47 |
| <b>2.5 Fococelda</b> .....  | 47 |
| <b>2.5.1 Bases para fococeldas tipo enchufe</b> .....                                 | 48 |
| <b>2.6 Lámparas de descargas de alta intensidad</b> .....                             | 48 |

|  |    |
|--|----|
| 2.6.1 Lámpara de sodio .....   | 49 |
| 2.6.2 Lámpara de metal halide.....   | 50 |
| 2.7 Conductores eléctricos .....   | 50 |
| 2.7.1 Partes de un conductor eléctrico .....                                 | 51 |
| 2.7.2 Tipos de conductores.....  | 51 |
| 3. DESARROLLO.....   | 55 |
| 3.1 Es hacer un recorrido total para poder conocer el lugar de trabajo ..... | 55 |
| 3.2 Verificación de los planos de alumbrado público .....                    | 56 |
| 3.2.1 manejo de la Aplicación GOOGLE EARTH PRO .....                         | 57 |
| 3.3 Levantamiento de datos del alumbrado público por barrio .....            | 60 |
| 3.3.1 Levantamiento de datos sobre el voltaje, corriente y potencia .....    | 61 |
| 3.3.2 Levantamiento de datos sobre las lámparas del alumbrado público .....  | 62 |
| 3.4 Análisis energético y selección de lámparas .....                        | 81 |
| 3.4.1 Análisis energético .....  | 81 |
| 3.4.2 Selección de lámparas .....  | 82 |
| 3.5 Mantenimiento preventivo .....   | 83 |
| 3.5.1 Inspección de la línea de baja tensión .....                           | 83 |
| 3.5.2 estados de los soportes.....   | 84 |
| 3.5.3 Revisión de lámparas (bombillos).....                                  | 85 |
| 3.5.4 Inspección de encendido.....   | 86 |
| 3.6 Mantenimiento correctivo .....   | 87 |
| 3.7 Análisis comparativo del antes y después del mantenimiento .....         | 88 |
| 3.7.1 Análisis comparativo de las potencias del antes y después .....        | 90 |
| 3.8 Implementación de nuevos alumbrados públicos.....                        | 92 |
| 3.8.1 Alumbrado colonia las Palmas.....                                      | 92 |
| 3.8.2 Alumbrado colonia la Ciénega .....                                     | 93 |
| 4. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN .....                                  | 95 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....   | 97 |

## 1. INTRODUCCION

Uno de los temas más importantes dentro del ámbito municipal es el alumbrado público enfocado en cuestión de ahorro de energía, aunque es un tema menos tratado en este ámbito municipal. Las ejecuciones de estas obras es nada más obtener benéfico en cuestión de alumbrar las áreas donde se especifican y no ver el gasto monetario.

El alumbrado público decimos que es el servicio de un ente público para iluminar espacios y vías públicas es decir de libre circulación, servicio público se hace llamar porque es un servicio que es gestionado por un grupo de personas ya que este servicio es pagado un responsable representante municipal. Por ello, se hace necesaria la participación de un ente público que cobre por el servicio a todos por igual sin que unos puedan aprovecharse de los otros.

Es importante saber que el alumbrado público supone uno de los gastos periódicos más importantes dentro de las arcas públicas de cada ayuntamiento. Por ello, resulta fundamental considerar este elemento de gestión como prioritario si queremos reducir los gastos del ayuntamiento y con ello aumentar la satisfacción del pleno municipal con la labor profesional de cualquier técnico ambiental municipal en su puesto laboral.

## **1.1 Antecedentes**

El alumbrado público es un servicio proporcionado por el estado o del ámbito municipal, para poder brindar iluminación y visibilidad a espacios o áreas de carácter público donde se considera el transitorio de vehículos y peatones ya sea dentro un área rural o urbano teniendo en cuenta que estas áreas pertenezcan al municipio correspondiente.

Para poder prestar el servicio de alumbrado público, además de energía, se requiere administración, operación, mantenimiento, modernización, reposición y expansión del sistema; pero lo más importante se necesita conocimiento del lugar a iluminar, este conocimiento hace referencia a todos aquellos factores que influyen a la hora de realizar un diseño lumínico como tipología de la vía, caracterización de la misma.

Las necesidades lumínicas del lugar, actividades a realizar en dicho lugar, nivel de seguridad del lugar, disposición de los mástiles, elección de las luminarias de acuerdo a nivel de potencia y flujo luminoso, dimensiones de las partes que conforman la vía como lo son senderos peatonales, antejardines, zonas verdes, calzadas; etc.

Los tipos de iluminación que se han utilizados en el alumbrado público son de tipo incandescente, luz de día y luz blanca, las potencia de cada tipo de lámpara son variantes, las lámpara vapor de sodio tiene una potencia de 150 Watts con una luz incandescente, las lámparas de aditivo metálico tiene una potencia de 175 Watts con una luz tipo de día, las lámparas de luz blanca son conocidos como ahorradoras que tiene un consumo de 75 Watts la ventaja es que podemos tener más claridad de luz pero a una altura determinada y más ahorro de energía.

Estos dos tipos de lámparas tienen ventajas en ambas, las lámparas de aditivo metálico tiene como ventaja una iluminación más clara, en cuanto al vapor de sodio la ventaja es el consumo ya que consume menos que el de aditivo metálico.

Desde que se electrificó la ciudad de Suchiapa, Chiapas, este municipio se le ha instalado lámparas para iluminar las vías más transitadas, las primeras lámparas en utilizarse son las de aditivo metálico y vapor de sodio, teniendo en cuenta que estas

lámparas no son de alta eficiencia y son de alto consumo, y que no tienen un enfoque de ahorro energético.

## **1.2 Estado del arte**

En México D.F, se analizan y calculan los parámetros de iluminación de los luminarios de alumbrado público con tecnología tipo LED que se instalaron en la periferia del complejo de reclusorio norte, obteniendo la mejor distribución física y de iluminación con este tipo de luminarios, supliendo así los luminarios instalados actualmente, se presentaran los beneficios técnicos de iluminación, ahorro energético y confort visual que proporcionan los luminarios de LED para alumbrado público. [1]

En Granada, se analizó las relaciones significativas entre los principales parámetros luminotécnicos de la instalación del alumbrado urbano (fundamentalmente iluminancia media y uniformidad media) y determinadas variables psicológicas y relacionadas con el estrés, la percepción de la seguridad o vulnerabilidad en los peatones que transitan las calles consideradas.[2]

En la Universidad Nacional de Colombia, se estructuro un texto base donde se desarrollen a manera de guía metodológica, todas las consideraciones base para la realización de un proyecto de iluminación y alumbrado público en Colombia trayendo a colación algunas normas regionales e internacionales. [3]

En la ciudad de México, se diseñó una propuesta de iluminación para el inmueble nacional Reforma de la comisión federal de electricidad, lo más importante que se planteo va enfocado en utilizar luminarias de mejor calidad y mayor eficiencia de ahorro energético, que al compararlo resulte más viable , al final se propuso la solución más viable.[4]

En la ciudad de México D.F. se propuso el diseño de un sistema de iluminación exterior por medio de la tecnología LED, para la ISEME. Unidad Zacatenco que cumpla con la NOM- 025- STPS-2018 y la NOM 013. [5]

### **1.3 Justificación**

El alumbrado público es un servicio que ayuda a tener un bienestar de seguridad, pero hay una desventaja para la comunidad municipal, la falta de mantenimiento que se le puede dar a una lámpara para que funcione correctamente y en otro punto el ahorro energético, ya que el ahorro energético dependerá de los tipos de luminarias que tenga cada alumbrado público.

El municipio o el estado tiene la obligación de mantener su área correspondiente lo más iluminado que se pueda, pero teniendo en cuenta el consumo que tenga en total.

Por lo que el proyecto que se aquí se propone es reducir ese consumo de energía de la ciudad de Suchiapa, Chiapas, a través de mantenimientos; preventivo, correctivo y predictivos con un seguimiento continuo, y colocar lámparas de alta eficiencia de menor consumo.

### **1.4 Objetivo**

Realizar mantenimiento mayor y remodelación del alumbrado público enfocado en el ahorro energético de la ciudad de Suchiapa, Chiapas. Con el fin de poder seleccionar lámparas de alta eficiencia para una mayor iluminación con menor consumo, y así poder ver reflejado el ahorro de energía en consumo energético.

## 1.5 Metodología

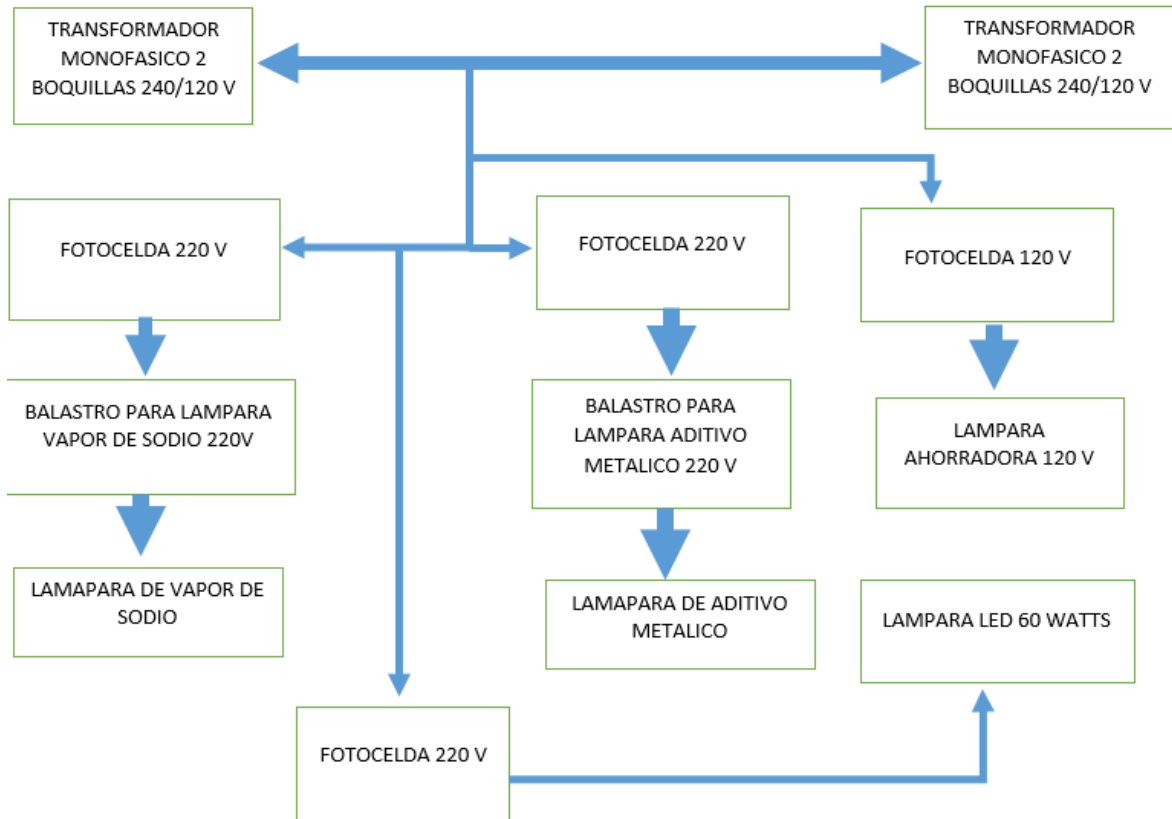


Fig. 1. Diagrama a bloques

Los primeros dos bloques trata de unas fuentes de voltajes, que en este caso se puede decir que son transformadores monofásicos de 2 boquillas que se alimenta con un voltaje de 13200 V y la reduce a 240 /120 V de corriente alterna a 60 Hz tipo poste, por lo que el voltaje viaja a través de conductores de acuerdo a su capacidad del transformador.

Su principal funcionamiento es poder suministrar voltajes a las lámparas del alumbrado público, se tiene como presentación de los diferentes tipos de transformadores eléctricos, los que para su fácil identificación se clasifican en dos grandes grupos: de potencia y de medida. La diferencia entre ellos es que, mientras que con el transformador de potencia se varían los valores de tensión en el circuito de corriente alterna sin que la potencia presente modificaciones, con un



transformador de medida se varían los valores de grandes tensiones con el fin de poder medirlas sin peligro y manejarlas.

Encontramos los transformadores eléctricos elevadores, los reductores, los autotransformadores y los de potencia con derivación. Un transformador eléctrico elevador sirve para aumentar el voltaje de entrada al momento de salir por el devanador secundario, por lo que el número de vueltas del hilo de cobre en el embobinado secundario debe ser mayor que en el primario. Por su parte, un transformador eléctrico reductor funciona a la inversa, es decir, disminuyendo el voltaje de salida en relación con el voltaje de entrada gracias al menor número de vueltas al hilo de cobre que presenta en el embobinado o devanado secundario. Cabe mencionar que cualquier transformador puede actuar como elevador o reductor dependiendo de la manera en que se haga la instalación del mismo. Para este caso los transformadores que se utilizaran o se utilizan para el alumbrado público son transformadores reductores de tensiones.

En los siguientes tres bloques trata sobre las fotoceldas, que tienen como función encender y apagar las lámparas del alumbrado público, con el afán de poder ahorrar energía eléctrica. Las fotoceldas siempre requieren de una conexión por 2 de sus 3 contactos a una fuente de alimentación que debe ser de 120 o 220 V. El contacto restante se conecta al dispositivo que queremos controlar, por ejemplo una bombilla de alumbrado público y este contacto es interrumpido por un relé (dispositivo electromagnético que al recibir una corriente eléctrica que abre o cierra un circuito).

Las potencias que manejan las fotoceldas son sumamente variables y son determinadas por el relé que se utilice. Algunas pueden llegar a una potencia de entre 1500 W y 1800 W por lo cual podrían llegar a alimentar a 15 o 18 bombillas de 100 W respectivamente.

Uno de los tipos de luz que pueden ocasionar que los electrones salten, de este modo es la luz solar. Hay que mencionar que la luz solar se encuentra compuesta por paquetes pequeños de energía que son denominados fotones. Es la luz solar la que golpea a estos semiconductores para así crear corriente eléctrica y por lo tanto

energía solar, Este tipo de dispositivo debe ser diferenciado de las celdas solares y de los paneles solares. En principio hay que mencionar que una fotocelda es una resistencia, la cual tiene un valor en ohmios que se va a modificar de acuerdo con las variaciones de la luz. Por otro lado, estas resistencias son construidas con un material que es sensible a la luz, para que de esta manera en el momento en que la luz cae sobre su el material experimente una reacción química, la cual va a ocasionar que se altere su resistencia eléctrica y Se presente un bajo valor de su resistencia ante la presencia de la luz u ocurra un valor alto de resistencia ante la ausencia de la luz.

Los balastos para las lámparas son elevadores de tensiones que nos sirven para el arranque de estas lámparas que puede ser conectado en serie o semi-paralelo, Cuando se conecta la lámpara a través de la reactancia, se produce la descarga inicial en el interior del tubo y empieza el calentamiento de la lámpara que funde y evapora el sodio metálico y empieza a emitir luz.

Las variaciones de la tensión de red sobre la lámpara afectan a la corriente, el flujo luminoso y la potencia en la lámpara. La variación de tensión afecta negativamente a este tipo de lámparas, hasta el punto de ser necesaria la instalación de un equipo estabilizador de tensión para corregir las posibles alteraciones de tensión.

Las lámparas ahorradoras o fluorescentes son lámparas de bajo consumo y que el funcionamiento de una lámpara fluorescente ahorradora de energía CFL es el mismo que el de un tubo fluorescente común, excepto que es mucho más pequeña y manuable. Cuando enroscamos la lámpara CFL en un portalámparas (igual al que utilizan la mayoría de las lámparas incandescentes) y accionamos el interruptor de encendido, la corriente eléctrica alterna fluye hacia el balasto electrónico, donde un rectificador diodo de onda completa se encarga de convertirla en corriente directa y mejorar, a su vez, el factor de potencia de la lámpara. A continuación un circuito oscilador, compuesto fundamentalmente por un circuito transistorizado en función de amplificador de corriente, un enrollado o transformador (reactancia inductiva) y un capacitor o condensador (reactancia capacitiva), se encarga de originar una

corriente alterna con una frecuencia, que llega a alcanzar entre 20 mil y 60 mil ciclos o Hertz por segundo.

La función de esa frecuencia tan elevada es disminuir el parpadeo que provoca el arco eléctrico que se crea dentro de las lámparas fluorescentes cuando se encuentran encendidas. De esa forma se anula el efecto estroboscópico que normalmente se crea en las antiguas lámparas fluorescentes de tubo recto que funcionan con balastos electromagnéticos (no electrónicos). En las lámparas fluorescentes antiguas el arco que se origina posee una frecuencia de sólo 50 o 60 Hertz, la misma que le proporciona la red eléctrica doméstica a la que están conectadas.

En las lámparas CFL no se manifiesta ese fenómeno, pues al ser mucho más alta la frecuencia del parpadeo del arco eléctrico en comparación con la velocidad de giro de los motores, nunca llegan a sincronizarse ni a crear efecto estroboscópico.

Desde el mismo momento en que los filamentos de una lámpara CFL se encienden, el calor que producen ioniza el gas inerte que contiene el tubo en su interior, creando un puente de plasma entre los dos filamentos. A través de ese puente se origina un flujo de electrones, que proporcionan las condiciones necesarias para que el balasto electrónico genere una chispa y se encienda un arco eléctrico entre los dos filamentos. En este punto del proceso los filamentos se apagan y se convierten en dos electrodos, cuya misión será la de mantener el arco eléctrico durante todo el tiempo que permanezca encendida la lámpara. El arco eléctrico no es precisamente el que produce directamente la luz en estas lámparas, pero su existencia es fundamental para que se produzca ese fenómeno. A partir de que los filamentos de la lámpara se apagan, la única misión del arco eléctrico será continuar y mantener el proceso de ionización del gas inerte. De esa forma los iones desprendidos del gas inerte al chocar contra los átomos del vapor de mercurio contenido también dentro de tubo, provocan que los electrones del mercurio se exciten y comiencen a emitir fotones de luz ultravioleta. Dichos fotones, cuya luz no es visible para el ojo humano, al salir despedidos chocan contra las

paredes de cristal del tubo recubierto con la capa fluorescente. Este choque de fotones ultravioletas contra la capa fluorescente provoca que los átomos de flúor se exciten también y emitan fotones de luz blanca, que sí son visibles para el ojo humano, haciendo que la lámpara se encienda.

Las lámparas de vapor de sodio tiene un funcionamiento que cuando se cierra el interruptor, se produce un pequeño arco entre el electrodo principal y auxiliar de arranque que produce la ionización del gas de relleno del tubo de cuarzo iniciando la descarga principal. La descarga en primer lugar se produce a través del gas porque el mercurio aún está a temperatura ambiente y con una presión baja. A medida que el mercurio eleva su temperatura, se vaporiza aumentando la presión en el interior del tubo y la tensión entre los bornes de la lámpara. Al cabo de unos minutos, el mercurio está completamente volatilizado y la descarga se produce a través de este. En este momento aumenta el flujo luminoso y varía el color de la fuente. Una vez llegado al equilibrio, la intensidad la regula el balastro.

El tubo de descarga es un tubo de cuarzo para soportar altas presiones y temperaturas. En su interior hay dos electrodos en los extremos de wolframio o tungsteno con cavidades rellenas de un material que facilita la emisión de electrones. También lleva un electro auxiliar que está conectado a uno de los electrodos principales y conectados al otro por medio de una resistencia de valores entre 10-30 K $\Omega$ . El tubo está relleno de un gas inerte (argón o neón) que ayuda a originar la descarga y una dosis adecuada de mercurio que se vaporiza cuando la lámpara está en pleno funcionamiento.

La ampolla exterior es de vidrio endurecido y soporta temperaturas de 350°C aproximadamente. Su misión es proteger el tubo de descarga y todos los soportes. Está relleno por un gas inerte, argón o nitrógeno, que ayuda a evitar la oxidación de los elementos metálicos. El casquillo tiene la función es sellar la ampolla y conectar la tensión de línea a los electrodos del tubo de cuarzo. Debe llevar un balastro en serie con los electrodos.

