



# **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

---

## **INGENIERÍA ELÉCTRICA**

### **REPORTE DE RESIDENCIA/TESIS**

**Alumbrado Público, Entronque Chiapa de Corzo, La  
Angostura, Aeropuerto Ángel Albino Corzo.**

**ASESOR:**

**ING. JORGE DÍAZ HERNÁNDEZ**

**ALUMNO:**

**GONZÁLEZ VÁZQUEZ LUIS ALFONSO**

**TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, DICIEMBRE 2014**

## Índice

Pág.

1. Introducción.....	4
1.1 Antecedentes.....	4
1.2 Estado del Arte.....	5
1.3 Justificación .....	6
1.4 Objetivo .....	7
1.5 Metodología .....	7
2. Fundamento teórico.....	8
2.1 Alumbrado Público. ....	8
2.2 Uso adecuado de las luminarias. ....	8
2.3 Tipos de lámparas .....	10
2.3.1 Lámparas incandescentes. ....	10
2.3.2 Lámparas HID Vapor de Mercurio Alta Presión.....	10
2.3.3 Lámparas HID Luz Mixta .....	11
2.3.4 Lámparas HID (Alta Intensidad de Descarga) Aditivos Metálicos. ....	12
2.3.5 Lámparas Vapor de Sodio .....	12
2.3.6 Lámparas de inducción.....	14
2.4 Vida media y útil de una fuente luminosa .....	15
2.5 El transformador de distribución.....	16
2.5.1 Finalidad. ....	16
2.5.2 Descripción.....	16
2.6 Principio de funcionamiento.....	17
2.6.1 Taps del transformador. ....	18
2.6.2Taps del transformador trifásico .....	19
2.7 Dispositivos de protección.....	19
2.7.1 Protecciones contra sobretensiones. ....	19
2.7.2 Sistema de tierra física. ....	20
2.8. Dispositivos de control.....	20
2.8.1 Fococelda. ....	20

2.8.2 Contactores.....	21
3. Desarrollo.....	21
3.1 Introducción.....	21
3.2 Localización.....	22
3.3 Levantamiento físico del proyecto.....	23
3.4 Consideraciones de diseño.....	23
3.4.1 Selección de alumbrado.....	24
3.4.2 Pruebas y análisis de las luminarias seleccionadas.....	24
3.4.3 Distribución de las luminarias.....	28
3.5 Selección del transformador.....	28
3.5.1 Calculo eléctrico para determinar la capacidad del transformador.....	28
3.5.2 Consideraciones técnico-practico para la selección del transformador.....	31
3.6 Selección del conductor.....	31
3.6.1 Alimentadores principales en baja tensión.....	32
4. Resultados y conclusiones.....	34
5. Referencias.....	35
ANEXOS.....	36
Anexo A: Costo y presupuesto de la obra.....	36
Anexo B: Normas Oficiales Mexicanas.....	47
Anexo C: Tablas.....	48
Anexo D: Guía práctica de mantenimiento eléctrico.....	52
Anexo E: Plano Eléctrico de la Obra.....	54

# Introducción

## 1.1 Antecedentes

El servicio de alumbrado público tiene como finalidad satisfacer las condiciones básicas de iluminación de calles, avenidas y vehículos en vialidades, así como espacios públicos para poder desarrollar las actividades acordes a cada lugar con la iluminación adecuada, es uno de los servicios que con más insistencia demandan los habitantes de las localidades como resultado del crecimiento de la población y del desarrollo urbano, la prestación de este servicio es una de las tareas fundamentales de los gobiernos locales; sin embargo, su instalación, operación, actualización y costo constituyen a menudo un problema técnico y económico.

Como resultado se tienen varios tipos de fuentes de luz basados en el principio de la descarga en gases y entre las más usuales se encuentran las de aditivos metálicos que se aplican en ciertas zonas especiales donde se trata de resaltar cierto tipo de artículos, las de vapor de sodio de alta presión en las cuales se contempla iluminando las principales calles y avenidas de la ciudad y casi todas las grandes capitales de mundo.

En materia de alumbrado, los avances tecnológicos han permitido innovaciones que han dado lugar a fuentes luminosas que proporcionan una mayor cantidad de Lúmenes, con menor consumo de energía eléctrica, así como la transformación del sistema de alumbrado público con focos de mercurio, a lámparas con vapor de sodio de alta presión.

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas cuenta con un atraso tecnológico en el sector correspondiente al alumbrado público, debido a que es un tema que en pocas ocasiones es tratado con la ingeniería requerida, esto arroja a tener instalados luminarias ineficientes, no ahorradores de energía y enemigos del medio ambiente, que a su vez cuentan con una pésima distribución de iluminación que afecta directamente al confort de la sociedad.

Teniendo en cuenta los factores antes mencionados, es preciso comenzar la modernización de alumbrado público del tramo carretero del entronque (Chiapa de Corzo - la Angostura) al entronque camino al aeropuerto Ángel Albino Corzo del km 0+000 al km 1+100 (incluyendo las gasas del entronque).

Donde desafortunadamente no cuenta con alumbrado público suficiente, se propone instalar luminaria OV15 con balastro y lámpara 100W VSAP con fotocelda, para alumbrado público. Por ello es necesario corroborar que la utilización de esta lámpara cumple con la distribución de lúmenes necesarios y a su vez sea la más conveniente para aprovechar los mayores beneficios que ofrece el alumbrado público.

## 1.2 Estado del Arte

Tuxtla Gutiérrez será una ciudad de vanguardia; contará con un sistema único, modelo de eficiencia y atención a la ciudadanía. Uno de los servicios públicos fundamentales para el nivel de vida de la ciudadanía es el alumbrado público. Por ello, el presidente municipal de Tuxtla Gutiérrez; dio a conocer el Proyecto Integral de Alumbrado Público para la capital chiapaneca.

Este servicio es una prioridad para la actual administración, por lo que debe presentarse en condiciones óptimas de permanencia, niveles luxométricos adecuados, así como ahorro y eficiencia energética que permitan la gestión y el control integral de este servicio, generando un clima de seguridad y embellecimiento de la ciudad.

El Ayuntamiento ha realizado esfuerzos presupuestales para mantener y mejorar este servicio, lo cual ha sido insuficiente, por lo que surge la necesidad de suministrar, mantener, modernizar y gestionar de manera integral este servicio; en razón de que su desempeño actual no se desarrolla en condiciones óptimas, generando malestar entre la ciudadanía.

Según datos de la Dirección de Alumbrado Público (DAP) del Ayuntamiento capitalino, la red de alumbrado municipal está compuesta por un total de 33 mil 733 luminarias. En este contexto, 21 mil 440 son de baja tensión y 12 mil 293 son de tensión media. Así mismo, todas las luminarias requieren de una alimentación eléctrica para funcionar, y ésta puede ser tanto de baja tensión (120-140 voltios) como de media tensión (13 mil 200 a 23 mil voltios), según sea la configuración de cada circuito y el equipamiento del que dispongan.

La situación que actualmente guarda la red de alumbrado público en Tuxtla Gutiérrez ofrece la gran oportunidad de:

- Mejorar los niveles de atención al público.
- Buscar ahorros en el consumo de energía por medio del uso de tecnologías modernas y eficientes.
- Recuperar niveles de operación elevados que garanticen la continuidad.

La empresa francesa Citelum, con sede en Puebla, es la encargada de llevar a cabo este proyecto, que contempla las acciones de un Plan Maestro de Iluminación Urbana, cuyas líneas básicas son las que siguen:

- Se define como un Plan Maestro de Iluminación Urbana al Proyecto de Planificación Urbana y Programación de Inversiones para el Sistema de Alumbrado Público de la Ciudad.
- El PMI es el instrumento de planificación urbana que incorpora otra cultura a otras acciones de mejoramiento urbano nocturno, pensar las noches de las

ciudades de manera global: no para iluminar todo indistintamente, sino para generar un proceso continuo de mejora sobre los espacios de la ciudad.

El contrato celebrado con Citelum inició en marzo pasado y culminará en el mes de diciembre de 2014; contempla objetivos, metas y alcances medibles. De esta forma, el Gobierno de la Ciudad ofrece una solución integral a este reclamo ciudadano, con el objetivo de ofrecer bienestar a las familias capitalinas y proyectar a Tuxtla Gutiérrez como una ciudad de vanguardia.

Lo que aquí se propone como proyecto, es la instalación de luminaria que permita el ahorro de energía en el tramo carretero del entronque (Chiapa de Corzo - la Angostura) al entronque camino al aeropuerto Ángel Albino Corzo del km 0+000 al km 1+100 (incluyendo las gasas del entronque), cumpliendo con la normas que rigen en la actualidad.

### **1.3 Justificación**

Debido a que las luminarias son insuficientes, y los pocos componentes que existen en la zona han llegado al fin de su vida útil por lo que no permiten seguir prestando los servicios de iluminación requeridos, es necesario realizar cambios a la instalación incorporando luminarias más eficientes energéticamente, con el fin de otorgar el mejor servicio público, considerando la normatividad vigente.

El sentido de este tipo de proyectos es que, el uso de tecnologías energéticamente más eficientes, disminuye el consumo de energía eléctrica y el nivel de potencia contratada para un mismo nivel de iluminación, generando un beneficio económico por ahorro de costos de operación y mantenimiento.