Las lámparas aditivos metálicos están construidas de un bulbo exterior con un tubo de arco interior hecho de cuarzo, el tubo de arco opera a alta presión a muy altas temperaturas (aproximadamente 1,100°C). Las Lámparas aditivos metálicos dependen de la luz emitida por un vapor gaseoso al circular la electricidad a través de él. Su uso es recomendado en lugares en donde sea de extrema importancia la calidad de la luz y la definición de los colores ya que tiene el Índice de rendimiento de color más alto (65%-70% CRI y arriba en las CMH) de todas las Lámparas de Intensidad de Descarga (HID).

Las lámparas aditivos metálicos son lámparas de descarga y requieren de tiempo para un encendido así re-encendido para alcanzar su máxima luminosidad después de una falla en el suministro eléctrico. Para obtener el consumo eléctrico total (Watts) agregue el consumo del balastro electromagnético. En operación la variación en la temperatura de color de la lámpara es una característica propia del tipo de lámpara, sin embargo puede ser influenciada por variaciones en las condiciones de operación; esto no significa que el sistema o la lámpara fallen, es normal que con el tiempo de operación la lámpara cambie gradualmente su color a uno más cálido.

Uno de los factores fundamentales por los que se debe reemplazar la antigua luminaria por el alumbrado público LED es a causa de su eficiencia. Y es que la implementación trae consigo una fuerte caída en los costos de mantención y de servicio. Un ejemplo es el mencionado Programa de Recambio Masivo de Luminarias de Alumbrado Público, el que ofrece un sistema tele gestionado por GPRS que brinda una atención remota por cada poste de luz, en que cada uno de ellos se regula de manera independiente.

Es posible encontrar en el mercado a la marca de iluminación Led Megabright, comercializada por Downlighten Chile, que ofrece soluciones de alumbrado público que permiten dimerizar y programar su funcionamiento de acuerdo a las necesidades del usuario. Su modelo Brisa LED es apto para ser conectado a cualquier sistema de tele gestión, logrando así un control efectivo de su uso.

En su interior contiene un driver dimerizable y programable que puede ser ajustado según los parámetros eléctricos de funcionamiento, ofreciendo un control del flujo luminoso y un consiguiente ahorro en el consumo de la luminaria. La opción de programación previa permite que trabaje a diferentes potencias durante el día, dependiendo del flujo vehicular y peatonal, sin la necesidad de intervenirla una vez instalada.

El tono de luz de las luminarias LED ayuda a la mejora en la detección facial y a la buena percepción de colores, tanto de manera directa como mediante cámaras de vigilancia, aspecto que favorecería fuertemente el reconocimiento y localización de, por ejemplo, delincuentes en la vía pública.

Uno de los grandes fuertes de la implementación de tecnología LED es la capacidad de ahorro de energía, el que puede ubicarse entre el 50 % y el 90 % respecto a lo que se gastaba con las convencionales. Además, el monto económico en renovación de esta pasa a ser mucho menor, ya que su vida útil alcanza las 50 000 horas, cifra muy superior a las 2000 de las incandescentes.

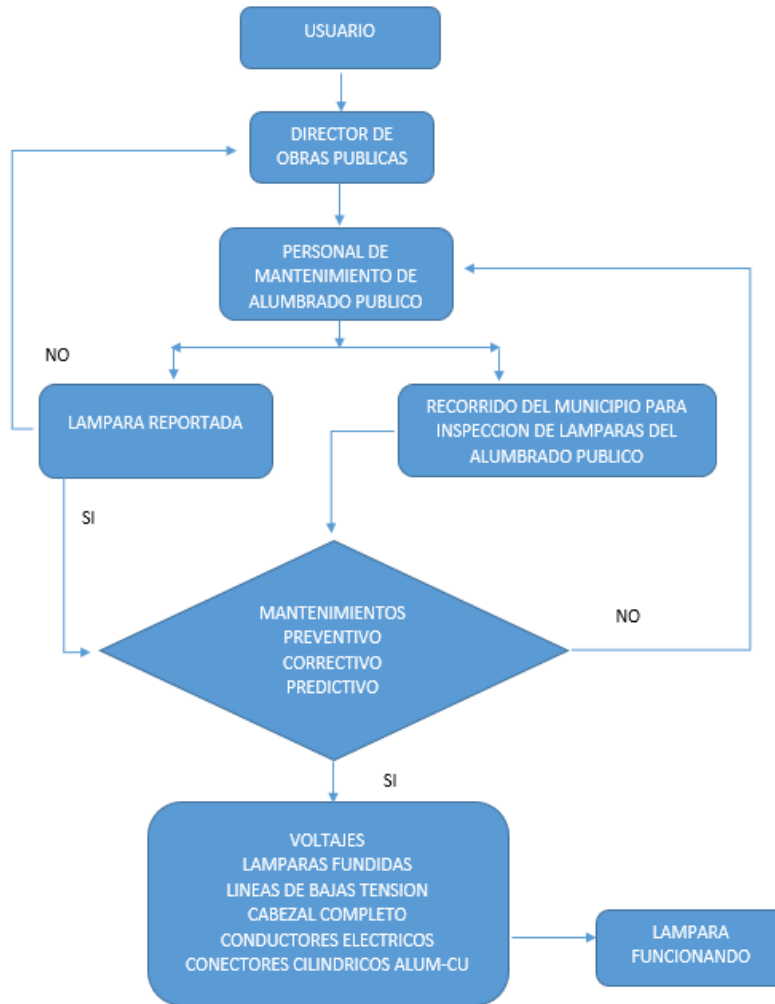


Fig. 2. Diagrama de flujo

**Usuario.**\_ El usuario prácticamente es el inicio de este sistema para poderle dar un funcionamiento o seguimiento referente al alumbrado público. Quien nos dirá o en este caso reportara sobre las lámparas que no funcionen o que simplemente requiera una luminaria, los usuarios simplemente aran un reporte sobre la lámpara para poder ir a inspeccionar en el área indicada.

**Director de obras públicas.**\_ El director de obras públicas es el que recibe los reportes sobre el alumbrado público y a la vez decide autorizar sobre las lámparas si se podrán reparar o fijar una fecha para corregir el daño. El director de obras es el que gestiona la inversión sobre los mantenimientos y las maniobras que se hacen para el alumbrado público.

**Personal de mantenimiento del alumbrado público.**\_ Los personales de mantenimiento del alumbrado público son los que se encargan de realizar estas maniobras de mantenimiento y de estar haciendo el recorrido por todo el municipio de Suchiapa, Chiapas. Ellos son los que reciben orden del director de obras públicas y en algunos casos recibir los reportes de los usuarios.

**Lámpara reportada.**\_ Las lámparas reportadas son solamente las que el usuario reportan y que simplemente no funcionan o algo pasa con la lámpara y que este apunto de descomponerse, las lámparas puede ser que requiera un mantenimiento un pequeño o que requiera un mantenimiento completo o cambio de todo los componentes.

**Recorrido del municipio para la inspección de lámparas del alumbrado público.**\_ Este recorrido lo hace los encargados de mantenimientos del alumbrado público con orden del director de obras públicas, en este caso solo es inspección en el día y en la noche, este movimiento se hace programado, en el día se hace el recorrido para ver si las lámparas están apagadas todas y en la noche se inspecciona que las lámparas estén encendidas.

**Mantenimiento.**\_ El mantenimiento es parte que se ejecuta por cada lámpara reportada o simplemente por cada lámpara encontrada en mal estado. Se denomina mantenimiento al procedimiento mediante el cual un determinado bien recibe tratamientos a efectos de que el paso del tiempo, el uso o el cambio de circunstancias exteriores no lo afecte.

Existe gran multitud de campos en los que el término puede ser aplicado, ya sea tanto para bienes físicos como virtuales. Así, es posible referirse al mantenimiento de una casa, de una obra de arte, de un vehículo, de un programa o conjunto de programas, de un sistema, alumbrado público, etc. El mantenimiento suele ser llevado a cabo por especialistas en la materia.

El mantenimiento es especialmente importante en los bienes requeridos para la producción de viene y servicios. Puede realizarse una distinción entre los distintos tipos de mantenimiento a efectos de dar cuenta de un panorama extenso de las posibilidades que pueden acarrear. Así, podemos hacer referencia a



un mantenimiento vinculado a la conservación, esto es, un conjunto de actividades orientadas a revertir el deterioro causado por el uso; a un mantenimiento preventivo, que intenta evitar que existan problemas y deficiencias en el futuro; a un mantenimiento de corrección, cuando se efectúan tareas que tienden a reparar los defectos y problemas acaecidos en el bien considerado; y finalmente, a un mantenimiento vinculado a la actualización de alguna característica del equipo (es típico de distintos tipos de software este tipo de procedimiento).

En áreas críticas donde los equipos deben estar siempre operativos existen protocolos y un alto grado de sofisticación en lo respectivo a tareas de mantenimiento. Esto sucede principalmente porque una falla cualquiera puede redundar en pérdidas económicas de consideración, por lo que es preferible asumir costos de personal dedicado especialmente a esa tarea. Para ayudar al cumplimiento de estos objetivos también puede disponerse de software especializado que ayuda a los técnicos a cumplir con sus tareas en lo que respecta a conservación. A este nivel de criticidad, el procedimiento suele seguir pautas claras y precisas que suelen mejorarse con el paso del tiempo a efectos de evitar dejar circunstancias libradas al azar.

**Mantenimiento preventivo.**\_ El Mantenimiento Preventivo en Instalaciones de Alumbrado Público consiste en la revisión periódica de todos y cada uno de los elementos de la Instalación, efectuando las tareas necesarias para evitar averías y/o fallos de la misma. Para tal fin existe un Inventario pormenorizado de elementos a mantener (número de puntos de luz, tipo y ubicación de los mismos, sistemas de control, cuadros eléctricos, planos, etc.) y de un Plan de Mantenimiento.

La finalidad del mantenimiento preventivo es encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas. El mantenimiento preventivo puede ser definido como una lista completa de actividades, todas ellas realizadas por; usuarios, operadores, y mantenimiento.

Para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, edificios. Máquinas, equipos, vehículos, etc. Antes de empezar a mencionar los pasos requeridos para establecer

un programa de mantenimiento preventivo, es importante analizar sus componentes para que comencemos con una base de referencia común.

Se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes. Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos.

Es importante trazar la estructura del diseño incluyendo en ello las componentes de Conservación, Confiabilidad, Mantenibilidad, y un plan que fortalezca la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos y empleados sin importar su localización geográfica, ubicando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento.

**Mantenimiento correctivo.**\_ El Mantenimiento Correctivo en Instalaciones de Alumbrado Público consiste en la reparación de todas las averías e incidencias del Sistema Eléctrico, como cambio de conductores eléctricos, de lámparas, etc. El mantenimiento correctivo se hace cuando ocurre una falla, se inspecciona y verifica el incidente reportado, se busca la falla y se rectifica. Se documenta y reporta que el trabajo ha sido terminado. Parece ser la técnica más económica en cuanto a mano de obra y materiales, pero puede ser la más cara bajo consideraciones como: Seguridad industrial, costos de capital, confiabilidad del equipo, multas por discontinuar el servicio o la producción, costo de personal de reparación en espera e inventarios.

Para el desarrollo organizado del mantenimiento correctivo deberá contarse con las órdenes de trabajo (OT's), que permitirán ordenar la secuencia de actividades, cargas de trabajo, control de trabajos, repuestos y la gestión. El Mantenimiento Correctivo programado o de emergencia, genera una solicitud de mantenimiento y dependiendo de la importancia de la avería generará la priorización y su programación en la Orden de Trabajo con su requisición de recursos financieros, materiales y humanos. El diseño de una orden de trabajo de mantenimiento deberá

contener las actividades a desarrollar, las necesidades de recursos e información sobre su cumplimiento (Hora de inicio y hora de término) y pueda al mismo tiempo servir para informar de su cumplimiento.

**Mantenimiento predictivo.**\_ En el mantenimiento predictivo se verifica que las lámparas se encuentren en buen estado y que estén funcional y si es así dar una orden que si se necesita invertir en las lámparas o simplemente no hacer la inversión porque se encuentran en buen estado.

El diagnóstico predictivo de maquinaria se desarrolla en la industria en la década que va desde mediados de los ochenta a mediados de los noventa del siglo XX. Actualmente, las filosofías predictivas se aplican en la maquinaria crítica en aquellas plantas que cuentan con una gestión optimizada de sus activos (RCM, ISO 55001, RBM..). El mantenimiento basado en la condición optimiza al mantenimiento preventivo de manera que determina el momento preciso para cada intervención técnica de mantenimiento en los activos industriales.

El mantenimiento predictivo es un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición operativa de los equipos productivos. Su misión principal es optimizar la fiabilidad y disponibilidad de equipos al mínimo costo.

Mantenimiento Predictivo es la aplicación racional de tecnologías de punta con el objetivo de identificar y monitorear las fallas, para planificar en forma conveniente su reparación, minimizando las pérdidas en la producción por parada de la máquina. Los principales éxitos de Mantenimiento Predictivo en la gran mayoría de plantas industriales, han sido los significativos ahorros que ha logrado, al evitar paradas de planta por fallas imprevistas en las máquinas principales de las líneas de producción, luego su área de responsabilidad se ha extendido a los demás equipos de la planta industrial, eliminándose paulatinamente el Mantenimiento Preventivo en la mayoría de los equipos rotativos y ejecutándose los mantenimientos.

**Voltajes.**\_ El voltaje es el con el que se alimentara las lámparas de alumbrado públicos, ya sea en dos niveles en 220 V o 110 V de corriente alterna. Cuando dos

puntos que tienen una diferencia de potencial son unidos a través de un conductor, se produce un flujo de corriente eléctrica. Parte de la carga que crea el punto de mayor potencial se traslada mediante el conductor al punto de menor potencial; en ausencia de una fuente externa (un generador), la corriente cesa cuando ambos puntos igualen su potencial eléctrico. Este traslado de cargas lo que se conoce como corriente eléctrica.

En México puede utilizar sus aparatos eléctricos, siempre que el voltaje de su país sea de entre 110V y 127 V (así como en USA, Canadá y la mayoría de los países de América del Sur). Fabricantes tienen en cuenta diferencias del 5%. Tener en cuenta que traer aparatos de Japón (100 V). Si en el país que estamos el voltaje se encuentra entre 220 V – 240 V (España, Reino Unido, Australia y la mayoría de los países de Asia y África), entonces necesitará un conversor, o transformador de tensión en México. Para estar seguro, compruebe la etiqueta de su aparato eléctrico. Si en 'INPUT' se especifica: 100-240 V, 50/60 Hz',

**Lámparas fundidas.**\_ Lámparas fundidas son todas aquellas que ya no enciende por el tiempo de vida o por las variaciones de voltajes que tienen las líneas de baja tensión de cada transformador, o por la caída de tensión que se provoca por las distancias, estas lámparas son recogidas para así llevarse a un reciclaje para contribuir con el medio ambiente.

**Líneas de baja tensión.**\_ Las líneas de baja tensión son aquellas que distribuyen la energía eléctrica con una tensión asignada de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro, es decir, baja tensión o 220 V entre fases y 127 V entre fase y neutro. Estas líneas salen del Centro de Transformación para distribuir la energía a los consumos en baja tensión. Existen básicamente dos formas de distribución: Redes aéreas y Redes subterráneas.

Independientemente del sistema de instalación elegido, se tiene que garantizar la seguridad de las personas, animales y objetos que estén relacionados con este tipo de instalación.

Las líneas subterráneas de baja tensión, son como dice su propio nombre líneas que discurrirán enterradas en nuestras calles.

Este tipo de instalación es muy usado en las ciudades, ya que aparte de ser un sistema de instalación bastante seguro para las personas y los animales, no afectan a la estética de la población ni de los edificios.

En las líneas subterráneas es muy importante garantizar las distancias de seguridad mínimas entre el resto de servicios que se encuentran en las calles, en especial con el alcantarillado y la red de distribución de agua potable. Además de las distancias con los servicios, hay que garantizar una correcta instalación y una cobertura de los conductores suficientemente gruesa como para que no le afecte la circulación de tráfico rodado por encima o del paso de los peatones. Para ello existen unas zanjas tipo con unas dimensiones determinadas según si se instalan en acera o en calzada.

Estas líneas discurren por encima de la rasante del suelo y se pueden diferenciar básicamente dos tipos de líneas aéreas de baja tensión: posadas sobre fachada y líneas aéreas. La principal diferencia entre ambas es que en las líneas posadas sobre fachada, el conductor siempre está sujeto a la fachada de los edificios, mientras que en las líneas aéreas los conductores están apoyados sobre postes.

En ambos casos es muy importante garantizar la distancia mínima entre el conductor y el suelo, de forma que no se puedan producir incidentes con vehículos, ni riesgos de electrocución por alcance de los viandantes. En el caso de las líneas posadas sobre fachada tienen un riesgo adicional, los huecos en los edificios (ventanas, balcones y puertas). Estos huecos permiten que la gente pueda acercarse a los conductores con relativa facilidad, por lo que resulta de especial importancia garantizar unas distancias mínimas entre los conductores y estos elementos arquitectónicos.

**Cabezal completo.**\_ El cabezal de un alumbrado público, es la parte principal que sujeta todo las partes que conforman el funcionamiento de cada lámpara , tiene un

brazo que está diseñado para que la luz enfoque en el punto deseado y así no se desperdicie la luz emitida por la lámpara.

**Conductores eléctricos.**\_ Los conductores de electricidad son materiales, cuerpos capaces de conducir o transmitir electricidad, generalmente en forma de hilo sólido o cable, por tener un coeficiente de resistividad muy pequeño. Estos pueden ser alambre, aquellos de una sola hebra, o un cable formado por varias hebras. Los conductores más utilizados normalmente son de cobre o aluminio. En este caso para poder conectar las lámparas del alumbrado público.

Cuando hablamos de ellos nos hacemos referencia a materiales, cuerpos capaces de conducir o transmitir electricidad, generalmente en forma de hilo sólido o cable, por tener un coeficiente de resistividad muy pequeño. Estos pueden ser alambre, aquellos de una sola hebra, o un cable formado por varias hebras. Los conductores más utilizados normalmente son de cobre o aluminio.

Aunque ambos cuentan con características de conductividad eléctrica muy buena, el cobre se caracteriza como el elemento principal en la fabricación de conductores, ya que cuenta con notables ventajas mecánicas (resistencia al desgaste y maleabilidad) y eléctricas (capacidad para transportar electricidad).

Según su capacidad de transporte de corriente, capacidad de soportar cortocircuitos, resistencia mecánica y condiciones ambientales en las que opera, los conductores eléctricos pueden clasificarse en desnudos o aislados. Conductores de cobre desnudos Pueden ser alambres o cables y se utilizan para líneas aéreas de redes urbanas y suburbanas; tendidos aéreos de alta tensión a la intemperie; líneas aéreas de contacto para ferrocarriles, entre otras cosas.

Conductores de cobre con aislamiento Alambres y cables utilizados para tendidos eléctricos bajo el agua, cable submarino, y en barcos, conductores navales; líneas aéreas de distribución y poder, empalmes, etc.; tendidos directamente bajo tierra, bandejas o ductos; control y comando de circuitos eléctricos, etc.

**Conectores cilíndricos ALUM-CU.**\_ Los conectores cilíndricos que se utilizan para el alumbrado público tiene como función evitar la sulfatación en los cables, el conector es un bimetálico que se poncha con una pinza ponchadora mecánica o hidráulica, y así tener una buena conductividad, la medidas de los conectores hay variedades en este caso el, más comercial es para el calibre 6-8.

## **2. FUNDAMENTO TEORICO**

### **2.1 Iluminación**

La iluminación es un componente esencial en cualquier tipo de ambiente, que hace posible la visión del entorno y además al interactuar con los objetos y el sistema visual de los usuarios, puede modificar la apariencia del espacio, influir sobre su estética y ambientación, también puede afectar el rendimiento visual, el estado de ánimo y la motivación de las personas dependiendo del nivel y la calidad de la iluminación percibida.

La comodidad de un sistema de alumbrado exterior dependerá del patrón de luminancia, de su uniformidad y del nivel de iluminación. Para la iluminación de espacios exteriores tales como una carretera, una población, una fuente, monumento, fachada o demás espacios donde se requiere una alta intensidad de luz se emplea un conjunto de elementos tales como luminarias con bombillas HID (descarga de alta intensidad) de diferente tamaño o potencia, o proyectores; dichas lámparas son de alta eficiencia energética y gran fiabilidad durante periodos de tiempo prolongados, brinda gran comodidad visual, gran rapidez de percepción y mejora la agudeza visual.

Para mantener los niveles de iluminación requeridos y garantizar el buen funcionamiento de las luminarias, proyectores y demás instalaciones necesarias para el funcionamiento correcto de las lámparas de descarga de alta intensidad, se deben establecer protocolos de mantenimiento correctivo y preventivo para optimizar el funcionamiento de las lámparas de descarga de alta intensidad.

### **2.1.1 Lámpara HID**

En las lámparas de descarga de alta intensidad, la luz se produce estableciendo una corriente eléctrica entre dos electrodos situados en un tubo lleno de gas o vapor ionizado. En el interior del tubo, se producen descargas eléctricas como consecuencia de la diferencia de potencial entre los electrodos. Estas descargas provocan un flujo de electrones que atraviesa el gas.

Para que las lámparas de descarga funcionen correctamente es necesario, en la mayoría de los casos, la presencia de elementos auxiliares como arrancadores y balastos. Los arrancadores son dispositivos que suministran un breve pico de tensión entre los electrodos del tubo, necesario para iniciar la descarga y vencer así la resistencia inicial del gas a la corriente eléctrica. Tras el encendido, continua un periodo transitorio durante el cual el gas se estabiliza y que se caracteriza por un consumo de potencia superior al nominal.

Los balastos son dispositivos que sirven para limitar la corriente que atraviesa la lámpara y evitar así un exceso de electrones circulando por el gas que aumentaría el valor de la corriente hasta producir la destrucción de la lámpara.

Las modernas lámparas de descarga de alta intensidad tienen un principio de funcionamiento completamente distinto a las lámparas tradicionales, se destacan por su gran economía en el funcionamiento gracias a que proporcionan un excelente rendimiento luminoso y larga duración para cubrir una gran variedad de necesidades de iluminación exterior.

### **2.1.2 Luminaria**

La luminaria es un artefacto diseñado para difundir y dirigir los rayos originados en una fuente de luz hacia un punto que se quiera resaltar o hacia una superficie de trabajo, de tal forma que su uso sea técnicamente eficiente y económico, así como agradable y seguro para la vista de los usuarios. Los elementos que conforman la luminaria se muestran a continuación.



## 2.1.2.1 Clasificaciones de las luminarias

### 2.1.2.1.1 Reflectores

También conocidas como luminarias direccionales, son destinados a la iluminación de grandes áreas o espacios exteriores o para iluminar desde largas distancias, como sucede con las canchas deportivas, los parqueaderos descubiertos o los intercambios viales. *fig.3*



*Fig. 3. Reflector*

Un reflector es una luminaria que concentra la luz en un determinado ángulo sólido mediante un sistema óptico (espejos o lentes), para conseguir una intensidad luminosa elevada en dicha zona. Las lámparas empleadas son de diferentes potencias dependiendo el uso que se le vaya dar.

El reflector está formado por un cuerpo de aleación de aluminio inyectado y un protector de vidrio templado. El vidrio está fijado mecánicamente en una ranura de manera que se pueda reemplazar fácilmente. El cuerpo comprende un reflector de aluminio brillantado y anodizado al igual que la placa de elementos auxiliares eléctricos, la ubicación de los elementos eléctricos puede variar dependiendo el tipo de reflector. El vidrio protector se abre moviendo las palancas de cierre o tornillos para acceder a la lámpara.

### 2.1.2.2 Alumbrado publico

Es el tipo de luminaria más utilizada en los diferentes sistemas de alumbrado público. Esta luminaria debe cumplir con una serie de requisitos importantes, no solo desde la economía en la inversión inicial, sino en lo referente a su eficiencia, hermeticidad, durabilidad de los componentes y facilidad para el mantenimiento.

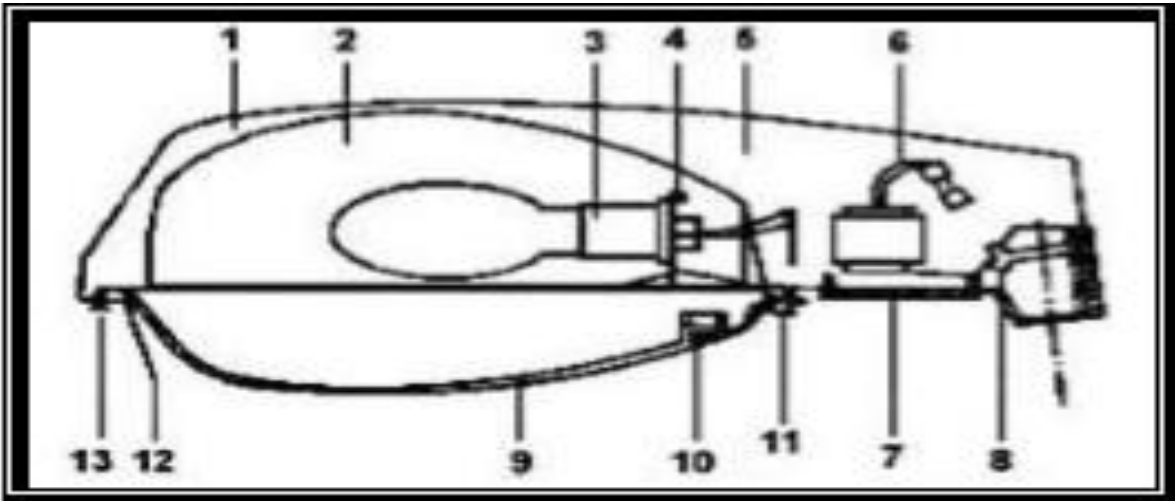


Fig. 4. Estructura del alumbrado publico

- 1) Cubierta de lámina de acero o material plástico.
- 2) Grupo óptico en aluminio abrigantado (reflector).
- 3) Portalámparas.
- 4) Soporte de portalámparas.
- 5) Espacio para alojar los aparatos eléctricos auxiliares.
- 6) Cable para conexión a la línea de alimentación (acometida).
- 7) Lamina de acero para conexión a tierra cuando sea necesario.
- 8) Tornillo para la fijación de poste soporte de la luminaria.
- 9) Tapa de vidrio o material plástico (refractor).
- 10) Filtro para evitar el paso de partículas contaminantes.
- 11) Medio de fijación de la tapa.
- 12) Fijación.
- 13) Bloqueo de la tapa.

### **2.1.2.3 Decorativas para exteriores**

Las luminarias para decoración de exteriores, son muy utilizadas para zonas verdes, alrededores de piscinas, plazuelas, patios y parqueaderos descubiertos, por lo cual deben garantizar resistencia a la intemperie y al vandalismo. Según la aplicación, existen diferentes formas, tamaños, colores, para satisfacer las necesidades de iluminación, para lo cual debe seleccionarse el tipo de luz y potencia a utilizar más adecuada



*Fig. 5. Lámpara para exterior*

## **2.2 Elementos auxiliares de las lámparas HID**

Los elementos auxiliares de las lámparas HID (descarga de alta intensidad) son aquellos componentes necesarios para el funcionamiento correcto de dichas lámparas, al momento de conectar estos elementos es indispensable verificar su compatibilidad para lograr el máximo desempeño de la bombilla, a continuación se describe el funcionamiento de cada uno de los elementos eléctricos auxiliares.

### **2.2.1 Arrancador**

Es un elemento electrónico o electromecánico capaz de producir por sí mismo o en conjunto con el balastro un impulso de tensión de cierta duración y repetición, necesario para iniciar la descarga eléctrica en las bombillas de sodio de alta presión y halogenuros metálicos.



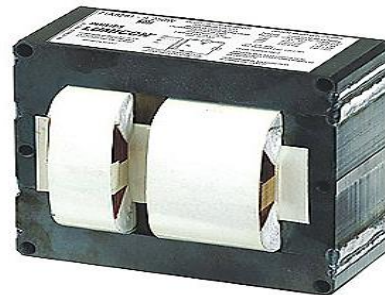
*Fig. 6. Arrancadores*

### **2.2.2 Balastro**

Las bombillas de alta intensidad de descarga poseen características de resistencia negativa por lo tanto deben operar en forma conjunta con un dispositivo limitador de corriente o balastro para mantener la corriente que circula por la bombilla dentro de ciertos valores que garanticen su funcionamiento adecuado y duradero.

Este elemento auxiliar cumple con las siguientes características para que la lámpara opere en óptimas condiciones:

- 1.- Proveer una tensión controlada para el arranque o precalentamiento de los electrodos de la lámpara.
- 2.- Suministrarla tensión y corriente controlada tanto para iniciar el arco entre los electrodos de la lámpara como para su funcionamiento correcto.
- 3.- Controlar y limitar los valores de tensión y corriente en sus valores adecuados para conservar el buen funcionamiento de la lámpara.



*Fig. 7. Balastro 220/110 V*

### 2.2.3 Condensador

Es un dispositivo compuesto por dos materiales conductores llamados placas, paralelos entre sí, separados por un material aislante, cuya propiedad, fenómeno llamado capacitancia, es la de almacenar energía eléctrica después de conectar las placas a una fuente de energía. Su función en el caso de las luminarias, es mejorar el factor de potencia en balastro reactor y ayuda a regular la potencia en balastos CWA (autotransformador de potencia constante). *Fig. 8.*



*Fig. 8. Condensador*

## 2.3 Conexión y clasificación de los elementos eléctricos de la luminaria

### 2.3.1 Balastro

Las bombillas de alta intensidad de descarga, se deben usar con un dispositivo auxiliar llamado balastro, el cual cumple la función de generar el arco eléctrico que requiere la bombilla durante el proceso de encendido y mantenerlo posteriormente, limitando también la intensidad de corriente que fluye por el circuito del tubo para que puedan funcionar correctamente.

Los balastos electromagnéticos más utilizados para bombillas de sodio de alta presión y halogenuros metálicos son:

- 1.- Reactor serie o Reactor.
- 2.- Autotransformador de potencia constante (CWA).

### 2.3.1.1 Balastro reactor

Este tipo de balastro se compone esencialmente de una bobina de alambre, devanadas sobre un núcleo de hierro laminado que conforma el circuito magnético, su conexión es en serie con la bombilla y se adiciona un condensador (tipo seco normalmente) a través de la línea, en paralelo con el conjunto lámpara balastro para corregir el factor de potencia del sistema, este puede ser corregido a más del 90%. La función principal de este tipo de balastro es limitar la corriente que alimenta a la lámpara. Estos balastos son relativamente pequeños, livianos y de bajas pérdidas, tiene un factor de cresta bajo que hace que las bombillas prolonguen su vida útil. La corriente de arranque es alta, proporcionando un calentamiento rápido a la bombilla, la cual suministra el flujo luminoso normal en poco tiempo.



Fig. 9. Balastro reactor

### 2.3.1.2 Balastro autorregulado CWA

Este tipo de balastro se compone de dos bobinas de alambre, devanadas sobre dos ramales diferentes de un núcleo de hierro laminado que conforma el circuito magnético, su conexión es en paralelo con la red y en serie con la bombilla e incorpora un capacitor en serie con la inductancia, para lograr los efectos de regulación de potencia requeridos. El balastro CWA está formado por un autotransformador elevador de alta

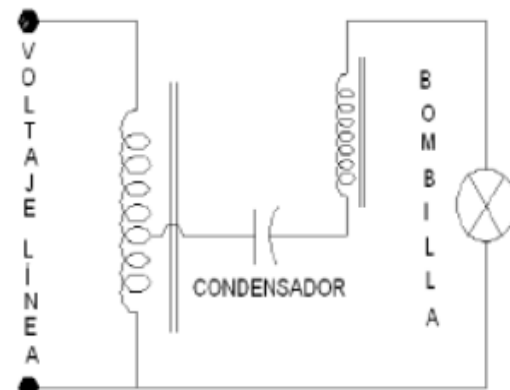


Fig. 10. Diagrama de balastro autorregulado

Resistencia de dispersión. Con un capacitor en serie con lámpara. El uso del capacitor permite a la lámpara operar con mejor estabilidad frente a las variaciones

de la línea. La tensión a circuito abierto es la mínima necesaria para encender la lámpara. El factor de potencia es 0.9. Sus características de regulación son superiores a las del reactor, ya que una fluctuación del 10% de voltaje origina una variación en la potencia de lámpara del 15%. Este balastro admite una caída de tensión sin apagarse del 20 al 40% manteniendo su potencia regulada.

Su función principal es limitar la corriente de arranque y de operación de la bombilla, estableciendo los parámetros de funcionamiento de tensión y potencia.

En el balastro autotransformador de potencia constante, el primario está compuesto por una sola bobina que va conectada a la tensión de línea y de una derivación de la bobina primaria que va conectada a la bobina secundaria a través de un condensador en serie estas dos últimas partes forman el circuito regulador como se observa en la figura anterior.

### **2.3.2 Parámetros eléctricos a analizar en los balastros**

#### **2.3.2.1 Regulación de potencia**

Los balastros para bombillas de sodio alta presión y halogenuros metálicos deben cumplir los siguientes rangos de regulación de potencia:

1.- Los balastros tipo reactor deben garantizar que variaciones de tensión de entrada entre  $\pm 5\%$ , genere como máximo una variación de 12% en la potencia nominal suministrada a la bombilla de sodio y máximo 15% para lámparas de metal halide.

2.- Los balastros tipo CWA (autotransformador de potencia constante) deben garantizar que variaciones de tensión de entrada entre  $\pm 10\%$ , genere como máximo una variación de 5% en la potencia nominal suministrada a la bombilla.

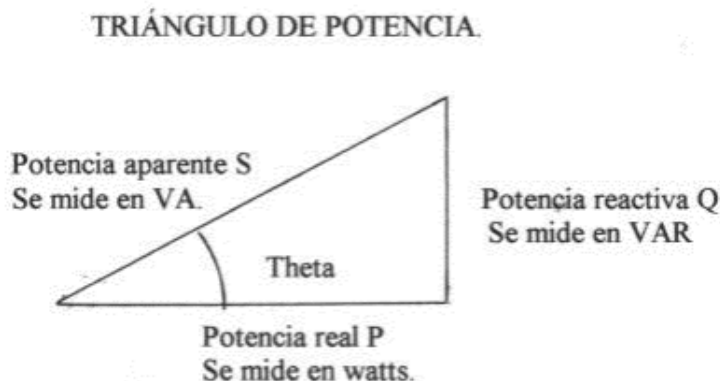
3.- Los balastros tipo CWA (autotransformador de potencia constante) para bombillas de sodio solo se podrán usar cuando las variaciones de tensión de la red de alimentación superen los valores de operación para el balastro tipo reactor la cual está definida en 5% de la tensión nominal.

### 2.3.2.2 Factor de potencia

El balastro reactor posee un factor de potencia bajo (aproximadamente de 0.5), sólo contiene un inductor que se conecta en serie con la lámpara. El mismo se emplea cuando la tensión de línea supera el valor de la tensión de encendido de la lámpara, y dado que sus características de regulación son pobres, no se recomienda para instalaciones con variaciones de tensión pronunciadas.

El balastro CWA (autotransformador de potencia constante) posee un alto factor de potencia, consta de un inductor que se conecta en serie con la lámpara y un capacitor en paralelo con la red, que no afecta la operación de la lámpara. En consecuencia también se usa cuando la tensión de línea es mayor que el valor de la tensión de encendido, y posee gran capacidad de regulación.

El "triángulo de potencias" de la *fig. 11* muestra las relaciones entre las potencias activa (P), reactiva (Q) y aparente (S).



Donde la potencia aparente es igual a la raíz cuadrada de la suma del cuadrado de la potencia activa más el cuadrado de la potencia reactiva.

*Fig. 11. Triangulo de potencia*

$$S = (P^2 + Q^2)^{0.5} \quad (1)$$

Al cociente adimensional de dividir la potencia real en Watts o Kilowatts, abreviado KW, entre la potencia aparente en volt-amperes, Kilo Volt-Amperes o KVA se le llama factor de potencia, o simplemente FP.

$$FP = KW / KVA \quad (2)$$



O también, con las relaciones de potencia expresadas

$$FP = P / S \quad (3)$$

Nombrando  $\varphi$  al ángulo que forman el fasor voltaje con el fasor corriente, también se define al factor de potencia como:

$$FP = \cos (\varphi) \quad (4)$$

En Norteamérica le decimos Factor de Potencia, en otros países le conocen como Coseno ( $\varphi$ ). Como la magnitud de la potencia real siempre es menor o igual que la magnitud de la potencia aparente, entonces el factor de potencia siempre es un número menor o igual que la unidad. Por lo tanto, un circuito con la tensión y la corriente en fase, tiene un factor de potencia de uno, con la potencia real máxima, lo cual es lo óptimo. Entonces, la potencia real de un circuito es igual a la potencia aparente multiplicada por el factor de potencia. En un circuito monofásico, esto es:

$$\text{Potencia real} = (\text{Potencia aparente}) \times (\text{factor de potencia}) = (\text{KW})$$

$$(FP) = (\text{Volts medidos}) \times (\text{amperes medidos}) \times (\text{factor de potencia}). = V * I * FP.$$

$$P = V * I * \cos (\varphi) \quad (5)$$

Como  $\varphi$  es el coseno del ángulo de desfase entre las ondas sinusoidales de corriente y de voltaje, es necesario definirlo cuando la corriente se atrasa, que simbolizamos (-), o cuando se adelanta, (+). Y, en un circuito trifásico, es:

$$P = \sqrt{3} V * I * \cos (\varphi) \quad (6)$$

### **2.3.2.3 Potencias**

En los balastos para bombillas de sodio y metal halide, también deben analizarse las diferentes potencias:

- 1.- Potencia de entrada.
- 2.-Potencia útil.
- 3.-Perdidas de potencia.

Cada bombilla sea para luz de sodio o metal halide viene diseñada para una potencia determinada en Watts (W), y el balasto se debe diseñar de forma tal que garantice una potencia útil a la bombilla de por lo menos el 92.5% de la potencia nominal de esta cuando se tiene el voltaje nominal y así lograr un flujo luminoso adecuado de dicha lámpara. Lo anterior, se debe complementar garantizando unas pérdidas bajas de potencia en el balastro, es decir, con una potencia de entrada adecuada, ya que no se obtiene ningún beneficio cuando se entrega a la bombilla una buena potencia útil, pero a costa de altas perdidas y de una potencia de entrada elevada que se va traducir en el tiempo, en elevados costos por consumo de energía.

#### **2.3.2.4 Temperatura máxima de operación**

Es la temperatura máxima a la que puede estar sometido el arrollamiento, teniendo en cuenta su propio calentamiento como el de su entorno, de tal forma que si no se supera dicha temperatura, la vida de la reactancia, funcionando en condiciones normales, debería ser de un mínimo de 10 años (según la norma).

#### **2.3.2.5 Factor cresta**

El factor de cresta es la relación que existe entre el valor pico y el valor eficaz de la onda de corriente de la bombilla, es la característica del balastro más estrechamente relacionada con la duración de la bombilla.

El factor de cresta en bombillas de alta intensidad de descarga como las bombillas de sodio y metal halide, el valor permitido por las normas de fabricación debe ser menor a 1.8

De la correcta instalación de los diferentes tipos de balastro depende el buen funcionamiento de la lámpara, para su buen funcionamiento se recomienda seguir las instrucciones y el diagrama de conexiones que está en las etiquetas del balastro, además se debe tener especial cuidado con los siguientes aspectos:

- 1.- Temperatura ambiente del sitio donde se va instalar.
- 2.- Voltaje de alimentación al balastro.
- 3.- Potencia de entrada.