Además, las características constructivas mejoradas de las alternativas que incorporan elementos de eficiencia energética aumentan la vida útil de los equipos al quedar éstos mejor protegidos al efecto de vientos, contaminación ambiental, variación de temperaturas y otros efectos ambientales que acaban rápidamente con los equipos.

De este modo, en el tramo carretero del entronque (Chiapa de Corzo - la Angostura) al entronque camino al aeropuerto Ángel Albino Corzo del km 0+000 al km 1+100 (incluyendo las gasas del entronque), es posible alargar los intervalos de tiempo requeridos para reemplazar componentes o piezas de éstos, en este proyecto se propone instalar luminaria OV15 con balastro y lámpara 100W VSAP con fotocelda, haciendo uso más eficiente y racional del servicio de alumbrado público, básico para la seguridad del ciudadano y para el desempeño de actividades que se realizan cuando se opone el sol.

## 1.4 Objetivo

Analizar y calcular los parámetros de iluminación de la luminaria OV15 con balastro y lámpara 100W VSAP con fotocelda, que se instalará en el tramo carretero del entronque (Chiapa de Corzo - la Angostura) al entronque camino al aeropuerto Ángel Albino Corzo del km 0+000 al km 1+100 (incluyendo las gasas del entronque). Obteniendo la correcta distribución física y de iluminación, presentando beneficios técnicos de iluminación y confort visual para alumbrado público.

### Objetivo particular:

- Realizar cálculos para conocer la capacidad del transformador y el calibre del conductor que se utilizará.
- Dar a conocer la modernización y beneficios que conlleva la utilización de la luminaria OV15 con balastro y lámpara 100W VSAP con fotocelda, en alumbrado público.
- Alargar la vida útil del alumbrado público.
- Proporcionar un servicio de calidad en el alumbrado público.
- Calculo de corto circuito de las líneas de alimentación.

## 1.5 Metodología

Este documento describe una metodología para la evaluación de proyectos de alumbrado en la vía pública. El énfasis de la metodología está en proveer los elementos necesarios para decidir por las alternativas más eficientes energéticamente. Son muchos los beneficios que se atribuyen a la disponibilidad de alumbrado público adecuado.

Los más citados corresponden a disminución de accidentes vehiculares en las noches, mayor sensación de seguridad de peatones, contribución a la reducción de crímenes nocturnos. El primer aspecto a considerar en el alumbrado público es que debe ser diseñada para proporcionar el nivel de iluminación requerido por el tipo de vialidad, es decir, considerando el tamaño de las calles y el flujo de tránsito.

En todos los casos debe considerar las condiciones específicas de iluminación, tanto en los pasos peatonales y las banquetas. Un segundo aspecto, paralelo y complementario al anterior, es el costo de las tarifas actuales. El alumbrado público es la tarifa más alta, por ello un buen diseño del sistema de iluminación que tiene un bajo costo, maximiza la relación beneficio.

## **2. Fundamento teórico**

### **2.1 Alumbrado Público.**

El alumbrado público es el servicio público no domiciliario que se presta con el fin de iluminar lugares de libre circulación, que incluyen espacios que no se encuentren a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, diferente del municipio.

El objetivo principal es proporcionar condiciones de iluminación que generen sensación de seguridad a los peatones y una adecuada visibilidad a los conductores de vehículos en zonas con alta circulación peatonal, así como espacios públicos para poder desarrollar las actividades acordes a cada lugar con la iluminación adecuada.

El alumbrado público en las ciudades o centros urbanos es un servicio municipal, y a su vez ellos se encargan de su instalación, aunque en carreteras o infraestructura vial importante, su implementación corresponde al gobierno central o regional. El alumbrado público es uno de los servicios que con más insistencia demandan los habitantes de las localidades como resultado del crecimiento de la población y del desarrollo urbano, la prestación de este servicio es una de las tareas fundamentales de los gobiernos locales.

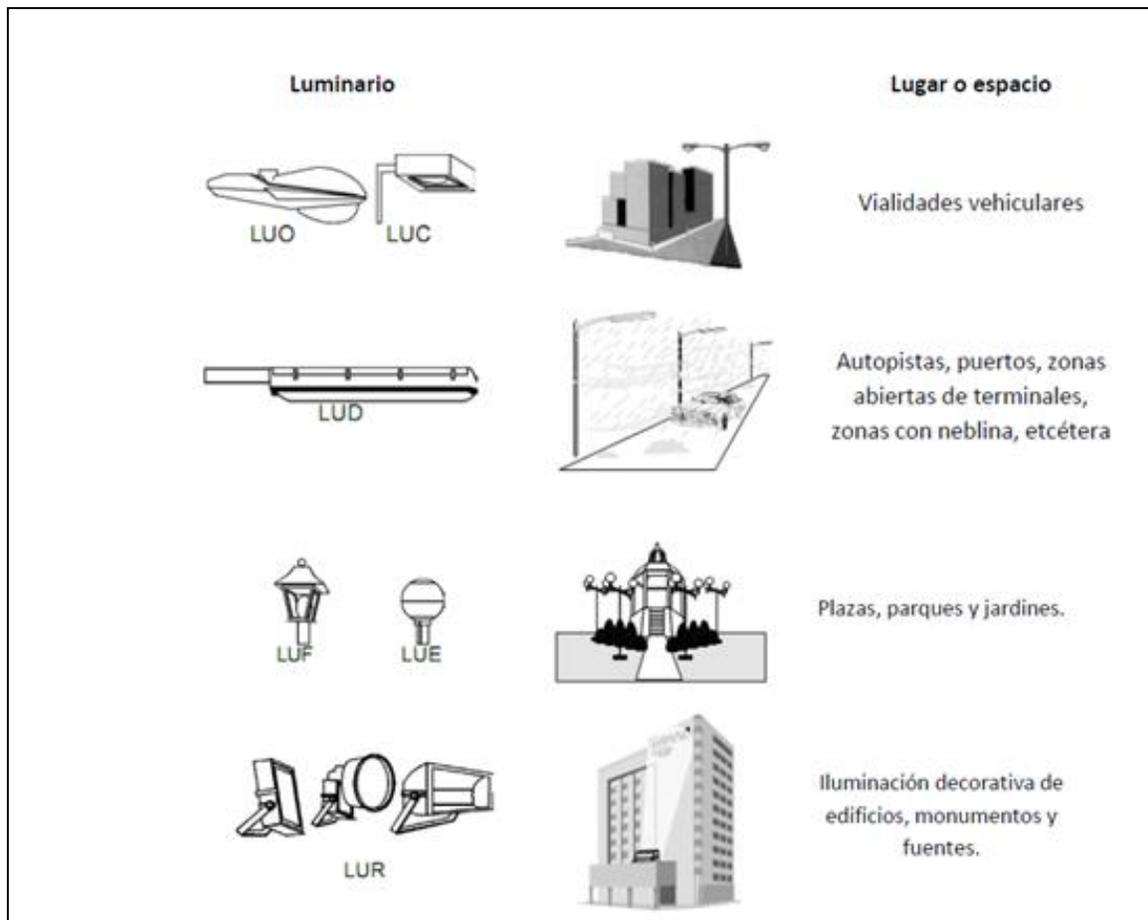
Sin embargo, su instalación, operación, actualización y costo constituyen a menudo un problema técnico y económico, esto origina por lo general, un servicio deficiente y costoso que se agrava a medida que el tiempo pasa y no se toman las medidas necesarias para la actualización y/o mejoramiento. Todo ello con el fin de tener un uso más eficiente y racional de los recursos energéticos del servicio de alumbrado público, que contribuya a la disminución del gasto destinado al pago por suministro de energía eléctrica.

En el mercado existe una amplia variedad de luminarias, cuya eficiencia varía notablemente. Para identificar los de mayor eficiencia es necesario evaluar el nivel de iluminación y la forma de distribuir la luz: ésta también tiene relación con la altura de montaje y separación entre postes. La selección de uno u otro, así como el espaciamiento, altura, número de hileras y el tipo de acabado de la superficie reflejante receptora de la luz, depende del criterio de diseño del sistema.

### **2.2 Uso adecuado de las luminarias.**

Los tipos de luminarias que se ilustran a continuación son los más usuales en alumbrado de vialidades y exteriores. A cada uno de ellos se le ha asignado una

clave para facilitar su identificación (ver fig.1.0). El uso eficiente se alcanza cuando se ubican en los espacios y lugares adecuados.



Los tipos de lámparas pueden agruparse en:

- Incandescentes
- Fluorescentes
- De descarga de alta intensidad
- Inducción
- LED

De estos tipos de lámparas, las de mayor demanda en exteriores actualmente son las de descarga de alta intensidad, (ver tabla C3, anexo C).

## 2.3 Tipos de lámparas

### 2.3.1 Lámparas incandescentes.

Las lámparas incandescentes estándar pueden demandar potencias nominales que oscilan entre los 25 y 1,500 Watts, con tensiones eléctricas de 127 y 220 Volts, para producir flujos luminosos de 220 a 29,600 lúmenes. Las lámparas incandescentes con halógenos que se utilizan en los proyectores pueden demandar potencias que varían entre los 500 y 1,000 Watts para producir flujos de hasta 25,000 lúmenes. Las lámparas incandescentes se utilizan preferentemente en la iluminación de interiores (lámpara de 100 a 300 Watts), con alturas que no superen los cuatro metros.

### 2.3.2 Lámparas HID Vapor de Mercurio Alta Presión

A medida que se aumenta la presión del vapor de mercurio en el interior del tubo de descarga, la radiación ultravioleta característica de la lámpara a baja presión pierde importancia respecto a las emisiones en la zona visible. En estas condiciones la luz emitida, de color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra a añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro.

La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en unas 8000 horas. La eficacia oscila entre 40 y 60 lm/W y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible (vea figura 1.1).

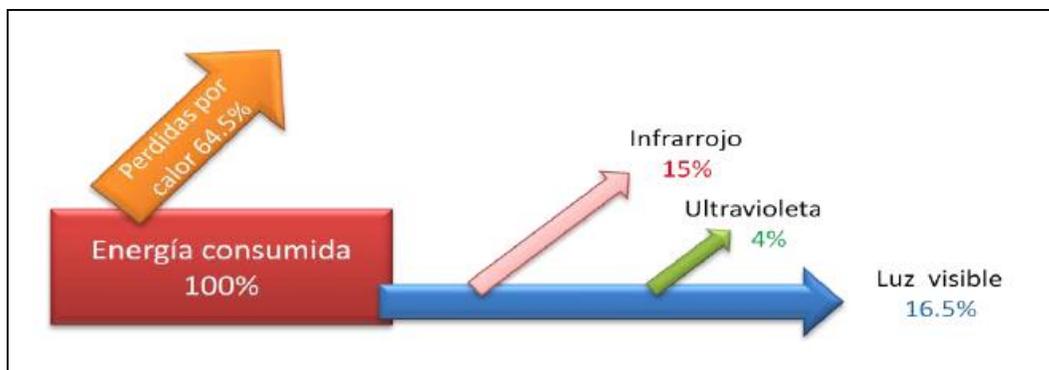


Fig.1.1 balance energético de lámpara de mercurio a alta presión

Los modelos más habituales de estas lámparas tienen una tensión de encendido entre 150 y 180 Volts, que permite conectarlas a la red de 220 Volts sin necesidad de elementos auxiliares. Para encenderlas se recurre a un electrodo auxiliar próximo a uno de los electrodos principales que ioniza el gas inerte contenido en el tubo y facilita el inicio de la descarga entre los electrodos principales. Iniciando

un periodo transitorio de unos cuatro minutos, caracterizado porque la luz pasa de un tono violeta a blanco azulado, en el que se produce la vaporización del mercurio y un incremento progresivo de la presión del vapor y el flujo luminoso hasta alcanzar los valores normales.

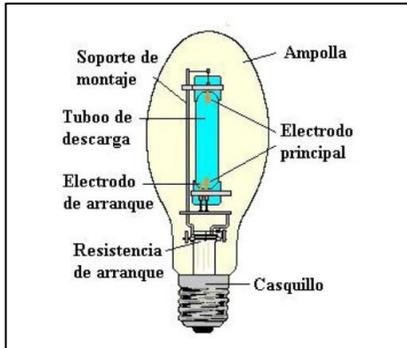


Fig.1.2 lámpara de mercurio a alta presión

### 2.3.3 Lámparas HID Luz Mixta

Las lámparas de luz mixta (fig.1.3) son una combinación de una lámpara de mercurio a alta presión con una lámpara incandescente y habitualmente, un recubrimiento fosforescente. El resultado de esta mezcla es la superposición, al espectro del mercurio, del espectro continuo característico de la lámpara incandescente y las radiaciones rojas provenientes de la fosforescencia.

Su eficacia se sitúa entre 20 y 60 lm/W y es el resultado de la combinación de la eficacia de una lámpara incandescente con la de una lámpara de descarga. Una particularidad de estas lámparas es que no necesitan balastro ya que el propio filamento actúa como estabilizador de la corriente. Esto las hace adecuadas para sustituir las lámparas incandescentes sin necesidad de modificar las instalaciones.

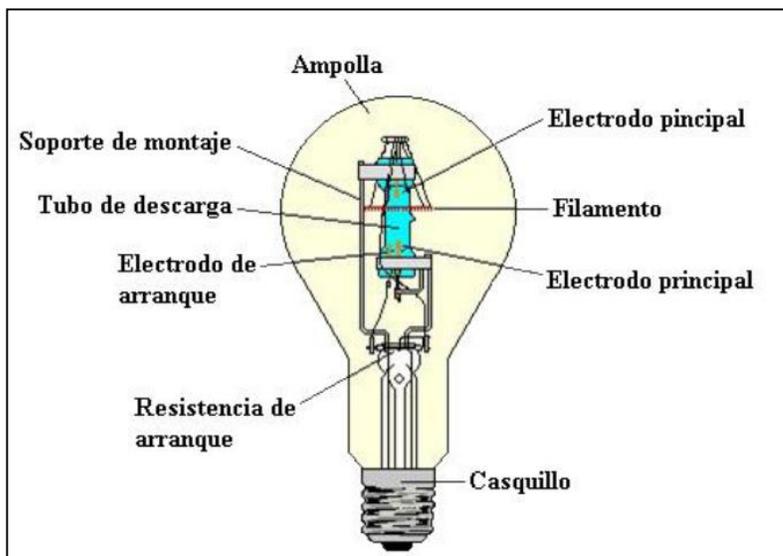


Fig.1.3 lámpara de luz mixta

### 2.3.4 Lámparas HID (Alta Intensidad de Descarga) Aditivos Metálicos.

Si se añade en el tubo de descarga yoduros metálicos (sodio, talio, indio) se consigue mejorar considerablemente la capacidad de reproducir el color de la lámpara de vapor de mercurio. Cada una de estas sustancias aporta nuevas líneas al espectro (amarillo el sodio, verde el talio, rojo y azul el indio). La eficiencia de estas lámparas ronda entre los 60 y 96 lm/W y su vida media es de unas 10000 horas.

Tienen un periodo de encendido de unos diez minutos, que es el tiempo necesario hasta que se estabiliza la descarga. Para su funcionamiento es necesario un dispositivo especial de encendido, puesto que las tensiones de arranque son muy elevadas (1500-5000 Volts). Las excelentes prestaciones cromáticas la hacen adecuada entre otras para la iluminación de instalaciones deportivas, para retransmisiones de TV, estudios de cine, proyectores.

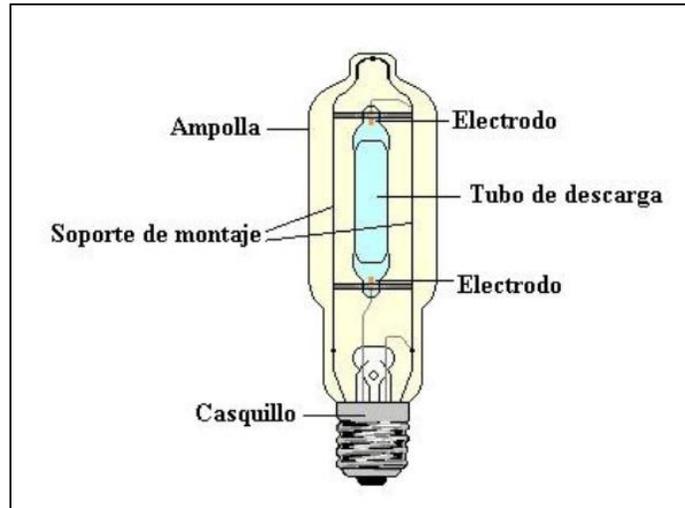


Fig.1.4 lámpara HID de aditivos metálicos

### 2.3.5 Lámparas Vapor de Sodio

#### 2.3.5.1 Lámparas Vapor de Sodio a Baja Presión

La descarga eléctrica en un tubo con vapor de sodio a baja presión produce una radiación monocromática característica formada por dos rayas en el espectro (589 nm y 589.6 nm) muy próximas entre sí. La radiación emitida, de color amarillo, está muy próxima al máximo de sensibilidad del ojo humano (555 nm). Por ello, la eficacia de estas lámparas es muy elevada (entre 160 y 180 lm/W). Otras ventajas que ofrece es que permite una gran comodidad y agudeza visual, además de una buena percepción de contrastes. Por contra, su monocromatismo hace que la

reproducción de colores y el rendimiento en color sean muy malos haciendo imposible distinguir los colores de los objetos.

La vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15000 horas y la depreciación de flujo luminoso que sufren a lo largo de su vida es muy baja por lo que su vida útil es de entre 6000 y 8000 horas. Esto junto a su alta eficiencia y las ventajas visuales que ofrece ya no la hacen adecuada para usos de alumbrado público, aunque también era utilizada con finalidades decorativas.

En cuanto al final de su vida útil, este se produce por agotamiento de la sustancia emisora de electrones como ocurre en otras lámparas de descarga. Aunque también se puede producir por deterioro del tubo de descarga o de la ampolla exterior.