- 4.-Potencia útil.
- 5.- Perdidas.
- 6.- Rendimiento.
- 7.- Conexión a tierra.
- 8.- Montaje mecánico del balastro.
- 9.- Factor de balastro.
- 10.- Factor de potencia.
- 11.- Distorsión armónica de corriente.

El factor de cresta, FC, de una señal de voltaje o corriente repetitiva como el cociente entre el nivel del pico máximo y su valor eficaz durante un tiempo predeterminado Este factor es adimensional pero para fines prácticos se manifiesta como un voltaje de CD y se estila graficar en el tiempo para poder observar su tendencia, es decir, si aumenta o disminuye y con qué tasa lo hace indica que algo imprevisto está sucediendo entre las señales, lo que facilita el diagnóstico temprano de algún síntoma y manifiesta que sí es necesario utilizar instrumentos de diagnóstico más especializado, como los que se utilizan en el dominio de la frecuencia

El FC se define como:

$$FC = \frac{V_p}{V_{ef}} \quad \text{para } 0 < t \leq t_0$$

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int (V_e(t) * V_e(t)) dt}$$

Donde

$t_0$  = tiempo de evaluación (segundos)

T = periodo de evaluación (segundos)

$V_e(t)$  = voltaje de la señal de entrada en CA (voltios)

$V_p$  = voltaje del pico máximo de la señal en CD (voltios)

$V_{ef}$  = voltaje del valor eficaz de la señal en CD (voltios)

### **2.3.3 Clasificación de los balastos**

#### **2.3.3.1 Clasificación según su instalación**

Los balastos se clasifican según su tipo de instalación, como se describe a continuación.

1.- Integrados: Balastro destinado a ser instalado dentro de una luminaria o recinto similar, no debe ser instalado fuera de la luminaria.

2.-Independientes: Aquellos que pueden ser instalados separados de la luminaria. Para ello llevarán un tratamiento superficial especial para soportar las condiciones de intemperie y un grado de protección adecuado al lugar donde se instalen. Normalmente son balastos que van encapsulados en resina dentro de una envolvente adecuada.

3.-Incorporados: Es aquél que constituye un elemento no reemplazable de la luminaria.

#### **2.3.3.2 Clasificación según su funcionamiento**

Los balastos se clasifican según su funcionamiento en dos grupos, como se describe a continuación.

1.- Balastro electromagnético: Los balastos electromagnéticos están compuestos por un gran número de bobinas de cobre sobre un núcleo de hierro laminado. Cuando por el arrollamiento pasa una corriente, se crea una tensión opuesta a la causa que la produce, la tensión de red. En las lámparas de descarga, para una tensión fija, la corriente tiende a crecer indefinidamente y por lo tanto en el balastro tenderá a crecer también la tensión opuesta a la de red, llegándose al final a un

equilibrio con la lámpara hasta que queda fija su tensión e intensidad (estabilización). Este equilibrio se podrá romper con variaciones en la excitación (tensión de red). Así, para cada tensión de red se necesita un balastro diferente.

2.-Balastro electrónico: Los balastos electrónicos tienen un principio de funcionamiento, en cuanto a su labor de limitación de corriente, idéntico a los electromagnéticos. Al aumentar mucho la frecuencia, para una cierta tensión en el balastro y una intensidad de lámpara, la inductancia será mucho más pequeña y por lo tanto las dimensiones de la reactancia y sus pérdidas también lo serán. Los balastos electrónicos constan de un circuito que convierte la tensión de red en una señal de alta frecuencia (alrededor de 40 KHz.) que se aplica a un balastro electromagnético muy pequeño. Además incorporan circuitos para la compensación de potencia y para el encendido de las lámparas HID (descarga de alta intensidad). Los balastos electrónicos en comparación con los electromagnéticos presentan ventajas como menores pérdidas, pueden aumentar la vida útil de la lámpara, poseen encendido instantáneo, alto factor de potencia y filtros de entrada que limitan y mantienen el nivel de armónicos.

### **2.3.4 Conexión de los balastos**

Las conexiones de los balastos van a variar de acuerdo al tipo de balastro que se requiera.



*Fig. 12. Tipos de balastos*

#### **2.3.4.1 Balastro reactor**

La conexión del balastro reactor, este va conectado en serie con la bombilla, la tensión mínima a la cual debe ser conectado este tipo de balastro debe ser aproximado a 1.5 o más veces la tensión nominal de operación de la bombilla, se adiciona un capacitor en paralelo con el conjunto balastro bombilla para corregir el factor de potencia.

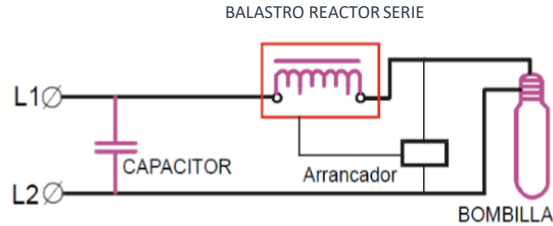


Fig. 13. Diagrama del balastro reactor

### 2.3.4.2 Balastro CWA

En la *fig. 15* se observa la conexión del balastro autotransformador de potencia constante, Este tipo de balastro se compone de dos bobinas de alambre, devanadas sobre dos ramales diferentes de un núcleo de hierro laminado que conforma el circuito magnético, su

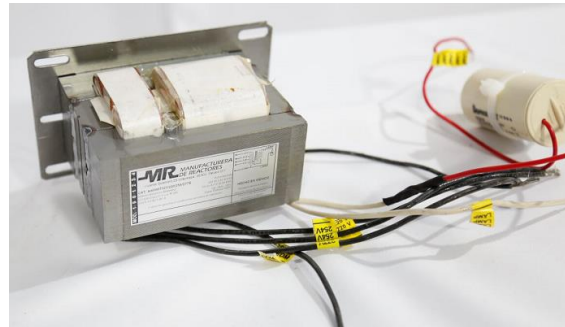


Fig. 14. Balastro CWA

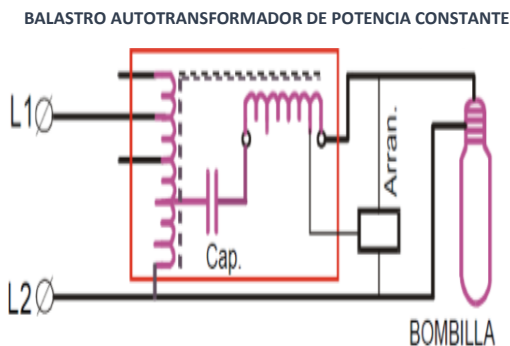


Fig. 15. Diagrama del balastro CWA

conexión es en paralelo con la red y en serie con la bombilla, la tensión mínima para la cual se pueden usar este tipo de balastos no está limitada por la tensión de operación de la bombilla, incorpora un capacitor en serie con la inductancia, para lograr los efectos de regulación requeridos.

Los balastro tipo reactor y los balastos CWA (autotransformador de potencia constante) poseen ventajas y desventajas en su funcionamiento como se muestra en la siguiente tabla.

Ventajas y desventajas de los tipos de balastos electromagnéticos

| TIPO DE BALASTROS | VENTAJAS   | DESVENTAJAS  |
|-------------------|--|--|
| REACTOR           | Bajo costo Liviano y pequeño Bajas pérdidas eléctricas   | Bajo factor de potencia. Regulación (5% V / 12% W). Corriente de operación alta. Corriente de arranque mayor. Bajo grado de protección, no aísla la carga de la entrada                        |
| CWA               | Regulación (10% V / 5% W) Alto factor de potencia (90%) Altos voltajes de arranque y reencendido (halogenuros metálicos) Corriente de operación baja Corriente de arranque menor | Alto costo inicial (160%). Altas pérdidas eléctricas ( $\pm 20\%$ Potencia nominal). Bajo grado de protección, no aísla la carga de la entrada. Condensador particular a cada balasto (marca). |

Tabla 1. Tipos de balastos

### 2.3.5 Diagrama de conexión de balastro

Al realizar la conexión del balastro se deben seguir las pautas que indica el diagrama de conexión de cada tipo de balastro, todos los balastos traen impreso

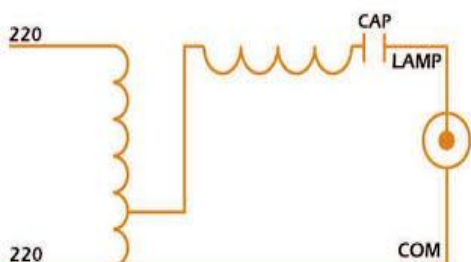


Fig. 16. Diagrama un balastro

su diagrama de conexión de tal forma que este no se borre fácilmente, este diagrama indica la correcta conexión del balastro con los demás componentes eléctricos de la luminaria. Como se muestra a continuación.

El diagrama de conexión del balastro es la guía principal para llevar a cabo la correcta interconexión de los elementos auxiliares de las lámparas de descarga, ya que dicho diagrama contiene la información específica de compatibilidad y conexión con los demás elementos auxiliares.

### 2.3.6 Arrancadores o ignitor

Las bombillas de sodio y metal halide necesitan tensiones de encendido muy elevadas que no pueden suministrar los balastos reactores por si solos, para esto es necesario un dispositivo adicional denominado arrancador que se encarga de

generar en asocio o no con el balastro un pulso de voltaje alto para poder encender la bombilla. Cabe destacar que las bombillas de Metal Halide de pulso bajo operando con balastro CWA (autotransformador de potencia constante) no requieren arrancador. Se debe tener un especial cuidado instalando el condensador especificado por el fabricante del balastro CWA para obtener un funcionamiento correcto de dichas bombillas. El arrancador debe ser un elemento que tenga las siguientes características básicas para garantizar el funcionamiento correcto de las lámparas HID (descarga de alta intensidad).

El impulso de alta tensión generado por el arrancador, ya sea por sí solo o en conjunto con el balastro, debe tener la energía necesaria (Altura, Ancho, Repetición) para garantizar un arranque rápido y confiable de la bombilla. La altura del pulso en KV, nunca debe ser superior al límite máximo especificado por el fabricante de la bombilla; esto con el fin de conservar la vida útil estimada de los electrodos, debe garantizar la no aparición de impulsos mientras la bombilla se encuentra en operación normal y el arrancador debe soportar la condición de bombilla Abierta (ausencia de ella o tubo de arco roto o desconectado) por largos periodos de tiempo. Bajo esta condición el arrancador no se autodestruirá por sobrecalentamiento o disminuirá su desempeño.

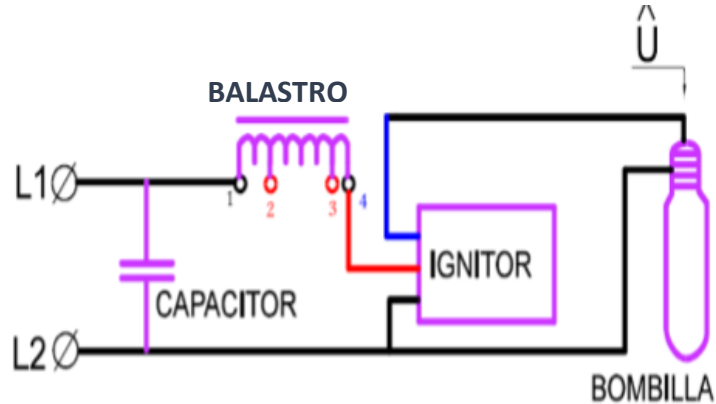
#### **2.3.6.1 Tipos de arrancadores y conexiones**

El uso de los diferentes tipos de arrancadores existentes está asociado con las características del pulso requerido para encender los diferentes tipos de bombillas de alta intensidad descarga, tipo de fabricación del balastro y la distancia que puede tener entre el sistema eléctrico de la luminaria y la bombilla.



### 2.3.6.1.1 Arrancador de superposición

Este tipo de arrancador produce el pulso de alta tensión por sí mismo; por lo tanto no requiere de una derivación especial en el balastro para cumplir con su función, Su conexión es en serie con la bombilla y debe hacerse lo más cerca de ella, teniendo presente el no



*Fig. 17. Diagrama de arrancador de superposición*

sobrepasar la corriente máxima que puede manejar internamente el arrancador, la altura de su pulso va desde 1.8 KV hasta 2.5 KV. Los arrancadores de superposición se montarán en el cuerpo de la luminaria en una placa de montaje mediante perno con tuerca. El espacio donde se coloca el arrancador de superposición debe ser separado del espacio donde se sitúa la lámpara. La conexión del arrancador de superposición al balastro y la lámpara se realiza según el esquema marcado sobre el cuerpo del arrancador de superposición. Durante el montaje del arrancador de superposición a la luminaria es necesario observar la fuerza máxima de apretado de la tuerca del AS al cuerpo. El importe máximo de apriete no debe superar 1,2 Nm. El arrancador de superposición AS debe ser utilizado solamente con un balastro y lámpara que corresponden al tipo y a la potencia del correspondiente AS. El tipo y la potencia de la lámpara para los cuales es conveniente el AS están marcados sobre su cuerpo.



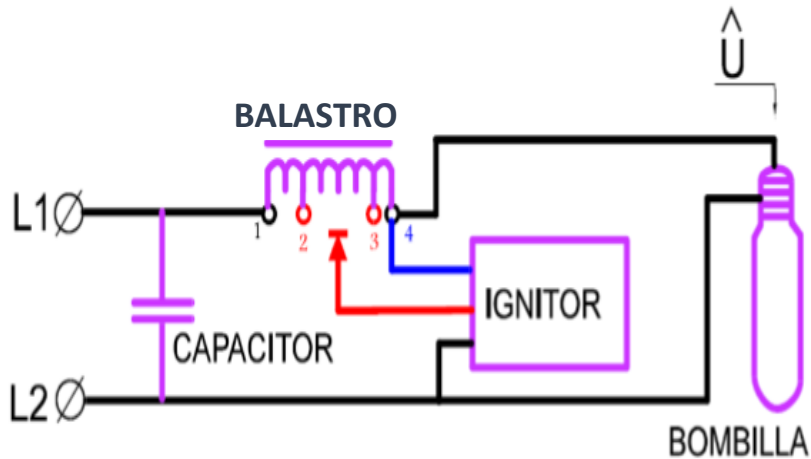


Fig. 20. Diagrama de arrancador impulsador

#### 2.3.6.1.4 Arrancador Incorporado

Este tipo de arrancador va incorporado dentro de la bombilla; por lo tanto, no requiere de una derivación especial en el balastro para cumplir con su función, el arrancador incorporado es de construcción electromecánica. La altura de su pulso va desde 10 KV hasta 60 KV.

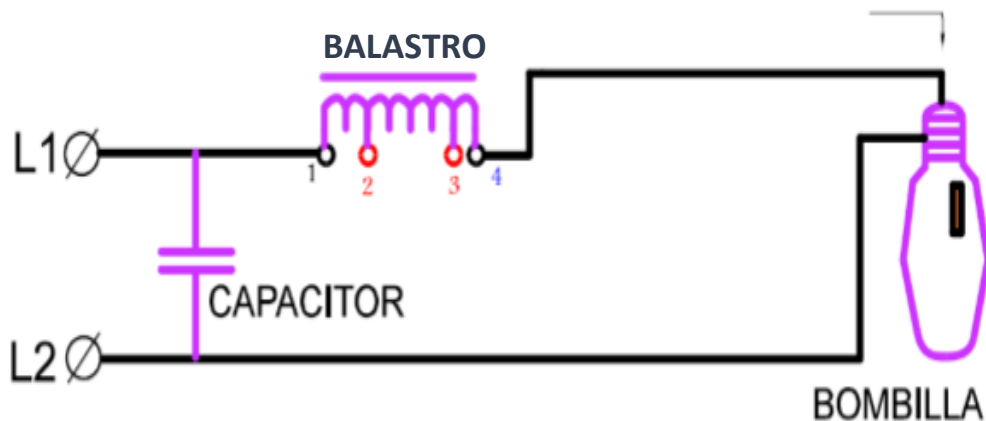


Fig. 21. Diagrama de arrancador incorporado

### 2.3.7 Clasificación de los arrancadores según su tipo de encendido

#### 2.3.7.1 Arrancadores de encendido en frío

Es el tipo de arrancador más generalizado en las instalaciones de alumbrado y proporciona una tensión de pico inferior a 5 KV. Esta tensión es suficiente para encender las lámparas partiendo del estado frío o bien tras un tiempo suficiente

(Hasta 15 minutos según el tipo y potencia de lámpara) después de su apagado de forma que disminuya su temperatura y, por consiguiente, la presión en el tubo de descarga, lo cual posibilita el reencendido de las lámparas con las tensiones suministradas por estos arrancadores.

#### **2.3.7.1.2 Arrancadores de encendido en caliente**

Son arrancadores capaces de encender la lámpara de descarga independientemente de la temperatura a la que ésta se encuentre. Este arrancador se caracteriza por suministrar tensiones de pico entre 12 KV y 65 KV. Su uso se restringe a casos muy especiales. Las lámparas, portalámparas, cableados y demás equipos asociados deben estar previstos para soportar los elevados picos de tensión de impulso.

### **2.3.8 Clasificación de los arrancadores según el sistema de instalación**

#### **2.3.8.1 Arrancadores no incorporados**

Son arrancadores previstos para ser instalados separadamente o en el exterior de la luminaria, sin ninguna cubierta adicional.

#### **2.3.8.2 Arrancadores incorporados**

Son arrancadores diseñados exclusivamente para ser instalados dentro de la luminaria, una caja o cubierta o similar.

#### **2.3.8.3 Arrancadores integrados**

Son arrancadores que constituyen una parte no reemplazable de la luminaria y no puede ser ensayado separadamente de la misma.

### **2.3.9 Diagrama de conexión de los arrancadores**

En el diagrama de conexión que trae impreso cada arrancador se describen los parámetros de funcionamiento de este, en el diagrama se especifican datos importantes como el tipo bombilla compatible y como debe ser conectado con los demás elementos eléctricos del circuito.

Al realizar la conexión del arrancador con los demás elementos auxiliares de la bombilla HID (descarga de alta intensidad) se debe observar e interpretar el

diagrama de conexión del arrancador, en conjunto con el diagrama del balastro y verificar su compatibilidad con los demás elementos auxiliares. Fig. 22.

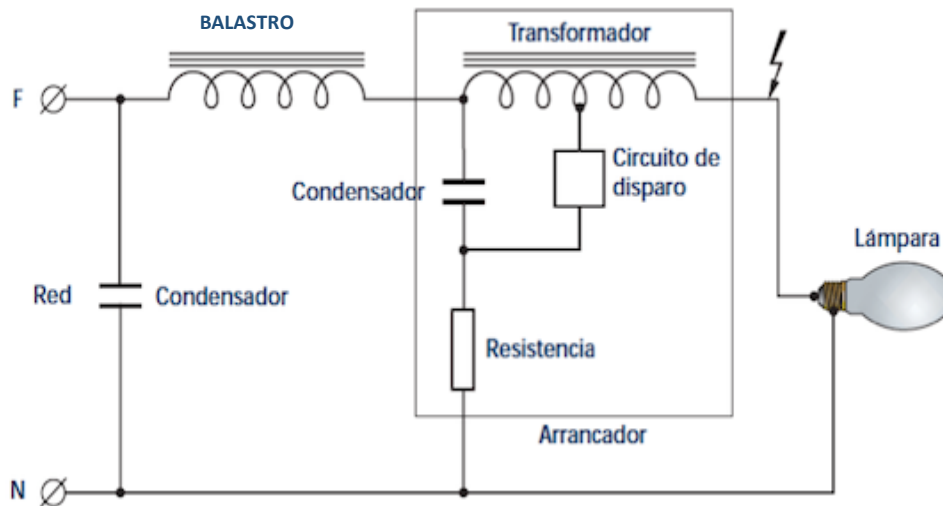


Fig. 22. Diagrama de conexión de los arrancadores

## 2.4 Condensador

El tipo de condensadores más frecuentes consiste en principio de dos placas conductoras paralelas y separadas por una pequeña distancia. Todo el campo del condensador está comprendido entre estas dos placas, y las cargas sobre estas placas están distribuidas uniformemente sobre sus superficies opuestas. Esta disposición se conoce como condensador de placas paralelas. La capacitancia del condensador a utilizar, depende de la fuente de iluminación y la potencia manejada por el respectivo balastro.