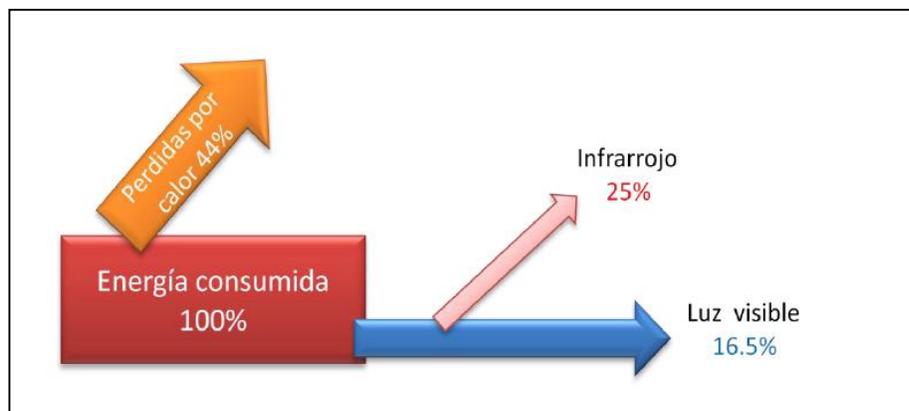


Fig.1.5 balance energético de una lámpara de vapor de sodio a baja presión

### 2.3.5.2 Lámparas Vapor de Sodio a Alta Presión

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión. La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20000 horas y su vida útil entre 8000 y 12000 horas.

Entre las causas que limitan la duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo tenemos que hablar del fallo por fugas en el tubo de descarga y del incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que impiden su correcto funcionamiento.

Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas (1000 °C), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de

sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío.

Las lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión, son lámparas de descarga y requieren de un largo tiempo para un reencendido y alcanzar su máxima luminosidad después de una falla en el suministro. Las lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión, están fabricadas con un tubo de arco dentro de un bulbo exterior al vacío, por lo cual si el bulbo llegará a quebrarse ocasionaría una explosión. Como medidas preventivas, se recomienda el uso de lentes y guantes de seguridad, cuando se instalen y desmonten las lámparas.

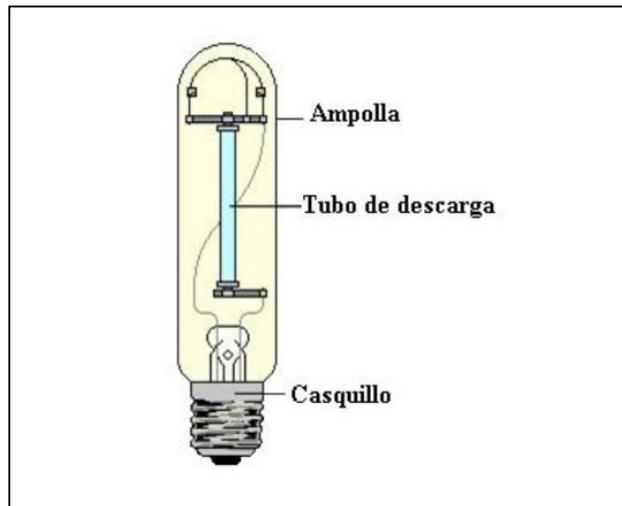


Fig.1.6 lámpara de vapor de sodio a alta presión

Para producir el encendido con vapor de sodio a alta presión se necesitan tensiones del orden de cuatro kilovolts, por lo que se utilizan reactancias (autotransformadores-elevadores). Es necesario mejorar el factor de potencia. El reencendido se produce en un minuto si se parte del estado caliente. Este tipo de lámparas tienen muchos usos posibles tanto en iluminación de interiores como de exteriores. Algunos ejemplos son en iluminación de naves industriales, alumbrado público o iluminación decorativa.

### 2.3.6 Lámparas de inducción

El principio de generación de luz es similar de la fluorescencia convencionalmente, pero con la finalidad de conseguir la radiación ultravioleta, no a través de la descarga eléctrica, sino mediante un campo electromagnético con similares efectos al anterior sobre el átomo de mercurio. La señal se transmite a la lámpara por un conductor blindado, existiendo en ella un solenoide que hace las veces de antena.

Alrededor de ella se produce un campo que provoca fuertes choques atómicos de los gases interiores de la ampolla, que a su vez genera rayos ultravioleta. Las ondas U.V. no visibles actúan sobre las sales fluorescentes siendo el resultado la disminución de su frecuencia para convertirse en la radiación luminosa del espectro. Fuente y lámpara con su conexión forman un conjunto de utilización indivisible a renovar en su caso simultáneamente.

## 2.4 Vida media y útil de una fuente luminosa

Una lámpara eléctrica como cualquier otro bien material está sometida a un envejecimiento que incide directamente en la reducción progresiva de su flujo y con él su Eficacia Luminosa. Con motivo de esta realidad surgen dos definiciones representativas de su comportamiento. Vida Media; que representa el número de horas de encendido que coincide en la inutilización del 50% de las lámparas en uso, o dicho de otro modo, la media aritmética de las horas de duración. Este concepto dado en horas, es el que normalmente exhiben los fabricantes como característica de gran importancia.

Pero como existe lámparas cuyo deterioro es más paulatino que brusco, se debe propiciar otra forma de medición. En este caso se llama Vida Útil al periodo de tiempo de funcionamiento expresado también en horas, durante el cual el flujo de la lámpara no desciende por debajo del 70% de su valor nominal, equiparable en ocasiones al tiempo en que la mortandad no supere el 20%.

Naturalmente este último concepto es mucho más preciso para realizar cualquier cálculo de iluminación, ya que acota a un valor mínimo de depreciación de la eficacia luminosa de una lámpara, a partir del cual la escasez de iluminación va a incidir negativamente sobre la actividad a la que sirve. En ese momento resultara siempre más rentable su renovación que esperar, como erróneamente se hace, a su total agotamiento.

La luminaria que se utilizará en este proyecto es la OV15 con balastro y lámpara 100W VSAP con fotocelda, haciendo uso más eficiente y racional del servicio de alumbrado público, básico para la seguridad del ciudadano y para el desempeño de actividades que se realizan cuando se opone el sol. La curva de intensidad luminosa de la luminaria, es la siguiente. (Véase Fig.1.7)

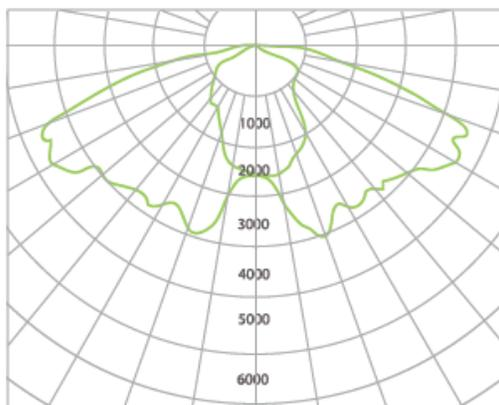


Fig.1.7 curva de intensidad

## **2.5 El transformador de distribución.**

### **2.5.1 Finalidad.**

El transformador es un dispositivo que convierte energía eléctrica alterna de un cierto nivel de voltaje, en energía eléctrica alterna a otro nivel de voltaje, por medio de la acción de un campo magnético. Esta constituido de dos o más bobinas de alambre, aislados entre sí eléctricamente por lo general y arrolladas alrededor de un mismo núcleo de material ferromagnético. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo.

El rango de capacidad de los transformadores de distribución es la siguiente: (véase Tabla C4, para más información).

Monofásicos desde 5, 10, 15, 25, 37.5, 50, 75 y 100 KVA.

Trifásicos desde 15, 25, 30, 45, 50, 75, 100, 112.5, 150, 220 y 330 KVA.

En general los voltajes usados en la transmisión no son los apropiados para utilización en las distintas aplicaciones de la energía eléctrica y es necesario entonces, reducirlos a distintos niveles adecuados a cada aplicación, esto requiere del uso de transformadores “reductores”, estos, como los transformadores “elevadores” se les denomina en general como transformadores de potencia.

Uno de los devanados del transformador se conecta a una fuente de potencia, y el segundo devanado entrega potencia eléctrica a las cargas. Al arrollamiento que se conecta a la carga se le denomina devanado secundario o devanado de salida, al arrollamiento que se conecta a la fuente suele llamarse devanado primario o devanado de entrega.

Los transformadores de distribución son usados ordinariamente para bajar la tensión (voltaje) de los sistemas de Distribución al valor de utilización. Los transformadores de Distribución se conectan a los alimentadores primarios generalmente a través de unos fusibles y suministran los circuitos secundarios a los cuales está conectado el servicio del consumidor.

Los fusibles que van colocados en las terminales de alta tensión del transformador de distribución abre en el circuito en caso de fallas en el propio transformador o en las líneas conectadas a su secundario y evitan, en esta forma, una interrupción completa en todo el alimentador.

### **2.5.2 Descripción.**

Las partes extremas más importantes del exterior del transformador de distribución son:

- a) El tanque.
- b) Boquillas aislantes.
- c) Grifo de purga.
- d) Conexión a tierra.

El tanque es un recipiente de fierro laminado con tapa y registro hermético que no permite la introducción del aire y humedad al interior del transformador.

Las boquillas generalmente son de un material cerámico o porcelanizado y tiene como finalidad aislar las terminales de las bobinas del transformador y el tanque.

El grifo de purga normalmente se encuentra localizado en la parte inferior del tanque y se utiliza para hacer las extracciones de las muestras de aceite y en algunos casos para efectuar el cambio de aceite del transformador.

La conexión a tierra, consiste en un conector dispuesto en el exterior del tanque para conectarlo a tierra y desviar las posibles corrientes de fuga por falla de aislamiento del transformador.

Algunos transformadores tienen además de lo anteriormente mencionado, dispuestos exteriormente, aparatos indicadores de nivel de aceite, temperatura, tanque de repuesto y válvula de seguridad. Y para el enfriamiento natural del transformador, algunos de ellos, su tanque está provisto de aletas colectoras de aire o tubos de circulación con objeto de facilitar el enfriamiento del aceite.

Las partes internas más importantes del transformador de distribución son:

- a) El núcleo.
- b) Las bobinas.
- c) Los Taps.
- d) Tarugos.
- e) Aceite.

El núcleo es de un material especial laminado (acero al-silicio) aisladas entre sí y sirve para canalizar y aumentar la intensidad del campo magnético.

Las bobinas, generalmente están hechas de alambre para magneto y superpuestas en varias capas de alambre en espiral.

Los Taps normalmente se encuentran en las bobinas de alta tensión del transformador y sirven para hacer variar el número de vueltas de la bobina.

Los tarugos son de madera tratada y tiene como finalidad, soportar el núcleo; así como guardar la separación entre las bobinas primarias y secundarias.

El aceite en el transformador, cumple dos funciones importantes a saber. Para el enfriamiento interior del transformador cuando está en servicio y como aislante entre las bobinas y entre éstas el tanque.

## **2.6 Principio de funcionamiento.**

La bobina primaria del transformador se alimenta con una corriente alterna la cual engendra una imantación variable. Esta imantación producida por la bobina

primaria se dispersa en el espacio y no se aprovecha en su totalidad. Para poder aprovechar al máximo esta imantación producida por la bobina primaria se acostumbra normalmente introducir un núcleo para que se canalicen todas las líneas de fuerza producidas. Estas líneas son aprovechadas para inducir en la bobina secundaria un voltaje en sus extremos con capacidad para producir trabajo eléctrico.

### 2.6.1 Taps del transformador.

Puesto que los Taps del transformador de distribución se encuentran en el primario, solamente se puede cambiar mediante ellos, el número de vueltas de las bobinas primarias y por lo tanto si se trata de elevar el voltaje secundario se quitará vueltas al primario y si se trata de reducir el voltaje secundario se aumentará las vueltas del primario.

Por regla general los Taps tienen cinco posiciones marcadas en la forma que se ilustra a continuación, (ver figura.1.8).

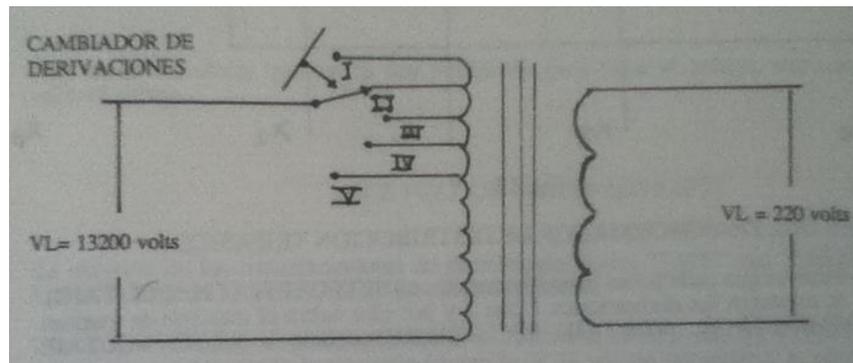


Fig.1.8 Posiciones de los Taps

En la figura anterior, se aprecia que los Taps se encuentran en las bobinas de alta tensión, al pasar los Taps de la posición I hasta la posición V u otra posición intermedia, se estarán quitando vueltas al primario y por lo tanto el voltaje secundario aumentará. En cambio al pasar de la posición V hasta la posición I u otra intermedia, se estará aumentando vueltas al primario y el voltaje secundario disminuirá.

*En un transformador de distribución:*

Para aumentar el voltaje secundario, los Taps deben quitar vueltas a las bobinas primarias, esto lo consiguen al pasar de I a II, I a III, I a IV, I a V.

Para disminuir el voltaje secundario, los Taps deben aumentar vueltas a las bobinas primarias, esto lo consiguen al pasar de V a IV, V a III, V a II, V a I.

## 2.6.2 Taps del transformador trifásico

El funcionamiento de los Taps es el mismo que el transformador monofásico, pero en lugar de uno solo, existirán tres cambiadores de derivación idénticos. En la placa de características del propio transformador se ilustra la conexión de sus bobinas y sus derivaciones, (ver figura 1.8)

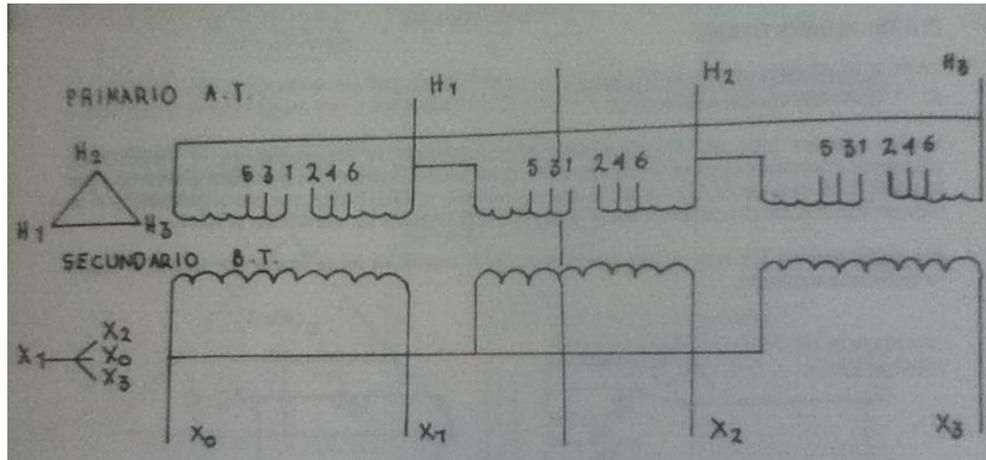


Fig.1.8 Taps del transformador de distribución trifásico

En la figura se observa que cada bobina primaria cuenta con seis derivaciones (Taps). En la posición I se conectan las derivaciones 1 con 2 y por ello habrá el máximo de vueltas propias para disminuir el voltaje secundario debido al alto voltaje primario.

En la posición V, se conectan las derivaciones 5 con 6 y por tanto habrá menor número de vueltas, propias para aumentar el voltaje secundario, debido a bajo voltaje primario. (Ver tabla C0, anexo C)

## 2.7 Dispositivos de protección.

### 2.7.1 Protecciones contra sobretensiones.

Normalmente este tipo de fallas suceden cuando sobre la línea se produce una diferencia de potencial provocada por una descarga atmosférica o simplemente por una variación en el voltaje suministrado en línea de alta tensión, por lo que normalmente el circuito se protege con un diferenciador de potencial llamado comúnmente como "apartarayos".

Con una capacidad de 15kv conectado directamente a tierra y a las partes metálicas de la instalación. Actualmente se tienen dispositivos de protección en baja tensión que vienen integrados en algunos casos a los transformadores, de ahí que a estos transformadores se les conozca como "autoprotegidos".

### **2.7.2 Sistema de tierra física.**

De acuerdo en el Art. 2403-2 de NOM-001-SEMP-1994, toda subestación eléctrica debe contar con un adecuado sistema de tierra, al cual se deben conectar todos los elementos de la instalación que requieran la conexión a tierra.

El objetivo primordial de un sistema de tierra es:

- a) evitar la aparición de potencial en el neutro
- b) facilitar la operación de los dispositivos de protección
- c) proporcionar mayor confiabilidad y seguridad al servicio eléctrico
- d) evitar que durante el ciclo de falla a tierra puedan producirse diferencias de potenciales entre distintos puntos de la instalación (ya sea sobre piso o con respecto a partes metálicas puestas a tierra) que puedan poner en riesgo la integridad física del personal de mantenimiento o transeúntes que circules por dicha área.
- e) Proporcionar un circuito de baja impedancia para la circulación de las corrientes a tierra, ya sea por falla a tierra del sistema o a la operación de un apartarayos.

### **2.8. Dispositivos de control.**

Existen fundamentalmente 2 sistemas:

- 1) Control individual: consiste en una fotocelda (fotointerruptor) enciende y apaga automáticamente una sola luminaria.
- 2) Control por grupo: este sistema de control consiste de una fotocelda (fotointerruptor) y un relevador. En este caso, el sistema encenderá y apagará automáticamente un grupo de luminarias.

#### **2.8.1 Fotocelda.**

La fotocelda más comunes en nuestro país son las operadas térmicamente (existen adicionalmente las operadas magnéticamente), la ventaja más importante de las térmicas, es que evitan falsas operaciones por luz accidental (relámpagos y fanales de automóvil). Es importante verificar que la tensión nominal de las fotocelda corresponda a la tensión nominal de alimentación, porque una operación fuera de rango, puede causar adelantos o retrasos en el encendido-apagado de la luminaria.