Los condensadores para corrección del Factor de Potencia en las luminarias que utilizan lámparas de alta intensidad de descarga, pueden ser:

### 2.4.1 Tipo seco

Actualmente, considerando aspectos de protección del medio ambiente y técnicos, se utilizan condensadores del tipo seco. Los tipo seco se fabrican con una película de polipropileno biaxialmente orientado que actúa como dieléctrico, sobre la cual se adhiere una capa muy fina de metal, mediante el proceso de evaporación en cámara de alto vacío.

La bobina es metalizada a fin de asegurar la conexión entre polos, y luego encapsulada en envase y resinas plásticas, para garantizar un total aislamiento de las condiciones ambientales que rodean al condensador, eliminando la necesidad de aterrizaje y facilitando las labores de mantenimiento.



*Fig. 23. Condensador tipo seco*

Una característica de estos condensadores es la auto-regeneración. El arco eléctrico que se genera en un área hueca o débil del dieléctrico, hace que el metal en ese punto se evapore, regenerando en esta forma la condición de aislamiento inicial. Esto permite que el condensador mantenga una capacidad constante durante su vida útil.

#### **2.4.2 Condensadores en Aceite Dieléctrico**

Como cualquier condensador se compone principalmente de placas conductoras de electricidad (láminas metálicas delgadas) separadas por un material dieléctrico, en este caso un fluido dieléctrico que puede o no contener PCB's. Sin embargo la tendencia y normatividad actual sugieren la no utilización de productos cuyos componentes incluyan dentro de su estructura los PCB's.



*Fig. 24. Condensador en aceite dieléctrico*

### 2.4.3 Función de los condensadores en los circuitos de alumbrado

Los condensadores en circuitos con balastro reactor son utilizados básicamente, para corregir el factor de potencia en las luminarias de alumbrado exterior al 90%; en los balastros autorregulados el condensador cumple una función estabilizadora, pues es utilizado para ajustar la impedancia del circuito, debido a que la reactancia inductiva es menor que la capacitiva.

### 2.4.4 Instalación de los condensadores

Sólo se debe instalar un condensador por balastro, o sea que de ninguna manera, deben conectarse condensadores en paralelo, para conseguir la capacitancia especificada por el fabricante del balastro, debido a que el valor de la tolerancia de su capacitancia puede ser mayor al permitido.

## 2.5 Fococelda

Los fotoceldas son utilizados para la conexión y desconexión de las fuentes de luz ya sea en forma individual o efectuando un control múltiple, mediante la utilización de un contactor para el control individual el fotocontrol será N.C (normalmente cerrado) y para el control múltiple N.A (normalmente abierto), el rango de tensión de operación en control múltiple debe ser de 105 V a 130 V y en control individual entre 185 a 305 V o 105 a 305 V.



*Fig. 25. Fococelda*

La vida útil del fotocontrol bajo condiciones normales de funcionamiento debe sobrepasar las 3.600 operaciones, siendo cada operación el ciclo completo conexión-desconexión en condiciones nominales de funcionamiento.

Las puntas de conexión deben ser conductores de cobre flexible calibre 12 AWG, longitud mínima de 90 cm, aislamiento para 600 V, identificados por los colores así:

Negro: Fase.

Blanco: Fase común con la carga o para el neutro.

Rojo: Carga.

Las fotoceldas para sistemas de alumbrado con bombillas de alta intensidad de descarga, se dividen de acuerdo a su modo de operación en cuatro grupos:

\*Fotocontrol Térmico.

\*Fotocontrol Electromagnético.

\*Fotocontrol Electrónico.

\*Fotocontrol Temporizado

### **2.5.1 Bases para fotoceldas tipo enchufe**

Las bases son usadas para insertar dispositivos fotoeléctricos que controlan en forma automática los sistemas de iluminación, fabricadas en material auto extingible, cumpliendo las exigencias mecánicas y ambientales para asegurar un efectivo funcionamiento del dispositivo instalado.



*Fig. 26. Base para fotocelda*

### **2.6 Lámparas de descargas de alta intensidad**

Para tener un diseño adecuado de la iluminación, es necesario conocer las características de los diferentes tipos de lámparas HID (descarga de alta intensidad) que se utilizan en el sistema de alumbrado con el fin de hacer una selección



adecuada y así obtener un mejor rendimiento el diseño de la iluminación; las lámparas de descarga de alta intensidad más utilizadas en alumbrado exterior son las lámparas de halogenuros metálicos y sodio de alta presión.

### 2.6.1 Lámpara de sodio

Las lámparas de vapor de sodio es un tipo de lámpara de descarga de gas que usa vapor de sodio para producir luz. Son una de las fuentes de iluminación más eficientes, ya que generan gran cantidad de lúmenes por vatio. El color de la luz que producen es amarilla brillante.

#### 2.6.1.1 Vapor de sodio a alta presión (SAP)

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión es una de las más utilizadas en el alumbrado público ya que tiene un alto rendimiento y la reproducción de los colores se mejora considerablemente aunque no al nivel que pueda iluminar anuncios espectaculares o algo que requiera excelente reproducción cromática.

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión debido a que no posee electrodo de arranque además de balasto necesitan de un arrancador para generar el pulso y así iniciar la descarga eléctrica, se usan principalmente para iluminar vías públicas y escenarios deportivos.

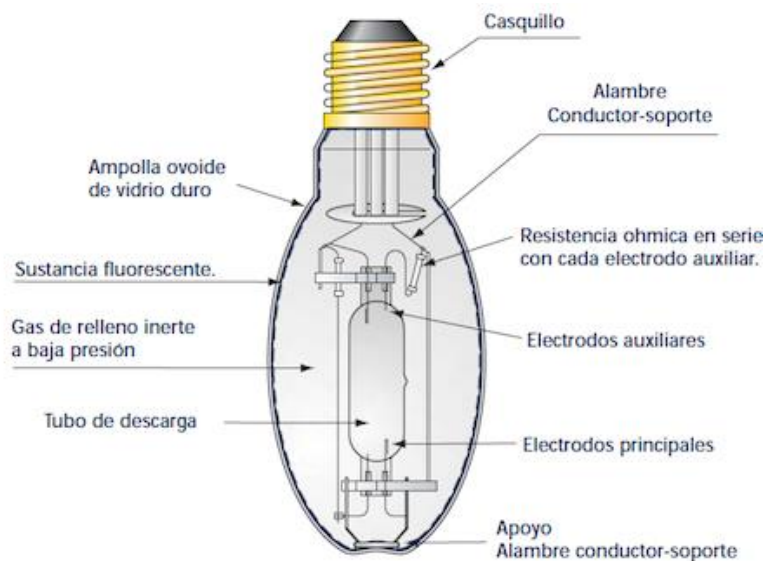


Fig. 27. Lámpara vapor de sodio

### 2.6.2 Lámpara de metal halide

Son lámparas de descarga de alta presión, del grupo de las lámparas llamadas HID (descarga de alta intensidad). Son generalmente de alta potencia y con una buena reproducción de colores, además de la luz ultravioleta. Originalmente fueron creadas en los años 1960 para el uso industrial de estas pero hoy se suelen aplicar en la industria tanto como el hogar.

Las lámparas de haluro metálico requieren balastos para regular el flujo continuo del arco y proporcionar el voltaje apropiado a la lámpara. Algunas lámparas grandes contienen un electrodo especial de encendido para generar el arco cuando la lámpara es encendida, generando un parpadeo leve al momento del encendido. Las lámparas más pequeñas no requieren un electrodo de encendido, y en lugar de este utilizan un circuito especial de encendido, que se encuentra dentro del balasto, generando un pulso de alto voltaje entre los electrodos de funcionamiento, tiene como característica especial que funciona mejor en sitios abiertos.

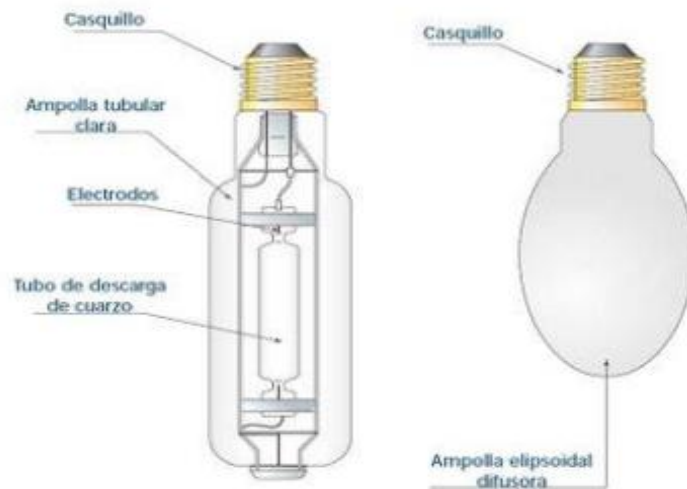


Fig. 28. Lámpara de metal halide

### 2.7 Conductores eléctricos

Un cable eléctrico es un elemento fabricado y pensado para conducir electricidad. El material principal con el que están fabricados es con cobre (por su alto grado de

conductividad) aunque también se utiliza el aluminio que aunque su grado de conductividad es menor también resulta más económico que el cobre.

### **2.7.1 Partes de un conductor eléctrico**

Los cables eléctricos están compuestos por el conductor, el aislamiento, una capa de relleno y una cubierta. Cada uno de estos elementos que componen un cable eléctrico cumple con un propósito que vamos a conocer a continuación:

- Conductor eléctrico: Es la parte del cable que transporta la electricidad y puede estar constituido por uno o más hilos de cobre o aluminio.
- Aislamiento: Este componente es la parte que recubre el conductor, se encarga de que la corriente eléctrica no se escape del cable y sea transportada de principio a fin por el conductor.
- Capa de relleno: La capa de relleno se encuentra entre el aislamiento y el conductor, se encarga de que el cable conserve un aspecto circular ya que en muchas ocasiones los conductores no son redondos o tienen más de un hilo. Con la capa de relleno se logra un aspecto redondo y homogéneo.
- Cubierta: La cubierta es el material que protege al cable de la intemperie y elementos externos.

### **2.7.2 Tipos de conductores**

#### **2.7.2.1 Conductores de alambre desnudo**

Es un solo alambre en estado sólido, no es flexible y no tiene recubrimiento, un ejemplo de uso este tipo de conductores es la utilización para la conexión a tierra en conjunto con las picas de tierra.

#### **2.7.2.2 Conductores de alambre aislado**

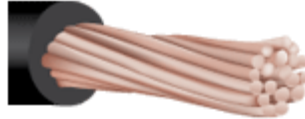


*Fig. 29. Conductor de alambre desnudo*

Exactamente lo mismo que el conductor de alambre desnudo con tan solo una diferencia, en este caso el conductor va recubierto de una capa de aislante de material plástico para que el conductor no entre en contacto con ningún otro

elemento como otros conductores, personas u objetos metálicos. El alambre aislado se utiliza mucho más que el cobre desnudo tanto en viviendas como oficinas.

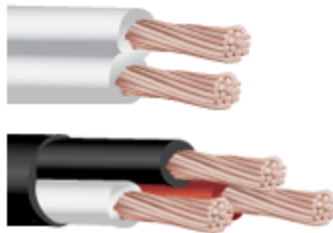
### 2.7.2.3 Conductores de cable flexible



*Fig. 30. Cable tipo flexible*

El cable eléctrico flexible es el más comercializado y el más aplicado, está compuesto por multitud de finos alambres recubiertos por materia plástica. Son tan flexibles porque al ser muchos alambres finos en vez de un alambre conductor gordo se consigue que se puedan doblar con facilidad, son muy maleables.

### 2.7.2.4 Conductores de cordón



*Fig. 31. Conductores tipo cordón*

Están formados por más de un cable o alambre, se juntan todos y se envuelven de manera conjunta por segunda vez, es decir, tienen el propio aislamiento de cada conductor más uno que los reúne a todos en un conjunto único.

### 2.7.2.5 Tipos de aislamientos de conductores

Recordamos que casi todos los cables tienen una capa de recubrimiento o aislamiento para prevenir que entren en contacto unos con otros y provoquen un cortocircuito.

Se puede identificar el tipo de aislamiento que tiene un cable en las inscripciones que aparecen sobre él, son abreviaciones del inglés. Los cables que se utilizan para instalaciones en viviendas y oficinas son: THN, THW, THHW y THWN. El significado de estas abreviaturas es el siguiente:

- 1 T (Thermoplastic): Aislamiento termoplástico (este lo tienen todos los cables).
- 2 H (Heat resistant): Resistente al calor hasta 75° centígrados (167° F).
- 3 HH (Heat resistant): Resistente al calor hasta 90° centígrados (194° F).
- 4 W (Water resistant): Resistente al agua y a la humedad.
- 5 LS (Low smoke): Este cable tiene baja emisión de humos y bajo contenido de gases contaminantes.
- 6 SPT (Service parallel thermoplastic): Esta nomenclatura se usa para identificar un cordón que se compone de dos cables flexibles y paralelos con aislamiento de plástico y que están unidos entre sí. También se denomina cordón dúplex.



*Fig. 32. Conductor 1 hilo*



*Fig. 33. Conductor 2 hilos o dúplex*

### 2.7.2.6 Medida de los conductores eléctricos

Las medidas de los cables y alambres eléctricos se suelen categorizar en calibres si se habla del sistema AWG (American Wire Gauge), sin embargo es más común conocerlos dependiendo del diámetro del cable en el sistema métrico decimal y categorizarlos en milímetros cuadrados dependiendo del diámetro de la sección. La siguiente tabla también es muy útil para saber las equivalencias de calibre en milímetros

| FOTO  | CALIBRE / AWG | DIAMETRO EN MM | CONSUMO DE CORRIENTE | EJEMPLOS  |
|---|---------------|----------------|----------------------|---|
|  | 4             | 16mm           | Muy alto             | Aires acondicionados centrales, equipos industriales (se requiere instalación especial de 240 volts). |
|  | 6             | 10mm           | Alto                 | Aires acondicionados, estufas eléctricas y acometidas de energía eléctrica.                           |
|  | 8             | 6mm            | Medio - alto         | Secadoras de ropa, refrigeradores, aires acondicionados de ventana.                                   |
|  | 10            | 4mm            | Medio                | Hornos de microondas, licuadoras, contactos de casas y oficinas, extensiones de uso rudo.             |
|  | 12            | 2.5mm          | Medio - bajo         | Cableado de iluminación, contactos de casas, extensiones reforzadas.                                  |
|  | 14            | 1.5mm          | Bajo                 | Extensiones de bajo consumo, lámparas.  |
|  | 16            | 1mm            | Muy bajo             | Productos electrónicos como termostatos, timbres o sistemas de seguridad.                             |

Fig. 34. Calibres de conductores

### 2.7.2.7 Amperajes de soporte de los conductores eléctricos

Cada conductor de acuerdo a su diámetro o calibre tiene un soporte de corriente aunque sea de un solo nivel de voltaje.

| Amperaje que soportan los cables de cobre |                    |                |                      |                            |                    |
|---|--------------------|----------------|----------------------|----------------------------|--------------------|
| Nivel de temperatura:                     | 60°C               | 75°C           | 90°C                 | 60°C                       |                    |
| Tipo de aislante:                         | TW                 | RHW, THW, THWN | THHN, XHHW-2, THWN-2 | SPT                        |                    |
| Medida / calibre del cable                | Amperaje soportado |                |                      | Medida / calibre del cable | Amperaje soportado |
| 14 AWG                                    | 15 A               | 15 A           | 15 A                 | 20 AWG                     | 2 A                |
| 12 AWG                                    | 20 A               | 20 A           | 20 A                 |                            |                    |
| 10 AWG                                    | 30 A               | 30 A           | 30 A                 | 18 AWG                     | 10 A               |
| 8 AWG                                     | 40 A               | 50 A           | 55 A                 |                            |                    |
| 6 AWG                                     | 55 A               | 65 A           | 75 A                 | 16 AWG                     | 13 A               |
| 4 AWG                                     | 70 A               | 85 A           | 95 A                 |                            |                    |
| 3 AWG                                     | 85 A               | 100 A          | 115 A                | 14 AWG                     | 18 A               |
| 2 AWG                                     | 95 A               | 115 A          | 130 A                |                            |                    |
| 1 AWG                                     | 110 A              | 130 A          | 145 A                | 12 AWG                     | 25 A               |
| 1/0 AWG                                   | 125 A              | 150 A          | 170 A                |                            |                    |
| 2/0 AWG                                   | 145 A              | 175 A          | 195 A                |                            |                    |
| 3/0 AWG                                   | 165 A              | 200 A          | 225 A                |                            |                    |
| 4/0 AWG                                   | 195 A              | 230 A          | 260 A                |                            |                    |

Fig. 35. Soporte de corriente por conductor

### 3. DESARROLLO

El desarrollo experimental de este proyecto se ejecuta en la oficina de obras públicas del palacio municipal del municipio de Suchiapa, Chiapas, teniendo en cuenta que la ejecución se desarrolló sobre todo las luminarias de esta ciudad, para desarrollar este mantenimiento mayor y la remodelación de todas las lámparas y así tener un mayor ahorro de energía.

#### 3.1 Es hacer un recorrido total para poder conocer el lugar de trabajo

De acuerdo con el cronograma se hizo un recorrido durante una semana por toda la ciudad de Suchiapa, Chiapas. Esto con el fin de conocer la ciudad para poder llevar a cabo este proyecto.

Se conoció todos los barrios de esta ciudad, son las siguientes:

|                      |                          |                      |                      |
|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|
| Barrio san Jacinto   | Barrio las mercedes      | Barrio Absalón       | Barrio santa Cecilia |
| Barrio el arenal     | Barrio el mirador        | Barrio asunción      | Barrio el capricho   |
| Barrio el maluco     | Barrio el último suspiro | Barrio san esteban   | Barrió las casitas.  |
| Barrio la concepción | Barrio 5 de mayo         | Barrio san francisco | Barrio cruz del rayo |
| Barrio 18 de marzo   | Barrio los arbolitos     | Barrio la amistad    | Barrio sana Ana      |

*Tabla 2. Barrios de Suchiapa*

Esta ciudad de Suchiapa cuenta con 20 barrios hablando no metiendo las colonias pertenecientes. El recorrido se hizo por barrios con el afán de ubicar exactamente las lámparas dañadas o lámparas a revisar. Todos los barrios cuentan con alumbrado públicos tanto como en buen o en mal estado, los alumbrados la mayoría son de aditivo metálicos y vapor de sodio, en algunos lámparas ahorradoras y de LED de 70 W.



*Fig. 36. Croquis de la ciudad de Suchiapa*

### **3.2 Verificación de los planos de alumbrado público**

En todo municipio debe contar con un plano del alumbrado público, ya que tendrá como función localizar cada luminaria colocada y como requisitos del H. Ayuntamiento.

En este caso la dirección de obras públicas no contaba con un plano sobre el alumbrado eléctrico por lo que se tuvo que hacer un recorrido total de esta ciudad para ir georreferenciando por cada alumbrado público.

El plano que se realizó fue para 300 lámparas de alumbrado público para esta ciudad.



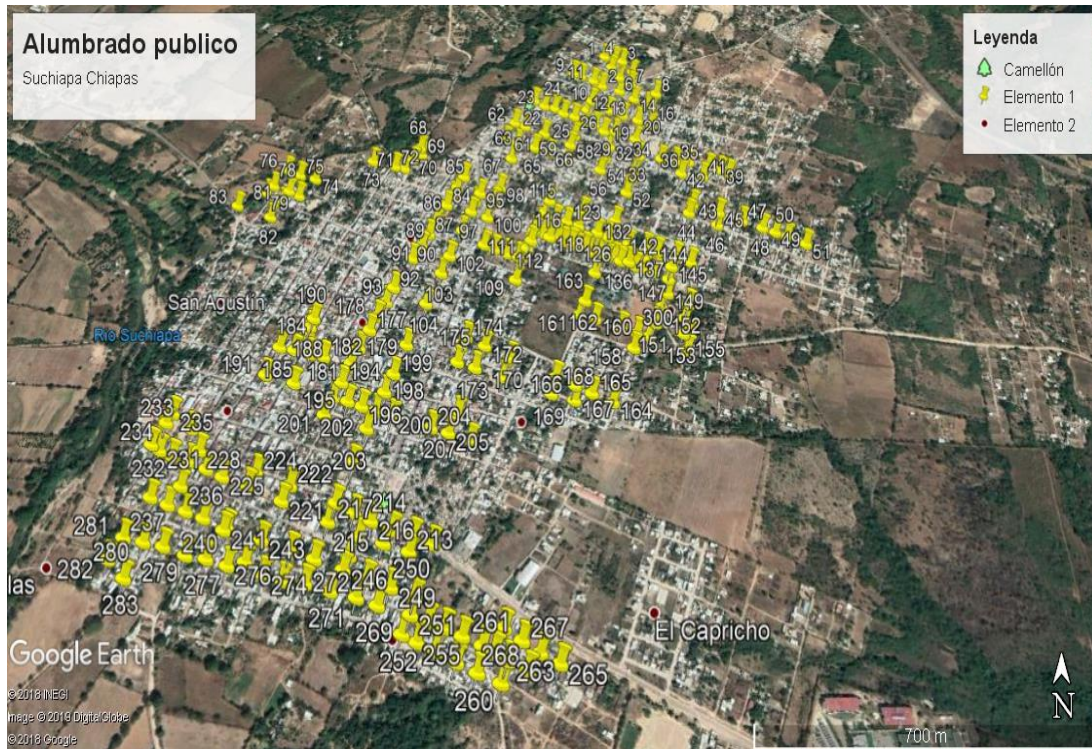


Fig. 37. Plano o georreferencias de los alumbrados públicos

A estas alturas para poder hacer el plano del alumbrado público o la georreferenciación se utilizó la tecnología. Se logró a recabar estos datos con la aplicación GOOGLE EARTH PRO. Fig. 37

Esta ciudad tiene un consumo total de 59985 Watts con un total de 828 lámparas de alumbrado público de diferentes tipos de lámparas (aditivo metálico, vapor de sodio, ahorradoras y LED de 70 W. Tabla 3.

|       | CANT. LAMPARAS | POTENCIA(WATTS) |
|-------|----------------|-----------------|
| TOTAL | 828            | 59985           |

Tabla 3. Lámparas y potencia

### 3.2.1 manejo de la Aplicación GOOGLE EARTH PRO

Esta aplicación es muy fácil de utilizar porque nos muestra con exactitud donde se georreferencia. El mapa de Google Earth está compuesto por una superposición de

imágenes obtenidas por imágenes satelitales, fotografías aéreas, información geográfica proveniente de modelos de datos SIG de todo el mundo y modelos creados por computadora. El programa está disponible en varias licencias, pero la versión gratuita es la más popular, disponible para dispositivos móviles, tabletas y computadoras personales.



*Fig. 38. Logo tipo de Google Earth Pro*

Esta aplicación de Google Earth permite introducir el nombre de un hotel, colegio o calle y obtener la dirección exacta, un plano o vista del lugar. También se pueden visualizar imágenes vía satélite del planeta. También ofrece características 3D como dar volúmenes a valles y montañas y en algunas ciudades incluso se han modelado los edificios. La forma de moverse en la pantalla es fácil e intuitiva, con cuadros de mando sencillo y manejable.

Tienen la facilidad de compartir con otros usuarios enlaces, medir distancias geográficas, ver la altura de las montañas, ver fallas o volcanes y cambiar la vista tanto en horizontal como en vertical.

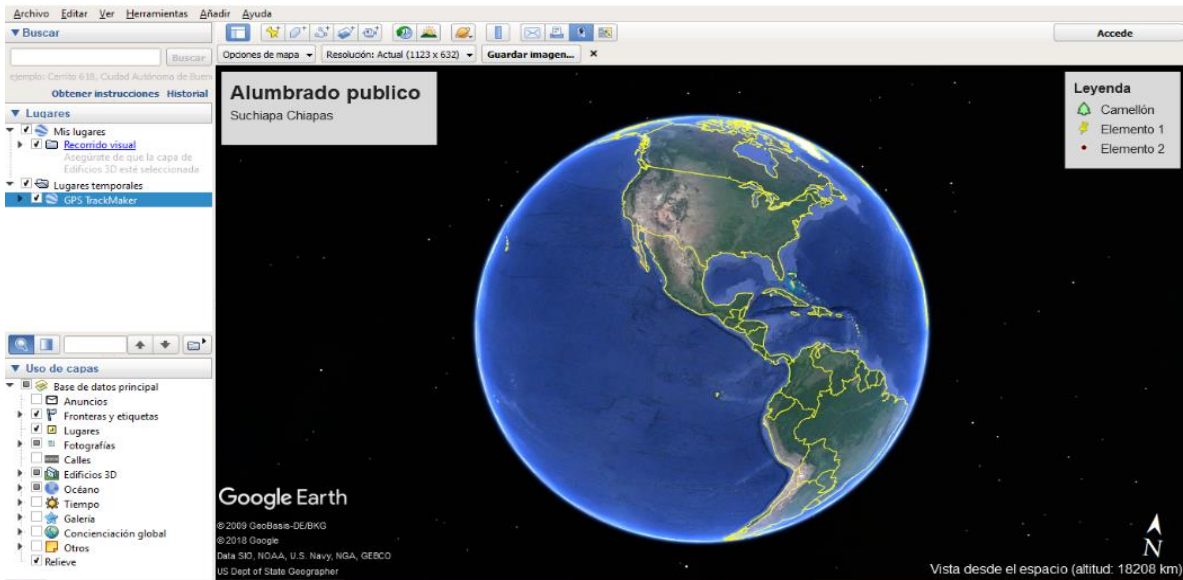


Fig. 39. Plataforma de Google Earth Pro

Google Earth dispone de conexión con GPS (Sistema de Posicionamiento Global), alimentación de datos desde fichero y base de datos en sus versiones de pago.

Otra ventaja es que tiene un simulador de vuelo de Google Earth bastante real con el que se puede sobrevolar cualquier lugar del planeta. Y que permite a cada usuario disponer de sus propios puntos marcados, de guardarlos y de enviarlos por mail, uno de los detallitos es que las imágenes que se ven no son imágenes tomadas en tiempo real, sino fotos descargadas a partir de los servidores de Google. Alguna de esas fotos tiene semanas o incluso meses. Algunos detalles como las obras en las carreteras no se actualizan, evidentemente, de forma regular.

La versión 4.0 ha incorporado notables mejoras, las cuales se mencionan a continuación:

- Interfaz en inglés, español, francés y alemán.
- Tener relación con SketchUp, un programa de modelaje 3D desde el cual se pueden subir modelos 3D de edificios a Google Earth.

- Panel de mandos que interfiere más discreto y gana en espacio para la visualización de imágenes.
- Mejoras que permiten ver imágenes en 3D "texturizadas" (superficies más realistas, ventanas, ladrillos...)
- Versión en los tres sistemas operativos más importantes para computadores personales (Windows, Linux, y MAC)
- Inclusión de enlaces a los artículos de la Wikipedia en inglés en ciudades, monumentos, accidentes geográficos y otros puntos de interés.

| Versión 4.0   |               |            |                   |
|---|---------------|------------|-------------------|
| Atributo  | Google Normal | Google Pro | Google Enterprise |
| Precio USD  | Gratis        | Gratis     |                   |
| Forma de pago   | ---           | ---        |                   |
| Calidad imagen en pantalla  | Igual         | Igual      | Igual             |
| World Geodetic System of 1984 (WGS84) datum   | Igual         | Igual      | Igual             |
| Superposición de imágenes   | SÍ            | SÍ         | SÍ                |
| Imágenes 3D   | SÍ            | SÍ         | SÍ                |
| UTM   | SÍ            | SÍ         | SÍ                |
| Mejor resolución al imprimir  | NO            | SÍ         | SÍ                |
| Leer GPS Magellan y Garmin  | NO            | SÍ         | SÍ                |
| Importar hojas de cálculo con ubicación de casas (conjuntos)  | NO            | SÍ         | SÍ                |
| Actualizada, hay herramientas de medición adicionales (pies cuadrados, millas, acres, radios, etc.) | NO            | SÍ         | SÍ                |
| Posibilidad de grabar video   | NO            | SÍ         | SÍ                |
| Interacción con sistemas GIS  | NO            | SÍ         | SÍ                |
| Posibilidad de integración más completa con sistemas ad-hoc   | NO            | NO         | SÍ                |

Fig. 40. Funciones

### 3.3 Levantamiento de datos del alumbrado público por barrio

Para poder determinar o recabar estos datos se tuvo que hacer otro recorrido pero más afondo y cuidadoso, es decir un censo sobre todo el alumbrado público de la ciudad de Suchiapa y la verificación de las líneas de baja tensión o acometidas para ver si hay presencia de voltajes y su corriente con respecto a los datos de placas.

### 3.3.1 Levantamiento de datos sobre el voltaje, corriente y potencia

Los voltajes son variantes ya que dependerá de los tipos de transformadores que se tengan dispuestos o cercas.

- Los voltajes que se encuentran en esta ciudad van variando desde 105 V a 130 V de fase a neutro
- Los voltajes de fase a fase van desde 210 V hasta 235 V
- En casos diferentes 0 V

Las corrientes de cada lámpara si varían porque en las mediciones con el amperímetro de gancho daba un resultado diferente a los datos de placas, y es aquí donde tiene que ver el voltaje, ya que todo está equilibrado o correspondiente con la ley de potencia.

La potencia eléctrica suministrada por un receptor es directamente proporcional a la tensión de la alimentación (v) del circuito y a la intensidad (I) que circule por la lámpara o balastro.

En donde:

$$P=V I$$

P= potencia

V= voltaje

I= corriente

En este caso para una lámpara de vapor de sodio que es de 150 W a 220 V

En teoría a su tensión nominal aplicaremos la formula potencia, como ejemplo que se utilizo fue esta lámpara de vapor de sodio, ya que aplica para los otros tipos de lámparas.

Con voltaje de 220 V

$$P=V.I \implies I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{150}{220} = 0.681 \text{ A}$$

Con voltaje de 110 V

$$P=V.I \implies I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{150}{110} = 1.36 \text{ A}$$

Esta corriente debería de dar en la lectura aproximadamente del amperímetro, pero como se menciona que hay variaciones de voltajes tomaremos esos dos rangos, son:

- Los voltajes que se encuentran en esta ciudad van variando desde 105 V a 130 V de fase a neutro
- Los voltajes de fase a fase van desde 210 V hasta 235 V

Con voltaje de 105 V

$$P=V.I \implies I=\frac{P}{V}$$

$$I=\frac{P}{V}=\frac{150}{105}=1.428 \text{ A}$$

Con voltaje de 210 V

$$P=V.I \implies I=\frac{P}{V}$$

$$I=\frac{P}{V}=\frac{150}{210}=0.714 \text{ A}$$

Con voltaje de 130 v

$$P=V.I \implies I=\frac{P}{V}$$

$$I=\frac{P}{V}=\frac{150}{130}=1.153 \text{ A}$$

Con voltaje de 235 V

$$P=V.I \implies I=\frac{P}{V}$$

$$I=\frac{P}{V}=\frac{150}{235}=0.638 \text{ A}$$

Entonces se puede observar que si existen diferentes tipos de comportamiento en cuanto a la corriente eléctrica, en cuanto a la potencia pues no habría variaciones ya que al aplicar la ley de potencia pues como se mencionaba daría la misma de la placa por la equivalencia que hay por la formula.

### 3.3.2 Levantamiento de datos sobre las lámparas del alumbrado público

En el levantamiento de datos que se ejecutó, se realizó con el afán de saber cuántas lámparas hay instaladas en la ciudad y saber el consumo energético que tiene. La ciudad de Suchiapa cuenta con 828 lámparas de alumbrado público con un consumo de 59985 W.

Este levantamiento se hizo por secciones es decir por barrios y también por calles durante 4 días consecutivos, toda la información fue archiva en Excel, con esta plantilla se ejecutaron los cálculos de la potencia total de la ciudad. Como se

muestra en la siguiente tabla, donde se describe el lugar, tipo de lámpara, potencia de cada lámpara, la cantidad y la potencia por sección. *Tabla 4.*

| LUGAR | TIPOS DE LAMPARAS | POTENCIA (WATTS) | CANTIDAD | SUTTOTAL EN WATTS |
|-------|-------------------|------------------|----------|-------------------|
|-------|-------------------|------------------|----------|-------------------|

| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE DIRECCION AL PANTEON |     |    |       |     |
|---|-----|----|-------|-----|
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED | 50 | 1     | 50  |
|   |     |    | TOTAL | 900 |

| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CARRETERA |     |    |   |    |
|--|-----|----|---|----|
| CARRETERA NORTE  | LED | 50 | 1 | 50 |
| CARRETERA NORTE  | LED | 50 | 1 | 50 |
| CARRETERA NORTE  | LED | 50 | 1 | 50 |
| CARRETERA NORTE  | LED | 50 | 1 | 50 |
| CARRETERA NORTE  | LED | 50 | 1 | 50 |
| CARRETERA NORTE  | LED | 50 | 1 | 50 |
| CARRETERA NORTE  | LED | 50 | 1 | 50 |

|                      |     |    |   |     |
|----------------------|-----|----|---|-----|
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA NORTE      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA GASOLINERA | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA GASOLINERA | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA GASOLINERA | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA DEPOSITO   | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA MONUMENTO  | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA MONUMENTO  | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CENTRO     | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CENTRO     | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA PANTEON    | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA PANTEON    | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA PANTEON    | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA PANTEON    | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA PANTEON    | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA PANTEON    | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA JOLUVA     | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA JOLUVA     | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA JOLUVA     | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA SUR        | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA SUR        | LED | 50 | 1 | 50  |



|                        |     |    |   |     |
|------------------------|-----|----|---|-----|
| CARRETERA GASERA       | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA GASERA       | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA LLANO        | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA LLANO        | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CAPRICO      | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CAPRICO      | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CAPRICO      | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CAPRICO      | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CAPRICO      | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CAPRICO      | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA JOLUVA       | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA JOLUVA       | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA BODEGA A.    | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA BODEGA A.    | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA PANTEON      | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA PANTEON      | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA PANTEON      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA PANTEON      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA PANTEON      | LED | 50 | 2 | 100 |
| CARRETERA PANTEON      | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA PANTEON      | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA PANTEON      | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CIBER LA RED | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA OXXO         | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA OXXO         | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA BAYIL        | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CENTRO       | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CENTRO       | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CENTRO       | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CENTRO       | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CENTRO       | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CENTRO       | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CENTRO       | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA M. NUCAMENDI | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CENTRO       | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CENTRO       | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CENTRO       | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA CENTRO       | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA BODEGA MAIZ  | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA BODEGA MAIZ  | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA BODEGA MAIZ  | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA BODEGA MAIZ  | LED | 50 | 1 | 50  |
| CARRETERA BODEGA MAIZ  | LED | 50 | 1 | 50  |

|                  |     |    |   |      |
|------------------|-----|----|---|------|
| CARRETERA CHANTI | LED | 50 | 1 | 50   |
| CARRETERA CHANTI | LED | 50 | 1 | 50   |
| CARRETERA CHANTI | LED | 50 | 1 | 50   |
| TOTAL            |     |    |   | 6200 |

|  |                  |     |   |      |
|--|------------------|-----|---|------|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, BODEGA DE MAIZ, 18 DE MARZO, POETA SANTIAGO |                  |     |   |      |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| POBLADO. CALLE   | AHORRARA         | 65  | 1 | 65   |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO   | 65  | 1 | 65   |
| POBLADO. CALLE   | ADITIVO METALICO | 175 | 1 | 175  |
| POBLADO. CALLE   | ADITIVO METALICO | 175 | 1 | 175  |
| POBLADO. CALLE   | AHORRARA         | 65  | 1 | 65   |
| POBLADO. CALLE   | ADITIVO METALICO | 175 | 1 | 175  |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| POBLADO. CALLE   | ADITIVO METALICO | 175 | 1 | 175  |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| POBLADO. CALLE   | AHORRARA         | 65  | 1 | 65   |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| POBLADO. CALLE   | AHORRARA         | 65  | 1 | 65   |
| POBLADO. CALLE   | AHORRARA         | 65  | 1 | 65   |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| TOTAL  |                  |     |   | 3190 |

|  |     |    |   |    |
|--|-----|----|---|----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE CENTRAL |     |    |   |    |
| POBLADO. CALLE   | LED | 50 | 1 | 50 |
| POBLADO. CALLE   | LED | 50 | 1 | 50 |
| POBLADO. CALLE   | LED | 50 | 1 | 50 |
| POBLADO. CALLE   | LED | 50 | 1 | 50 |



|                |     |    |   |      |
|----------------|-----|----|---|------|
| POBLADO. CALLE | LED | 50 | 1 | 50   |
| POBLADO. CALLE | LED | 50 | 1 | 50   |
| POBLADO. CALLE | LED | 50 | 1 | 50   |
| POBLADO. CALLE | LED | 50 | 1 | 50   |
| POBLADO. CALLE | LED | 50 | 1 | 50   |
| POBLADO. CALLE | LED | 50 | 1 | 50   |
| POBLADO. CALLE | LED | 50 | 1 | 50   |
| POBLADO. CALLE | LED | 50 | 1 | 50   |
| POBLADO. CALLE | LED | 50 | 1 | 50   |
| POBLADO. CALLE | LED | 50 | 1 | 50   |
| POBLADO. CALLE | LED | 50 | 1 | 50   |
| POBLADO. CALLE | LED | 50 | 1 | 50   |
| POBLADO. CALLE | LED | 50 | 1 | 50   |
| POBLADO. CALLE | LED | 50 | 1 | 50   |
| POBLADO. CALLE | LED | 50 | 1 | 50   |
| POBLADO. CALLE | LED | 70 | 1 | 70   |
| POBLADO. CALLE | LED | 70 | 1 | 70   |
| TOTAL          |     |    |   | 1190 |

| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE 6av SUR |                |     |    |      |
|--|----------------|-----|----|------|
| POBLADO. CALLE   | AHORRADORES    | 65  | 10 | 650  |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO | 150 | 3  | 450  |
| TOTAL  |                |     |    | 1100 |

| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE 5av SUR |                |     |    |     |
|--|----------------|-----|----|-----|
| POBLADO. CALLE   | AHORRADORES    | 65  | 11 | 715 |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO | 150 | 1  | 150 |
| TOTAL  |                |     |    | 865 |

| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE 4av SUR |                |     |    |     |
|--|----------------|-----|----|-----|
| POBLADO. CALLE   | AHORRADORES    | 65  | 11 | 715 |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO | 150 | 1  | 150 |
| POBLADO. CALLE   | LED            | 70  | 1  | 70  |

|  |  |  |  |       |     |
|--|--|--|--|-------|-----|
|  |  |  |  | TOTAL | 935 |
|--|--|--|--|-------|-----|

|   |             |    |   |       |     |
|---|-------------|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE PROLONGACION 3av SUR |             |    |   |       |     |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORES | 65 | 5 | 325   |     |
|   |             |    |   | TOTAL | 325 |

|   |                |     |    |       |      |
|---|----------------|-----|----|-------|------|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE PROLONGACION 3av SUR |                |     |    |       |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORES    | 65  | 1  | 65    |      |
| POBLADO. CALLE  | VAPOR DE SODIO | 150 | 1  | 150   |      |
| POBLADO. CALLE  | LED            | 70  | 10 | 700   |      |
| POBLADO. CALLE  | LED            | 50  | 2  | 100   |      |
|   |                |     |    | TOTAL | 1015 |