Todas las fotoceldas deben orientarse adecuadamente dirigiendo la marca de norte a norte geográfico. Es conveniente que las fotoceldas cuenten con un dispositivo (apartarayo) para protección contra las descargas eléctricas

atmosféricas. Las fotoceldas de tipo económico normalmente cuentan con dispositivos de vida limitada para protección de dichas descargas. Se sugiere la utilización de fotoceldas (fotointerruptores) que tengan incorporado un apartarayos que proporcione protección aun cuando su costo sea mayor.

### **2.8.2 Contactores.**

Existen dos tipos de interruptor-contactador:

- 1) De capsula hermética de mercurio o simplemente de capsula de mercurio.
- 2) De contactos al aire, conocidos también como hierro móvil o electromagnéticos

Ambos tipos de combinación de interruptor-contactador constan de interruptores termomagnético y un contactador, alojados en la misma caja.

Características:

- a) Capsula de mercurio: vida útil alto, ruido bajo, soporte a sobrecarga alto, necesidad de mantenimiento bajo, operación en ambiente contaminante muy bueno.
- b) Contactos al aire o electromagnéticos: vida útil medio, ruido de medio a alto, soporte a sobrecarga medio, necesidad de mantenimiento medio, operación en ambiente contaminante bueno.

## **3. Desarrollo**

### **3.1 Introducción**

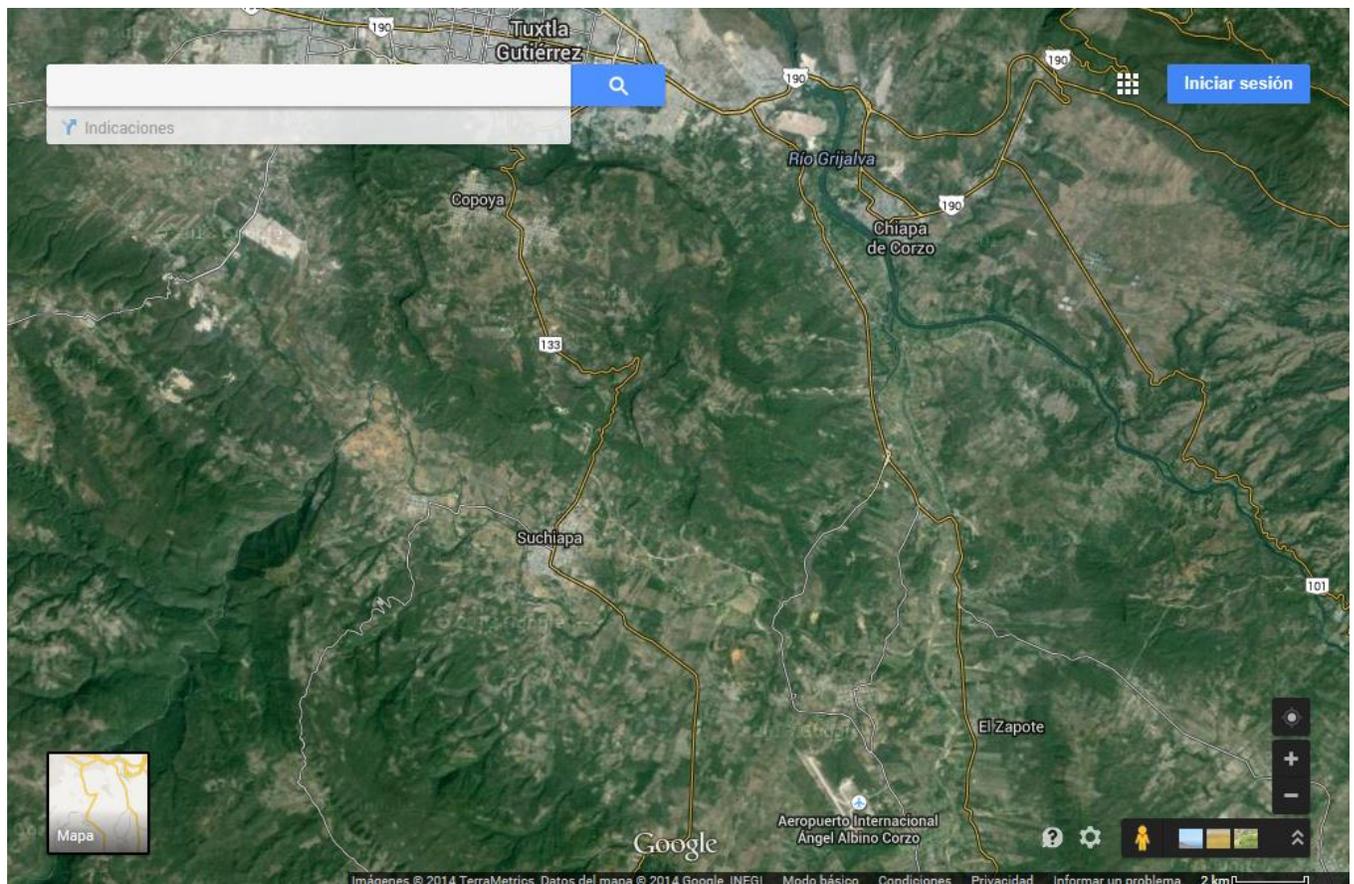
En toda instalación eléctrica con carga instalada de 20kw en adelante, debe presentar un proyecto que cumpla con las normas oficiales mexicanas que tiene por objeto establecer las especificaciones de carácter técnico que debe satisfacer las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica a fin de ofrecer condiciones adecuadas de servicio y seguridad para persona y su patrimonio.

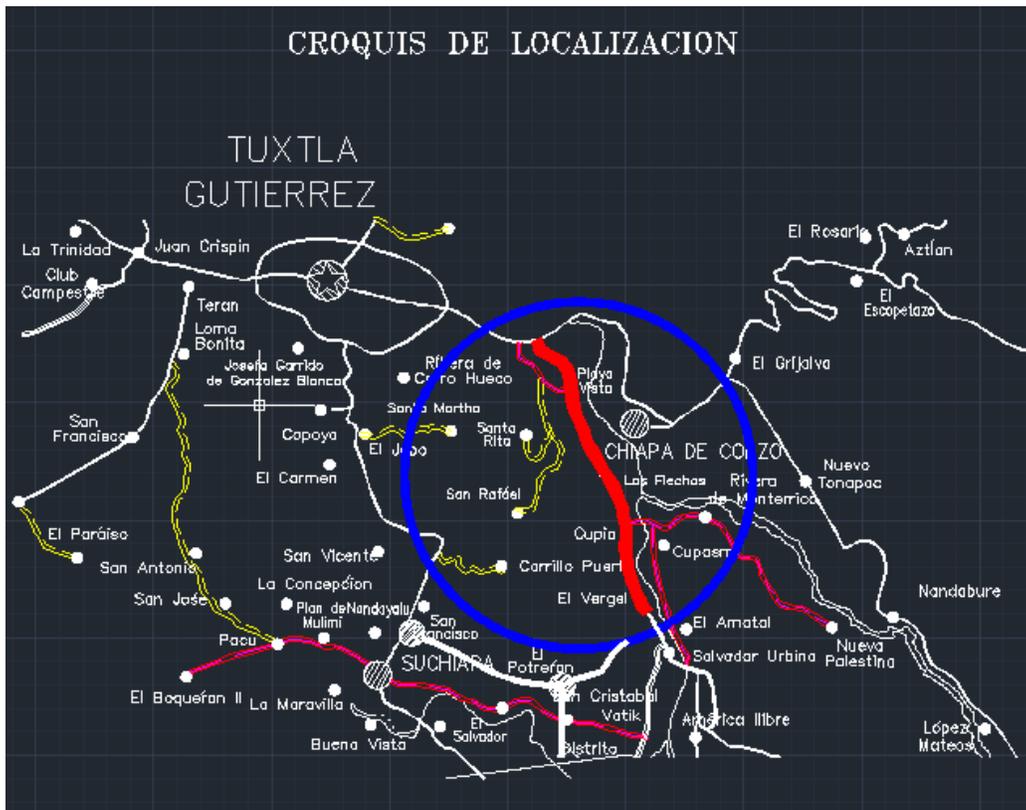
En nuestro estado los encargados de verificar el cumplimiento de las normas oficiales, corresponden a las unidades de verificación y personas físicas aprobadas para tal fin. Para la verificación y aprobación de una instalación eléctrica es necesario contar con los planos en alta y baja tensión de proyecto, así como la memoria de cálculo que contiene los siguientes puntos:

- Cálculos de los alimentadores, incluyendo capacidad de conducción, caída de tensión, protecciones de alimentadores y ductos.
- Cálculos de protecciones en transformadores y línea de alta tensión
- Cálculos de selección de la capacidad interruptora de las protecciones principales en alta y baja tensión
- Calculo del sistema de tierra de la instalación.

Esto hace referencia a la instalación eléctrica del proyecto de alumbrado público del tramo carretero entronque (Chiapa de Corzo - la Angostura) al e.c. camino al aeropuerto Ángel Albino Corzo del km 0+000 al km 1+100 (incluyendo las gasas del entronque).