|   |                   |     |   |       |      |
|---|-------------------|-----|---|-------|------|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE PROLONGACION 1av SUR |                   |     |   |       |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORAS       | 65  | 7 | 455   |      |
| POBLADO. CALLE  | VAPOR DE SODIO    | 150 | 1 | 150   |      |
| POBLADO. CALLE  | ADITIVO METALICO  | 175 | 1 | 175   |      |
| POBLADO. CALLE  | VAPOR DE MERCURIO | 250 | 1 | 250   |      |
| POBLADO. CALLE  | LED               | 70  | 5 | 350   |      |
|   |                   |     |   | TOTAL | 1380 |

|   |            |    |    |       |      |
|---|------------|----|----|-------|------|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE PROLONGACION AV. CENTRAL |            |    |    |       |      |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 70 | 11 | 770   |      |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 50 | 2  | 100   |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 3  | 195   |      |
|   |            |    |    | TOTAL | 1065 |

|   |            |    |   |       |     |
|---|------------|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE 6a ORIENTE NORTE |            |    |   |       |     |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1 | 65    |     |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 70 | 5 | 350   |     |
|   |            |    |   | TOTAL | 415 |

|   |            |    |       |    |
|---|------------|----|-------|----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE 5a ORIENTE NORTE |            |    |       |    |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1     | 65 |
|   |            |    | TOTAL | 65 |

|   |            |    |       |    |
|---|------------|----|-------|----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE 4a ORIENTE NORTE |            |    |       |    |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1     | 65 |
|   |            |    | TOTAL | 65 |

|   |             |    |       |     |
|---|-------------|----|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE 3a ORIENTE NORTE |             |    |       |     |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORAS | 65 | 4     | 260 |
|   |             |    | TOTAL | 260 |

|   |                |     |       |     |
|---|----------------|-----|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE 2a ORIENTE NORTE |                |     |       |     |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORAS    | 65  | 5     | 325 |
| POBLADO. CALLE  | VAPOR DE SODIO | 150 | 1     | 150 |
|   |                |     | TOTAL | 475 |

|   |            |    |       |     |
|---|------------|----|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE 1a ORIENTE NORTE |            |    |       |     |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1     | 65  |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 70 | 2     | 140 |
|   |            |    | TOTAL | 205 |

|  |                  |     |       |     |
|--|------------------|-----|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE 1a PONIENTE NORTE |                  |     |       |     |
| POBLADO. CALLE   | AHORRADORAS      | 65  | 2     | 130 |
| POBLADO. CALLE   | ADITIVO METALICO | 175 | 1     | 175 |
| POBLADO. CALLE   | LED              | 70  | 3     | 210 |
|  |                  |     | TOTAL | 515 |

|  |            |    |   |    |
|--|------------|----|---|----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE 2a PONIENTE NORTE |            |    |   |    |
| POBLADO. CALLE   | AHORRADORA | 65 | 1 | 65 |
| POBLADO. CALLE   | LED        | 70 | 1 | 70 |

|  |  |  |  |       |     |
|--|--|--|--|-------|-----|
|  |  |  |  | TOTAL | 135 |
|--|--|--|--|-------|-----|

|  |            |    |   |       |     |
|--|------------|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE 3a PONIENTE NORTE |            |    |   |       |     |
| POBLADO. CALLE   | AHORRADORA | 65 | 2 | 130   |     |
| POBLADO. CALLE   | LED        | 70 | 1 | 70    |     |
|  |            |    |   | TOTAL | 200 |

|  |            |    |   |       |     |
|--|------------|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE 4a PONIENTE NORTE |            |    |   |       |     |
| POBLADO. CALLE   | AHORRADORA | 65 | 1 | 65    |     |
| POBLADO. CALLE   | LED        | 70 | 2 | 140   |     |
|  |            |    |   | TOTAL | 205 |

|   |                  |     |   |       |      |
|---|------------------|-----|---|-------|------|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, BARRIO MIRADOR |                  |     |   |       |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 | 65    |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 | 65    |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 | 65    |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 | 65    |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 | 65    |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 | 65    |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 | 65    |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 | 65    |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 | 65    |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 | 65    |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 | 65    |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 | 65    |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 | 65    |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 | 65    |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 | 65    |      |
| POBLADO. CALLE  | ADITIVO METALICO | 175 | 1 | 175   |      |
| POBLADO. CALLE  | ADITIVO METALICO | 175 | 1 | 175   |      |
|   |                  |     |   | TOTAL | 1390 |

|   |                  |     |    |      |  |
|---|------------------|-----|----|------|--|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, DENTRO DEL PANTEON |                  |     |    |      |  |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORAS      | 65  | 10 | 650  |  |
| POBLADO. CALLE  | ADITIVO METALICO | 175 | 6  | 1050 |  |

|  |  |  |  |       |      |
|--|--|--|--|-------|------|
|  |  |  |  | TOTAL | 1700 |
|--|--|--|--|-------|------|

|   |     |    |   |       |     |
|---|-----|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CANCHA DEL PANTEON |     |    |   |       |     |
| CANCHA  | LED | 70 | 1 |       | 70  |
| CANCHA  | LED | 50 | 3 |       | 150 |
|   |     |    |   | TOTAL | 220 |

|  |                |     |    |       |     |
|--|----------------|-----|----|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, SAN FRANCISCO |                |     |    |       |     |
| POBLADO. CALLE   | AHORRADORAS    | 65  | 12 |       | 780 |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO | 150 | 1  |       | 150 |
|  |                |     |    | TOTAL | 930 |

|  |                  |     |   |       |      |
|--|------------------|-----|---|-------|------|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, LAS CASITAS |                  |     |   |       |      |
| POBLADO. CALLE   | AHORRADORA       | 65  | 7 |       | 455  |
| CANCHA   | ADITIVO METALICO | 175 | 7 |       | 1225 |
|  |                  |     |   | TOTAL | 1680 |

|  |                |     |    |       |      |
|--|----------------|-----|----|-------|------|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CAPRICHIO |                |     |    |       |      |
| POBLADO. CALLE   | AHORRADORAS    | 65  | 10 |       | 650  |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO | 150 | 9  |       | 1350 |
| POBLADO. CALLE   | REFLEXTORES    | 100 | 2  |       | 200  |
|  |                |     |    | TOTAL | 2200 |

|   |                  |     |   |       |     |
|---|------------------|-----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CANCHA 5 DE MAYO |                  |     |   |       |     |
| CANCHA  | ADITIVO METALICO | 175 | 4 |       | 700 |
|   |                  |     |   | TOTAL | 700 |

|   |            |    |   |  |    |
|---|------------|----|---|--|----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, 1 AV NORTE |            |    |   |  |    |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1 |  | 65 |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1 |  | 65 |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 70 | 1 |  | 70 |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1 |  | 65 |



|                |            |    |   |      |
|----------------|------------|----|---|------|
| POBLADO. CALLE | AHORRADORA | 65 | 1 | 65   |
| POBLADO. CALLE | AHORRADORA | 65 | 1 | 65   |
| POBLADO. CALLE | AHORRADORA | 65 | 1 | 65   |
| POBLADO. CALLE | AHORRADORA | 65 | 1 | 65   |
| POBLADO. CALLE | AHORRADORA | 65 | 1 | 65   |
| POBLADO. CALLE | LED        | 70 | 1 | 70   |
| POBLADO. CALLE | LED        | 50 | 1 | 50   |
| POBLADO. CALLE | LED        | 70 | 1 | 70   |
| POBLADO. CALLE | LED        | 70 | 1 | 70   |
| POBLADO. CALLE | AHORRADORA | 65 | 1 | 65   |
| POBLADO. CALLE | AHORRADORA | 65 | 1 | 65   |
| POBLADO. CALLE | AHORRADORA | 65 | 1 | 65   |
| POBLADO. CALLE | AHORRADORA | 65 | 1 | 65   |
| TOTAL          |            |    |   | 1110 |

|   |            |    |   |     |
|---|------------|----|---|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, 2 AV NORTE |            |    |   |     |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1 | 65  |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1 | 65  |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1 | 65  |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 70 | 1 | 70  |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 60 | 1 | 60  |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 60 | 1 | 60  |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 60 | 1 | 60  |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 60 | 1 | 60  |
| TOTAL   |            |    |   | 505 |

|   |     |    |    |      |
|---|-----|----|----|------|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, 3 AV NORTE |     |    |    |      |
| POBLADO. CALLE  | LED | 70 | 20 | 1400 |
| TOTAL   |     |    |    | 1400 |

|   |            |    |   |    |
|---|------------|----|---|----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, 4 AV NORTE |            |    |   |    |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 70 | 1 | 70 |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 70 | 1 | 70 |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1 | 65 |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 70 | 1 | 70 |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1 | 65 |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1 | 65 |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1 | 65 |

|                |                |     |   |     |
|----------------|----------------|-----|---|-----|
| POBLADO. CALLE | AHORRADORA     | 65  | 1 | 65  |
| POBLADO. CALLE | AHORRADORA     | 65  | 1 | 65  |
| POBLADO. CALLE | VAPOR DE SODIO | 150 | 1 | 150 |
| POBLADO. CALLE | VAPOR DE SODIO | 150 | 1 | 150 |
| TOTAL          |                |     |   | 900 |

|   |            |    |   |     |
|---|------------|----|---|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, 5 AV NORTE |            |    |   |     |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 3 | 195 |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 70 | 1 | 70  |
| TOTAL   |            |    |   | 265 |

|   |            |    |   |     |
|---|------------|----|---|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, 6 AV NORTE |            |    |   |     |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 70 | 2 | 140 |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 5 | 325 |
| TOTAL   |            |    |   | 465 |

|   |                |     |   |      |
|---|----------------|-----|---|------|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, 7 AV NORTE |                |     |   |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORAS    | 65  | 8 | 520  |
| POBLADO. CALLE  | VAPOR DE SODIO | 150 | 1 | 150  |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORAS    | 65  | 7 | 455  |
| POBLADO. CALLE  | LED            | 70  | 1 | 70   |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORAS    | 65  | 3 | 195  |
| POBLADO. CALLE  | LED            | 70  | 1 | 70   |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORAS    | 65  | 1 | 65   |
| TOTAL   |                |     |   | 1525 |

|   |                |     |    |      |
|---|----------------|-----|----|------|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, 8 AV NORTE |                |     |    |      |
| POBLADO. CALLE  | LED            | 70  | 19 | 1330 |
| POBLADO. CALLE  | VAPOR DE SODIO | 150 | 1  | 150  |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA     | 65  | 3  | 195  |
| TOTAL   |                |     |    | 1675 |

|  |                |     |   |     |
|--|----------------|-----|---|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, PROLONGACION 9 AV NORTE |                |     |   |     |
| POBLADO. CALLE   | AHORRADORA     | 65  | 1 | 65  |
| POBLADO. CALLE   | VAPOR DE SODIO | 150 | 1 | 150 |

|                |            |    |       |     |
|----------------|------------|----|-------|-----|
| POBLADO. CALLE | AHORRADORA | 65 | 7     | 455 |
| POBLADO. CALLE | LED        | 70 | 2     | 140 |
| POBLADO. CALLE | AHORRADORA | 65 | 1     | 65  |
|                |            |    | TOTAL | 875 |

|   |                |     |       |      |
|---|----------------|-----|-------|------|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, 9 AV NORTE |                |     |       |      |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA     | 65  | 3     | 195  |
| POBLADO. CALLE  | LED            | 70  | 3     | 210  |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA     | 65  | 1     | 65   |
| POBLADO. CALLE  | VAPOR DE SODIO | 150 | 4     | 600  |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA     | 65  | 2     | 130  |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA     | 65  | 3     | 195  |
| POBLADO. CALLE  | VAPOR DE SODIO | 150 | 1     | 150  |
|   |                |     | TOTAL | 1545 |

|  |                |     |       |     |
|--|----------------|-----|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, 10 AV NORTE |                |     |       |     |
| CRUZ DEL RAYO  | AHORRADORA     | 65  | 4     | 260 |
| ABSALON  | AHORRADORA     | 65  | 1     | 65  |
| ABSALON  | AHORRADORA     | 65  | 2     | 130 |
| ABSALON  | VAPOR DE SODIO | 150 | 2     | 300 |
| ABSALON  | AHORRADORA     | 65  | 1     | 65  |
|  |                |     | TOTAL | 820 |

|   |                |     |       |      |
|---|----------------|-----|-------|------|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, PROLONGACION 10 AV NORTE |                |     |       |      |
| ARENAL  | AHORRADORA     | 65  | 8     | 520  |
| ABSALON   | VAPOR DE SODIO | 150 | 4     | 600  |
|   |                |     | TOTAL | 1120 |

|  |                |     |       |      |
|--|----------------|-----|-------|------|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, 11 AV NORTE |                |     |       |      |
| CRUZ DEL RAYO  | VAPOR DE SODIO | 150 | 8     | 1200 |
| CRUZ DEL RAYO  | AHORRADORA     | 65  | 2     | 130  |
| CANCHA DE ABSALON  | VAPOR DE SODIO | 150 | 7     | 1050 |
| ABSALON  | AHORRADORA     | 65  | 6     | 390  |
|  |                |     | TOTAL | 2770 |

| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, 12 AV NORTE |            |    |   |     |
|--|------------|----|---|-----|
| ABSALON  | AHORRADORA | 65 | 1 | 65  |
| ABSALON  | AHORRADORA | 65 | 6 | 390 |
| SANTA CECILIA  | AHORRADORA | 65 | 3 | 195 |
| TOTAL  |            |    |   | 650 |

| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, PROLONGACION 12AV NORTE POBLADO. CALLE |            |    |   |     |
|---|------------|----|---|-----|
|   | AHORRADORA | 65 | 3 | 195 |
| TOTAL   |            |    |   | 195 |

| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, 13 AV NORTE |                  |     |   |      |
|--|------------------|-----|---|------|
| LOS PINOS  | AHORRADORA       | 65  | 3 | 195  |
| SANTA CECILIA  | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| SANTA CECILIA  | ADITIVO METALICO | 175 | 1 | 175  |
| ARENAL   | AHORRADORA       | 65  | 5 | 325  |
| ARENAL   | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| ARENAL   | AHORRADORA       | 65  | 4 | 260  |
| ARENAL   | VAPOR DE SODIO   | 150 | 1 | 150  |
| TOTAL  |                  |     |   | 1405 |

| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, PROLONGACION 13 AV NORTE |              |     |   |     |
|---|--------------|-----|---|-----|
| ARENAL  | INCANDECENTE | 100 | 1 | 100 |
| ARENAL  | AHORRADORA   | 65  | 2 | 130 |
| ARENAL 2  | AHORRADORA   | 65  | 3 | 195 |
| TOTAL   |              |     |   | 425 |

| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, 14 AV NORTE |            |    |   |     |
|--|------------|----|---|-----|
| ARENAL 2   | AHORRADORA | 65 | 5 | 325 |
| BASURERO   | AHORRADORA | 65 | 4 | 260 |
| TOTAL  |            |    |   | 585 |

| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, CALLE BASURERO |            |    |   |     |
|---|------------|----|---|-----|
| CALLE BASUSERO  | AHORRADORA | 65 | 6 | 390 |
| CONDENSA  | AHORRADORA | 65 | 4 | 260 |
| SAN MIGUEL  | AHORRADORA | 65 | 4 | 260 |

|  |  |  |  |       |     |
|--|--|--|--|-------|-----|
|  |  |  |  | TOTAL | 910 |
|--|--|--|--|-------|-----|

|  |                |     |   |       |     |
|--|----------------|-----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, 14 AV NORTE |                |     |   |       |     |
| CALLE BASURERO   | AHORRADORA     | 65  | 2 |       | 130 |
| CALLE TECNICA  | AHORRADORA     | 65  | 1 |       | 65  |
| CALLE TECNICA  | VAPOR DE SODIO | 150 | 2 |       | 300 |
|  |                |     |   | TOTAL | 495 |

|   |            |    |   |       |    |
|---|------------|----|---|-------|----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, PROLONGACION 14 AV NORTE |            |    |   |       |    |
| CALLEJON  | AHORRADORA | 65 | 1 |       | 65 |
|   |            |    |   | TOTAL | 65 |

|  |            |    |   |       |     |
|--|------------|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, 4 ORIENTE NORTE |            |    |   |       |     |
| TECNICA  | AHORRADORA | 65 | 2 |       | 130 |
|  |            |    |   | TOTAL | 130 |

|  |            |    |   |       |    |
|--|------------|----|---|-------|----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, PRIVADA 4 ORIENTE NORTE |            |    |   |       |    |
| SANTA CECILIA  | AHORRADORA | 65 | 1 |       | 65 |
|  |            |    |   | TOTAL | 65 |

|   |             |    |   |       |     |
|---|-------------|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,5a PONIENTE NORTE |             |    |   |       |     |
| MERCEDES  | AHORRADORAS | 65 | 4 |       | 260 |
|   |             |    |   | TOTAL | 260 |

|   |            |    |   |       |     |
|---|------------|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,4a PONIENTE NORTE |            |    |   |       |     |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 2 |       | 130 |
|   |            |    |   | TOTAL | 130 |

|   |                  |     |   |  |     |
|---|------------------|-----|---|--|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,3a PONIENTE NORTE |                  |     |   |  |     |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 |  | 65  |
| POBLADO. CALLE  | ADITIVO METALICO | 175 | 1 |  | 175 |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA       | 65  | 1 |  | 65  |

|  |  |  |  |       |     |
|--|--|--|--|-------|-----|
|  |  |  |  | TOTAL | 305 |
|--|--|--|--|-------|-----|

|   |     |    |   |       |     |
|---|-----|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,3a PONIENTE NORTE |     |    |   |       |     |
| POBLADO. CALLE  | LED | 70 | 5 |       | 350 |
|   |     |    |   | TOTAL | 350 |

|   |            |    |   |       |     |
|---|------------|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,1a PONIENTE NORTE |            |    |   |       |     |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 70 | 1 |       | 70  |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 50 | 1 |       | 50  |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 70 | 1 |       | 70  |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 70 | 1 |       | 70  |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1 |       | 65  |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 70 | 4 |       | 280 |
|   |            |    |   | TOTAL | 605 |

|  |     |    |   |       |     |
|--|-----|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,1a ORIENTE NORTE |     |    |   |       |     |
| POBLADO. CALLE   | LED | 70 | 4 |       | 280 |
| POBLADO. CALLE   | LED | 50 | 1 |       | 50  |
|  |     |    |   | TOTAL | 330 |

|  |     |    |   |       |     |
|--|-----|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,2a ORIENTE NORTE |     |    |   |       |     |
| POBLADO. CALLE   | LED | 60 | 8 |       | 480 |
|  |     |    |   | TOTAL | 480 |

|  |            |    |   |       |     |
|--|------------|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,3a ORIENTE NORTE |            |    |   |       |     |
| POBLADO. CALLE   | LED        | 60 | 4 |       | 240 |
| POBLADO. CALLE   | AHORRADORA | 65 | 1 |       | 65  |
|  |            |    |   | TOTAL | 305 |

|  |     |    |   |  |    |
|--|-----|----|---|--|----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,4a ORIENTE NORTE |     |    |   |  |    |
| BAR MEXICANO   | LED | 60 | 1 |  | 60 |
| JOYERIA  | LED | 60 | 1 |  | 60 |
| BODEGA DE MAIZ   | LED | 60 | 1 |  | 60 |

|  |  |  |  |       |     |
|--|--|--|--|-------|-----|
|  |  |  |  | TOTAL | 180 |
|--|--|--|--|-------|-----|

|  |     |    |   |       |     |
|--|-----|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,5a ORIENTE NORTE |     |    |   |       |     |
| DETRÁS DE BODEGA MAIZ  | LED | 60 | 1 | 60    |     |
| EL CAIRO   | LED | 60 | 1 | 60    |     |
| CORRALON   | LED | 60 | 1 | 60    |     |
|  |     |    |   | TOTAL | 180 |

|  |            |    |   |       |     |
|--|------------|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,6a ORIENTE NORTE |            |    |   |       |     |
| MATAMOROS  | AHORRADORA | 65 | 1 | 65    |     |
| POBLADO. CALLE   | AHORRADORA | 65 | 1 | 65    |     |
| PANADERIA YAQUI  | LED        | 70 | 1 | 70    |     |
|  |            |    |   | TOTAL | 200 |