### 3.2 Localización.





### 3.3 Levantamiento físico del proyecto.

Cuando se habla de levantamiento físico se entiende por realizar un recorrido de reconocimiento de terreno físico en el lugar que se pretenda realizar el proyecto. Esto con la finalidad de definir de manera rápida y precisa el punto de inicio de los trabajos de construcción, al fin del recorrido se deben tener bien definidos los lugares donde se colocaran los postes de concreto para los transformadores y entronques en línea de alta tensión, como los postes metálicos donde se empotraran las luminarias.

Inicialmente se realiza un croquis de localización a mano alzada donde se vacían los detalles del proyecto, en este caso en el anteproyecto se realizó colocando los postes metálicos a una distancia interpostal de 50 metros, se comenzará a colocar postes para luminarias desde el tramo carretero del entronque (Chiapa de Corzo – la Angostura), hasta la incorporación a la carretera que se dirige al aeropuerto ángel albino corzo, teniendo una distancia de 10 km alinéales de carretera, cumpliendo con la norma oficial mexicana NOM-013-ENER-2004, eficiencia energética para sistemas de alumbrado público en vialidades y aéreas exteriores públicas.

### 3.4 Consideraciones de diseño.

Cuando se realizan los planos para establecer las dimensiones, localización, cuadro de carga, dispositivos eléctricos y croquis de la localización se realizan cálculos y observaciones de acuerdo al croquis de levantamiento físico que se

realiza con anterioridad y en base a esto se realizan las consideraciones de diseño para llevar a cabo el proyecto. De manera que se realicen las modificaciones necesarias conforme se realizan los cálculos.

### **3.4.1 Selección de alumbrado.**

Considerando los avances tecnológicos que se vienen dando en la actualidad, los materiales son cada vez mejores y utilizándolos adecuadamente, los resultados son exitosos, por esta razón para la selección del alumbrado se tomaron varias consideraciones:

- Calidad
- Estética
- Pruebas de laboratorio
- Estudio técnico-económico
- Garantías

Por las consideraciones anteriores, se optó por la luminaria tipo OV15 con balastro y lámpara de 100W V.S.A.P sin fotocelda. Por su avanzada tecnología es ideal para iluminar calles y avenidas, ya que cuenta con un sistema de reflejo interior que dirige los rayos de la luz hacia los diferentes puntos del reflector, logrando una mayor eficiencia. Algunas de sus características son:

- Súper ligero
- Cuerpo y reflector contruidos con aluminio a presión y resistente a impactos.
- Línea aerodinámica
- Refractor prismático de vidrio boro silicato para capacidades de 100W
- Sistema de sello 100% efectivo, cuenta con un sello de fieltro en el reflector que impide la entrada de polvo e insectos, proporcionando circulación de aire en el interior, maximizando la vida de la lámpara
- 100% anticorrosivas las partes metálicas, probadas en climas de la costa, con una garantía de 5 años
- Broche de seguridad de acero inoxidable a prueba de vibración

### **3.4.2 Pruebas y análisis de las luminarias seleccionadas.**

Las luminarias para alumbrado público tipo OV15 con lámpara en posición horizontal de vapor de sodio alta presión, se clasifican de acuerdo a la potencia de operación en 70,100, Watts. Las condiciones de servicio a temperatura ambiente en condiciones normales de operación a temperatura nocturna son de 30 °C a

25°C, con una altura de montaje sobre el nivel del mar de 0 a 3,100 metros y humedad relativa hasta de 80% a 20°C.

#### 3.4.2.1 Características eléctricas.

- a) Lámpara: las pruebas de encendido y operación deberán realizarse a una temperatura ambiente de 20°C a 30°C con una fuente de tensión senoidal de 60Hz, con un máximo de 3% de distorsión armónica. La lámpara será de 100 watts, con tensión de alimentación de 220 volts, 3.0 A de corriente.
- b) Fotointerruptor: el fotointerruptor deberá contar con contacto normalmente cerrados, debe poder operar con variación de tensión de  $\pm 10\%$  de voltaje nominal. Así mismo deberá contar con un sistema de retardo en el tiempo de respuesta en su operación, no menor de 15 segundos.

#### 3.4.2.2 Características mecánicas.

- a) Lámpara: el casquillo de la lámpara debe estar fabricado de latón o latón niquelado, la lámpara deberá ser capaz de soportar un torque aplicado al casquillo sin que se fracture el bulo, ni se separe o se afloje el casquillo de la lámpara.
- b) Luminaria: la armadura debe ser de aluminio fundido a alta presión, sin porosidades y todas sus partes deben tener un acabado terso al tacto, de espesor mínimo de 2.0mm en sus superficies planas no reforzadas y de 1.2mm en sus superficies curvas o reforzadas.
- c) Reflector: debe ser de aluminio con un espesor uniforme no menor de 0.8mm, con acabado espectacular, protegiendo su superficie contra la corrosión con un anodizado o por un proceso similar. Deberá estar libre de marcas y rayas causadas durante el proceso de fabricación, con un índice mínimo de reflexión de 80%.
- d) Refractor: deberá estar fabricado a base de vidrio borosilicato policarbonato o acrílico. La selección del tipo de material depende de la potencia de lámpara a utilizar, (véase la tabla 1.0).

Vidrio borosilicato	70 W a 250 W
Policarbonato	70 W a 150 W
Acrílico	70 W a 100 W

Tabla 1.0 selección tipo de refractor

En el caso de refractores de vidrio borosilicato, deberán soportar la prueba de choque térmico con diferencial de temperatura de 90°C a la temperatura ambiente de acuerdo a la norma NOM-064-1994-ANCE.

- e) Lente: deberá ser de vidrio claro, soda cal termotemplado y deberá de soportar una prueba de choque térmico con un diferencial de 195°C sobre la temperatura ambiente, así mismo deberá ser capaz de soportar una prueba de impacto sin fracturarse, de acuerdo a lo siguiente:

ESPESOR	IMPACTO
1/8" (3.0mm)	3,00 Lb pie (0.415 Kg/m)
5/32" (4.0mm)	3.50 Lb pie (0.485 Kg/m)

Al efectuarse la prueba de toma de partículas, las diez partículas más grandes no deberán de exceder 4.3grm, respecto a la norma NMX P-9-1988.

- f) Posicionador de porta lámpara: deberá ser móvil para poder proporcionar diferentes curvas de distribución fotométrica.
- g) Sellos o empaques: los sellos pueden ser fabricados a base de:

EPT (ETILENO PROPILENO TERMOPOLIMERO)  
 EPDM (ETILENO PROPILENO DIENO)  
 FIELTRO (COMPUESTO DERIVADO DE LANA)

Para los sellos de EPT y EPDM se deberá sujetar a pruebas de:

- Dureza
  - Resistencia a la tensión
  - Volatilidad y prueba de humos
  - Envejecimiento
- h) Del fotointerruptor: los materiales usados en su construcción deberán ser resistentes a la corrosión y erosión de acuerdo con las secciones aplicables de la publicación EEI (Edison Electric Institute) y NEMA (National Electric Manufacturer Association). El fotointerruptor debe satisfacer la prueba de

hermeticidad contra agua descrita en la norma JIS (Japanese International Standard).

- i) Del portalámparas: deberá ser fabricado se cerámica. La rosca y el botón central, deberán ser fabricados de latón niquelado, deberán de ser de posición móvil para poder proporcionar diferentes curvas de distribución fotométricas.

De la ménsula: deberá ser de acero rolado en frio, con un contenido máximo de carbono de 0.28% y de las dimensiones especificadas de acuerdo a lo requerido. Deberá estar protegido contra corrosión por medio del proceso de galvanizado de inmersión en caliente, de acuerdo a la norma NMX J-151-1976

### **3.4.2.3 Comparación de luminarias.**

Un sistema de alumbrado público se compone de:

1. Una luminaria
2. Una lámpara
3. Un balastro
4. Sistema de control y protección
5. Un arbotante o poste

Tipo de luminaria:

En general existen 2 tipos de luminarias

- Luminaria con lámpara en posición vertical, conocidos comúnmente como tipo suburbano.
- Luminaria con lámpara en posición horizontal, conocidos comúnmente como tipo OV

Una luminaria con lámpara en posición horizontal (OV) es más eficiente que una luminaria con lámpara en posición vertical (tipo suburbano), en aproximadamente un 60%. Se recomienda utilizar siempre que sea posible luminaria con lámpara en posición horizontal (OV), y obtener al menos 60% de ahorro de energía. En alumbrado público la lámpara más eficaz que actualmente se está utilizando, es la lámpara de vapor de sodio de alta presión (V.S.A.P.)

Una lámpara de vapor de sodio de alta presión, produce más del doble de luz. En un estudio de comparación de lámparas se obtuvieron los siguientes resultados.

- Lámpara (V.S.A.P. 100W)= 2.16 veces más cantidad de luz emitida que la lámpara de vapor de mercurio.
- Lámpara (V.S.A.P. 100W)= 4.70 veces más cantidad de luz emitida que la lámpara de luz mixta.
- Lámpara (V.S.A.P. 100W)= 5.36 veces más cantidad de luz emitida que la lámpara de luz incandescente.

Por lo que se recomienda utilizar siempre lámparas de vapor de sodio de alta presión y se obtendrá al menos un 50% de ahorro de energía.