|  |     |    |   |       |     |
|--|-----|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,7a ORIENTE NORTE |     |    |   |       |     |
| CALLEJON POETA SANTIAGO  | LED | 70 | 4 | 280   |     |
| CALLEJON POETA SANTIAGO  | LED | 60 | 3 | 180   |     |
|  |     |    |   | TOTAL | 460 |

|   |     |    |   |       |     |
|---|-----|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,PROLONGACION 7a ORIENTE NORTE |     |    |   |       |     |
| IGLESIA CRISTIANA   | LED | 60 | 1 | 60    |     |
| POBLADO. CALLE  | LED | 60 | 1 | 60    |     |
|   |     |    |   | TOTAL | 120 |

|   |                |     |   |       |     |
|---|----------------|-----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,PROLONGACION 8a ORIENTE NORTE |                |     |   |       |     |
| TORILLERIA ARBOLITOS  | VAPOR DE SODIO | 150 | 1 | 150   |     |
| TORILLERIA ARBOLITOS  | LED            | 70  | 1 | 70    |     |
|   |                |     |   | TOTAL | 220 |

|  |            |    |   |     |  |
|--|------------|----|---|-----|--|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,9a ORIENTE NORTE |            |    |   |     |  |
| POBLADO. CALLE   | AHORRADORA | 65 | 2 | 130 |  |

|  |  |  |  |       |     |
|--|--|--|--|-------|-----|
|  |  |  |  | TOTAL | 130 |
|--|--|--|--|-------|-----|

|   |             |    |   |       |     |
|---|-------------|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,10a ORIENTE NORTE |             |    |   |       |     |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORAS | 65 | 2 |       | 130 |
| POBLADO. CALLE  | LED         | 60 | 3 |       | 180 |
|   |             |    |   | TOTAL | 310 |

|   |            |    |   |       |    |
|---|------------|----|---|-------|----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,CALLEJON SAN LUIS |            |    |   |       |    |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1 |       | 65 |
|   |            |    |   | TOTAL | 65 |

|  |     |    |   |       |     |
|--|-----|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA,9a ORIENTE NORTE |     |    |   |       |     |
| POBLADO. CALLE   | LED | 60 | 2 |       | 120 |
|  |     |    |   | TOTAL | 120 |

|   |            |    |   |       |     |
|---|------------|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, LA AMISTAD |            |    |   |       |     |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 3 |       | 195 |
|   |            |    |   | TOTAL | 195 |

|   |            |    |   |       |     |
|---|------------|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, LA AMISTAD 2 |            |    |   |       |     |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 9 |       | 585 |
|   |            |    |   | TOTAL | 585 |

|   |            |    |   |       |     |
|---|------------|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, LA AMISTAD 3 |            |    |   |       |     |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 3 |       | 195 |
|   |            |    |   | TOTAL | 195 |

|  |            |    |   |       |     |
|--|------------|----|---|-------|-----|
| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, ENTRADA NANDAYALU |            |    |   |       |     |
| POBLADO. CALLE   | AHORRADORA | 65 | 4 |       | 260 |
|  |            |    |   | TOTAL | 260 |



| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, NANDAYALU |            |    |   |     |
|--|------------|----|---|-----|
| POBLADO. CALLE   | LED        | 70 | 1 | 70  |
| POBLADO. CALLE   | AHORRADORA | 65 | 7 | 455 |
| TOTAL  |            |    |   | 525 |

| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, MERCEDES |                |     |    |      |
|---|----------------|-----|----|------|
| AREAS DE JUEGO  | VAPOR DE SODIO | 150 | 2  | 300  |
| CHAMIZAL  | AHORRADORA     | 65  | 1  | 65   |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA     | 65  | 10 | 650  |
| TOTAL   |                |     |    | 1015 |

| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, BRISAS 1 |     |    |   |     |
|---|-----|----|---|-----|
| POBLADO. CALLE  | LED | 70 | 5 | 350 |
| TOTAL   |     |    |   | 350 |

| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, BRISAS 2 |     |    |   |     |
|---|-----|----|---|-----|
| POBLADO. CALLE  | LED | 70 | 4 | 280 |
| TOTAL   |     |    |   | 280 |

| CENSO DE CARGA DE ALUMBRADO PUBLICO COL. SUCHIAPA, BRISAS 3 |            |    |   |     |
|---|------------|----|---|-----|
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1 | 65  |
| POBLADO. CALLE  | LED        | 70 | 3 | 210 |
| POBLADO. CALLE  | AHORRADORA | 65 | 1 | 65  |
| TOTAL   |            |    |   | 340 |

*Tabla 4. Censo de todo el alumbrado público de la ciudad de Suchiapa Chiapas*

### **3.4 Análisis energético y selección de lámparas**

#### **3.4.1 Análisis energético**

Los cálculos que se hizo fue vasado al censo que se realizó de toda la ciudad de Suchiapa, Chiapas. En los cálculos entraron todas las lámparas ya que la empresa que suministra la energía eléctrica que nos referimos a CFE tiene un régimen que se cumple, entonces al hablar de todas las lámparas se refiere que se están

contando lámparas buenas y lámparas descompuestas. Por 12 horas de utilidad con el 25 % más por la generación de armónicos y bajo factor de potencia.

|       | CANT.<br>LAMPARAS | POTENCIA(WATTS) |
|-------|-------------------|-----------------|
| TOTAL | 828               | 59985           |

Tabla 5. Potencia y total de lámparas

Total de lámparas de esta ciudad y su potencia total que consume, se puede apreciar.

| Tarifa | Descripción                                  | Cargo              | Unidades | MAY-19 |
|--------|--|--------------------|----------|--------|
| PDBT   | Pequeña demanda baja tensión hasta 25 kW-mes | Fijo               | \$/mes   | 74.84  |
|        |  | Variable (Energía) | \$/kWh   | 3.503  |

Fig. 41. Tarifa CFE

|  |                |
|--|----------------|
| KW   | 59.985         |
| HORAS                                      | 12             |
| DIAS                                       | 31             |
| PRECIO/ KWH                                | 3.503          |
| FACTOR DE POTENCIA,<br>ARMONICOS, ETC. 25% | 25%            |
| KWH  | 22314.42       |
| TOTAL                                      | \$ 97709.26658 |

Tabla 6. Calculo de consumo energético

En esta tabla se puede observar en cuanto el monto monetario de cuanto se paga por el alumbrado público de esta ciudad de Suchiapa, Chiapas.

Para poder calcular los KWH se utilizó la siguiente formula.

$$\text{KWH} = (\text{Watts}/1000) * (\text{Horas de utilidad}) * (\text{Días de utilidad})$$

### 3.4.2 Selección de lámparas

La selección de las nuevas lámparas es para poder tener un mejor ahorro energético y una eficiencia en cuanto la iluminación, en la actualidad existen una gran gama de lámparas para alumbrado público, pero para este caso se selecciona unas lámparas

LED de 60 W de consumo con una iluminación más eficiente que las lámparas comunes.



*Fig. 42. Lámpara LED*

Esta lámpara LED más eficiente tiene una iluminación de aproximadamente 8000 lm. Son lámparas de tecnología que tiene la facilidad de conectarla a 220 V y 120 V.

Son 300 lámparas LED de alta eficiencia que se colocaron sobre el municipio de Suchiapa, Chiapas. Estas se reubicaron sobre las existentes, pero también sobre los lugares más transitadas por peatones.

### **3.5 Mantenimiento preventivo**

En el mantenimiento preventivo se realizó para poder hacer una inversión menor en cuanto los materiales que la componen un alumbrado público. Ya que abecés las lámparas no encendían por falta de línea o neutro, sulfatación, o simplemente la fotoceldas, entre otro.

#### **3.5.1 Inspección de la línea de baja tensión**

En la parte de la inspección de las líneas es ver que tenga voltaje en este caso s es una fase o simplemente la usencia del neutro en caso de que la lámpara fuese de

120 V, ya que es un problema bastante común, más que nada cuando no hay líneas de conductores desnudos y se alimentaba con conductores 2+1 o 1+1 de aluminio en calibre 6.

Si la inspección resultaba positiva, el daño se reparaba inmediatamente, ya sea para tener voltaje nuevamente o el neutro.



*Fig. 43. Líneas rotas*

En la imagen se muestra la ruptura de una línea o fase que de una acometida para una lámpara de alumbrado publico

### **3.5.2 estados de los soportes**

Los soportes se constituyen por el brazo, abrazaderas, tornillos, se verifica que cada componente se encuentre en buen estado que no estén corroídos, o flojos, en este caso si algún componente resultaba en mal estado se sustituía por otro del mismo modelo.



*Fig. 44. Verificación de soportes del alumbrado publico*

Aquí se reajusta el brazo de lámpara porque estaba flojo y amarrado con alambre, se hizo el cambio y se puso su abrazadera para tener un buen ajuste y tener una mayor seguridad.

### **3.5.3 Revisión de lámparas (bombillos)**

No todas las lámparas dejando funcionar sino que hay lámparas que aun funcionan se revisaban porque en los soquet mogul la parte de en medio la lámpara no hacia buen contacto con la laminita del soquet.



*Fig. 45. Revisión de las lámparas*

Esta lámpara si funcionaba y se colocó nuevamente el problema es que no servía el soquet mogul y se sustituyó por un nuevo.

### 3.5.4 Inspección de encendido

Para poder dejar el trabajo terminado siempre se hace esta prueba de ver que encienda y apague nuevamente y si en caso no realizaba esos pasos se revisaba a que se debía el fenómeno.



*Fig. 46. Inspección de encendido de lámpara led*

Esta lámpara es de LED y se hizo un cambio de fotocelda y se esperó hasta que se apagara de nuevo.



*Fig. 47. Inspección de encendido lámpara ahorradora*

Acá se colocó lámpara y fotocelda nuevas y de igual forma se probó que si funcionara o que hiciera la función la fotocelda.

### 3.6 Mantenimiento correctivo

Para el mantenimiento correctivo de las lámparas de alumbrado público prácticamente se tenía que desmontar todo para poder corregir los daños que se propician por cortos circuitos, el tiempo, o golpes provocados por anomalías. Como se muestran en las siguientes figuras:



*Fig. 48. Desmonte de alumbrado publico*

En la *figura 48* se muestra el desmonte de todo el cabezal del alumbrado público ya que esta lámpara necesita un mantenimiento correctivo, porque no ya no estaban en buen estado los componentes.



*Fig. 49. Corrección de alumbrado publico*

Se puede apreciar que se están cambiando los accesorios de esta lámpara y como la conexión fue a 120 V, se probó que funcionara antes de subirlo al poste de concreto.



*Fig. 50. Colocación de alumbrado publico*

Para la colocación de nuevo tuvimos que utilizar una cuerda para poder sujetar esto con el afán de mantenerla seguro a la lámpara.

### **3.7 Análisis comparativo del antes y después del mantenimiento**

El análisis que se hizo es que se diera mantenimientos a las lámparas de que no funcionan, ya que CFE cobra por medio de censos, que aplica cada 6 meses, y pues ellos toman a todas las lámparas que estén colocadas en un poste aunque no funcione.

Para no pagar de más si es necesario que funcionen todas las lámparas del alumbrado publico

Las comparaciones se muestran en las figuras:





*Fig. 51. Lámpara rehabilitada LED 1*



*Fig. 52. Lámpara rehabilitada LED 2*



*Fig. 53. Lámpara rehabilitada LED 3*

Se repararon la mayorías de lámparas, entre LED, vapor de sodio, aditivo metálico, ahorradoras, como se mencionaba es para poder aprovecharlos ya que es un cobro de más al no tener las lámpara en funcionamiento.

### **3.7.1 Análisis comparativo de las potencias del antes y después**

La tabla siguiente muestra el análisis del total de potencias del antes y después de hacer el análisis energético es decir el censo que se realizó para poder deducir la potencia que consume la ciudad de Suchiapa, Chiapas.

| <b>LAMPARAS</b>                 | <b>CANT</b> | <b>POTENCIA (W)</b> |
|---------------------------------|-------------|---------------------|
| LAMPARAS LED 60 W SELECCIONADAS | 300         | 18000               |
| LAMPARAS EXISTENTES             | 828         | 59985               |

*Tabla 7. Comparación de lámparas*

Se realizó el cálculo de cuanto se consume con las 300 lámparas LED de 60 W, para hacer un comparativo y hacer la diferencia de las potencias.

| TIPO DE LAMPARA  | WATTS | CANTIDAD DE LAMPARAS | WATTS CONSUMIDO POR TIPO DE LAMPARA |
|------------------|-------|----------------------|-------------------------------------|
| AHORRADORAS      | 65    | 451                  | 29315                               |
| VAPOR DE SODIO   | 150   | 39                   | 5850                                |
| ADITIVO METALICO | 175   | 42                   | 7350                                |
| LED 70           | 70    | 135                  | 9450                                |
| LED 50           | 50    | 160                  | 8000                                |
| AHORRADORA 20 W  | 20    | 1                    | 20                                  |
| TOTAL            |       | 828                  | 59985                               |

*Tabla 8. Tipos de lámparas*

En las 451 lámparas ahorradoras fue donde se sustituyó las 300 lámparas led de 60 W.

Modificándose la tabla en la que se registró los tipos de lámparas con las que cuenta la ciudad de Suchiapa, Chiapas

| TIPO DE LAMPARA  | WATTS | CANTIDAD DE LAMPARAS | WATTS CONSUMIDO POR TIPO DE LAMPARA |
|------------------|-------|----------------------|-------------------------------------|
| AHORRADORAS      | 65    | 151                  | 9815                                |
| LED 60           | 60    | 300                  | 18000                               |
| VAPOR DE SODIO   | 150   | 39                   | 5850                                |
| ADITIVO METALICO | 175   | 42                   | 7350                                |
| LED 70           | 70    | 135                  | 9450                                |
| LED 50           | 50    | 160                  | 8000                                |
| AHORRADORA 20 W  | 20    | 1                    | 20                                  |
| TOTAL            |       | 828                  | 58485                               |

*Tabla 9. Tipos de lámparas sustituidas por LED*

Ahora ya tenemos la potencia total después de la comparación que se hizo a través de un análisis de consumo energético, cabe recalcar que se cambiaran las lámparas restantes por las lámparas ya seleccionadas.

El resultado es que ahora tenemos un consumo de 58485 Watts.

### **3.8 Implementación de nuevos alumbrados públicos**

#### **3.8.1 Alumbrado colonia las Palmas**

En la colonia las palmas del municipio de Suchiapa, se colocaron nuevas lámparas de alumbrado público, se aprovechando las lámparas que se sacaron de la ciudad de Suchiapa cuando se sustituyeron por las 300 lámparas led

El tipo de lámpara que se colocaron fue de aditivo metálico colocándose 30 de estas lámparas.



*Fig. 54. Colocación de lámparas aditivo metálico 1*

En algunos casos se tuvo problemas de voltajes porque algunas fotoceldas no funcionan porque no le llegaba el voltaje adecuado, pero para poder arreglar el problema se hizo algunos balanceos, todas las lámparas se conectaron a 120 V.



*Fig. 55. Colocación de lámparas aditivo metálico 2*

Esta colonia no contaba con alumbrado público, ya que es un lugar un poco retirado de la ciudad de Suchiapa, se dice que se encuentra 20 Km aproximadamente.

En esta colonia las palmas ahora tiene un potencia total de 4500 W, las luminarias se colocaron en lugares más críticos por vandalismo.

### **3.8.2 Alumbrado colonia la Ciénega**

Es la colonia más retirada de la ciudad de Suchiapa, Chiapas. Se encuentra a 2 horas de camino, porque no cuenta con carretera solo con calle terracería.

Acá se colocaron 9 lámparas de alumbrado público de igual forma de aditivo metálico.



*Fig. 56. Colocación de lámparas aditivo metálico 3*



*Fig. 57. Colocación de lámparas aditivo metálico 4*

#### 4. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

De acuerdo con lo que se hizo y a los resultado con forme a las potencia se calculó para poder tener saber su potencia total y ver cuánto se está ahorrando en consumo.

| ANTES                                      |            |
|--|------------|
| KW   | 59.985     |
| HORAS                                      | 12         |
| DIAS                                       | 30         |
| PRECIO/ KWH                                | 3.503      |
| FACTOR DE POTENCIA, ARMONICOS, ETC.<br>25% | 25%        |
| KWH  | 21594.6    |
| TOTAL                                      | 94557.3548 |

*Tabla 10. Primer resultado con lámparas existentes*

La *tabla 10* nos muestra el primer resultado de cuanto se paga por el consumo de energía.

| DESPUES CON LAS 300 LAMPARAS<br>LED IMPLEMENTADOS |            |
|---|------------|
| KW  | 58.485     |
| HORAS   | 12         |
| DIAS  | 30         |
| PRECIO/ KWH                                       | 3.503      |
| FACTOR DE POTENCIA, ARMONICOS, ETC.<br>25%        | 25%        |
| KWH   | 21054.6    |
| TOTAL   | 92192.8298 |

*Tabla 11. Segundo resultado con lámparas implementadas y sustituidas*

En la *tabla 11* nos muestra el resultado después de hacer las remodelaciones y los mantenimientos. Dando como diferencia 2364.53 pesos de ahorro. Pero con una gran eficiencia en cuestión de iluminación.

| CON LAS 828 LAMPARAS<br>CAMBIADAS A LED 60 W |           |
|--|-----------|
| KW   | 49.68     |
| HORAS  | 12        |
| DIAS   | 30        |
| PRECIO/ KWH                                  | 3.503     |
| FACTOR DE POTENCIA,<br>ARMONICOS, ETC. 25%   | 25%       |
| KWH  | 17884.8   |
| TOTAL  | 78313.068 |

*Tabla 12. Resultado final implementado las 828 lámparas LED*

En esta *tabla 12* nos refleja el ahorro total al cambiarse todas las lámparas de mayor consumo a lámparas LED. La diferencia es de 16244.2868 pesos con una eficiencia del 100% de iluminación.

Los resultados obtenidos nos refleja el gran ahorro que se obtendrá al cambiar todas las lámparas de esta ciudad de Suchiapa, Chiapas. Pero por lo pronto se sacara provecho con solo las 300 lámparas y las lámparas rehabilitadas, como se mencionaba aunque las lámparas no estén en función se siguen cobrando ya que el alumbrado no se cobra por medición sino mediante un censo que se ejecuta cada 6 meses. Cada 6 meses se hace el censo para ver si existen más lámparas o menos.

En la ejecución de este trabajo deja mucho aprendizaje, porque es un tema que se le da poca importancia, en el alumbrado público se busca eficiencia y que cada lámpara que se cobre por CFE verificar que funcionen al 100% con el afán de sacarle provecho, para poder llevar a cabo este trabajo se tiene que estar verificando constantemente por personal de mantenimiento especializado en alumbrado público y tener conocimiento en electricidad.



## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

*EVA MARÍA LARA LÓPEZ, J. A. (2019). ESTUDIO Y ANÁLISIS DE INGENIERÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO CON LUMINARIOS DE LED EN LA PERIFERIA DEL RECLUSORIO NORTE. MEXICO, D.F. [1]*

*GONZALEZ, A. M. (2015). INFLUENCIA DEL ALUMBRADO PUBLICO SOBRE LA SEGURIDAD Y LA CONDUCTA. GRANADA. [2]*

*ARIAS, S. L. (2015). ILUMINACION Y ALUMBRADO PÚBLICO. COLOMBIA. [3]*

*AARON BRAVO VASQUEZ, A. S. (2016). MEJORA DEL ALUMBRADO PARA OFICINAS NACIONALES DEL INMUEBLE REFORMA DE LA COMISION NACIONAL DE ELECTRICIDAD. MEXICO. [4]*

*GONZALEZ MACEDA HUGO, G. M. (2015). PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO EXTERIOR PARA LOS ESTACIONAMIENTOS DE LA E.S.I.M.E. UNIDAD ZACATENCO, POR MEDIO DE LUMINARIA DE TECNOLOGIA LED. MEXICO. D.F. [5]*