### 3.4.3 Distribución de las luminarias.

Las luminarias se distribuyeron de acuerdo al levantamiento físico del proyecto, considerando la distancia total, factores topográficos (puentes, barrancos, escuelas, gasolineras, entre otros). Por lo anterior se consideró que se ejecutará el proyecto colocando luminarias con distancias interpostales de 50m, dando como resultado 5 circuitos de 80 luminarias, cada luminaria contará con una lámpara (V.S.A.P.) de 100W sin fotocelda, balastro, receptáculo, poste cónico circular de 6mts altura, registro por cada luminaria, registro general por cada circuito junto al transformador, transformador por circuito colocado a una distancia intermedia del total de luminaria.

### 3.5 Selección del transformador.

#### 3.5.1 Calculo eléctrico para determinar la capacidad del transformador.

Para la selección del transformador se considera las sumas de las cargas instaladas afectadas por los factores de demanda y factor de potencia indicados. NMX-J-285-ANCE-2005. Norma mexicana ANCE, transformadores de tipo pedestal monofásicos y trifásicos para distribución subterránea-especificaciones.

Para determinar la capacidad del transformador se obtiene mediante la siguiente ecuación:

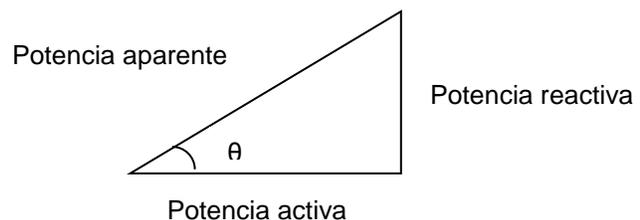
$$P_{3\phi} = S_{3\phi} \cos\theta \quad (1)$$

Donde:

$P_{3\phi}$  = Potencia real

$S_{3\phi}$  = Potencia aparente.

$\cos\theta$  = Factor de potencia.



Despejando potencia aparente, queda:

$$S_{3\phi} = \frac{P_{3\phi}}{\cos \theta} \quad (1.1)$$

Utilizaremos la ecuación (1.1), para determinar la capacidad del transformador

Carga instalada= 80 luminarias a 100Watts/220Volts

Carga=(80 *luminarias*)(100 *Watts*) = 8,000 *Watts*

Factor de potencia=95%

$$\text{Carga instalada} = \frac{8,000}{0.95} = 8,421\text{VA} = 8.42 \text{ KVA}$$

$$\text{Carga demandada} = \frac{8,000}{0.95} = 8,421\text{VA} = 8.42 \text{ KVA}$$

Factor de diversidad del transformador= 1.0

$$\text{carga maxima} = \frac{\text{carga demandada}}{\text{factor de diversidad}} \quad (1.2)$$

De la ecuación (1.2), tenemos:

$$\text{carga maxima} = \frac{8.42\text{KVA}}{1.0} = 8.42\text{KVA}$$

$$\text{demanda maxima} = (\text{carga maxima})(1.25\%) \quad (1.3)$$

De la ecuación (1.3), tenemos:

$$\text{demanda maxima} = (8.42\text{KVA})(1.25\%) = 10.525\text{KVA}$$

Por lo que se selecciona un transformador de 15KVA. Tipo pedestal con relación de transformación de 13200/220-127, auto enfriado en aceite, 3 hilos a una frecuencia de 60Hz, conexión delta-estrella.

**Calculo de corriente nominal lado de alta tensión para el transformador de 15KVA:**

$$I_n = \frac{1000(KV)}{\sqrt{3}V_l} \quad (1.4)$$

$$I_n = \frac{1000(15KV)}{(1.732)(13,200)} = \frac{15,000}{22,862.4} = 0.6560 A$$

**Calculo de corriente nominal lado de baja tensión para el transformador de 15KVA:**

$$I_n = \frac{1000(KV)}{\sqrt{3}V_l} \quad (1.5)$$

$$I_n = \frac{1000(15KV)}{(1.732)(220)} = \frac{15,000}{22,862.4} = 39.36 A$$

**Selección de fusibles para el transformador:**

Para la correcta selección de fusibles de un transformador de distribución trifásico es necesario conocer la “corriente nominal a plena carga”, del lado de alta tensión, el valor de esta corriente se multiplica por 1.5 y el resultado, será el fusible requerido.

$$I_f = 1.5 I_n \quad (1.6)$$

Donde:

$I_f$  = Fusible requerido en amperes.

1.5 = Factor para exceder al fusible en un 50% respecto a la corriente de plena carga.

$I_n$  = Corriente nominal en el lado de alta tensión, lugar de localización de los fusibles.

**Protecciones: Calculo de fusible para el transformador de 15KVA**

$$I_f = 1.5 (0.6560) = 0.984 A$$

Como no hay fusibles de 0.984 se elige el de inmediato superior que es el de 1 Amper. Por lo tanto un transformador trifásico de 15KVA, lleva fusibles de de 1 amper por el lado de 13,200 Volts, (véase tabla C1 del anexo 3).

### 3.5.2 Consideraciones técnico-practico para la selección del transformador.

Para una mejor selección de transformador se deben considerar algunos términos como es; carga instalada, carga demandada, capacidad del transformador, siendo estos algunos puntos a considerar en un proyecto técnico, pero no olvidado el lado practico de una construcción. Por lo que conjuntando estos dos términos se proyectó 400 luminarias OV15 de 100 Watts a 220 Volts, esto debido al estudio técnico para la selección de luminarias, con distancias interpostales de 50mts teniendo una distancia total de 10 kilómetros en cada carril.

Si se tomara en cuenta la carga total para proyectar un solo transformador se hablaría de un transformador de 50KVA, con lo que se tendría más del 30% de caída de tensión para la última luminaria que se tiene a los 10 kilómetros, suponiendo que el transformador se colocaría a una distancia media total, con lo que se estaría por encima de las **NORMATIVAS MEXICANAS** para caídas de tensión en baja tensión que es no más de 3%.

Debido a lo anterior se optó por seccionar el alumbrado para su eficiente alimentación en cinco bloques por divisiones de 2 kilómetros, cada uno con su banco de transformación, quedando cada uno de ellos con 80 luminarias, como se tienen dos carriles quedará de la siguiente manera; 40 en un carril y 40 en el otro carril a una distancia interpostal de 500 metros.

### 3.6 Selección del conductor.

#### Calculo conductor transformador:

Para el cálculo del alimentador principal del transformador al tablero general se considera toda la capacidad del transformador (este cálculo es el mismo para los 5 bancos de transformadores que se utilizaran, debido a que la capacidad es la misma en todos los bancos), de donde tenemos que:

$$I = \frac{P_{3\phi}}{\sqrt{3}V_l f.p} \quad (1.7)$$

$$I = \frac{15,000}{(1.732)(220)(0.95)} = \frac{15,000}{361.988} = 41.43 \text{ A}$$

En este apartado se pretende hacer un cálculo de los conductores de media tensión, se consideran los conductores subterráneos que van desde el poste de la transición hasta cada transformador. El cable a utilizar en esta parte es XLP para 15 KV ya que cuenta con las características de aislamiento y de trabajo subterráneo, es un cable monoconductor formado por conductor de cobre suave o aluminio duro 1 350 con material sellador, con pantalla semiconductor sobre el

conductor y aislamiento de polietileno de cadena cruzada (XLPE), pantalla sobre el aislamiento, pantalla metálica a base de alambres de cobre y cubierta de policloruro de vinilo (PVC).

Algunas de las características de este conductor son las siguientes:

- Niveles de aislamiento de 100% y 133% (categoría I y II, respectivamente).
- Temperatura máxima de operación: 90°C.
- Temperatura máxima de operación en emergencia: 130°C
- Temperatura máxima de operación de corto circuito: 250°C
- Los conductores son de cobre suave o aluminio duro 1350 en cableado concéntrico comprimido, en calibres de 8.367 a 506.7mm<sup>2</sup> (8 AWG a 1000mcm).
- Su cubierta antinflama lo hace resistente a la intemperie, luz solar y agentes químicos.

### **3.6.1 Alimentadores principales en baja tensión.**

Los principales factores que se deben considerar al seleccionar el calibre mínimo para un conductor de baja tensión son:

- 1) Que la caída de tensión este dentro de las normas correspondientes
- 2) Que la sección del conductor pueda transportar la corriente necesaria
- 3) Que la temperatura del conductor no deteriore el aislamiento

Por lo que si no se toman en cuenta las recomendaciones anteriores podemos ocasionar los siguientes problemas.

1. Si la caída de tensión no es la adecuada
  - a) El circuito y los alimentadores trabajaran en rangos fuera de normas
  - b) Puede deteriorarse los equipos alimentados o no proporcionar el servicio adecuado.
2. Si no se protege el aislamiento
  - a) Disminuirá la vida útil del conductor.
  - b) El aislamiento presentará deterioro por alta temperatura, incrementando el riesgo de fugas de corriente y provocando cortos circuitos.
3. Si la sección transversal del conductor no es el adecuado
  - a) El conductor tendrá mayor resistencia eléctrica, aumentando pérdidas de energía.
  - b) El conductor tendrá una mayor temperatura de operación.
  - c) La corriente que circule en dicho conductor no será la adecuada.

### 3.6.1.1 Selección del conductor por circuito

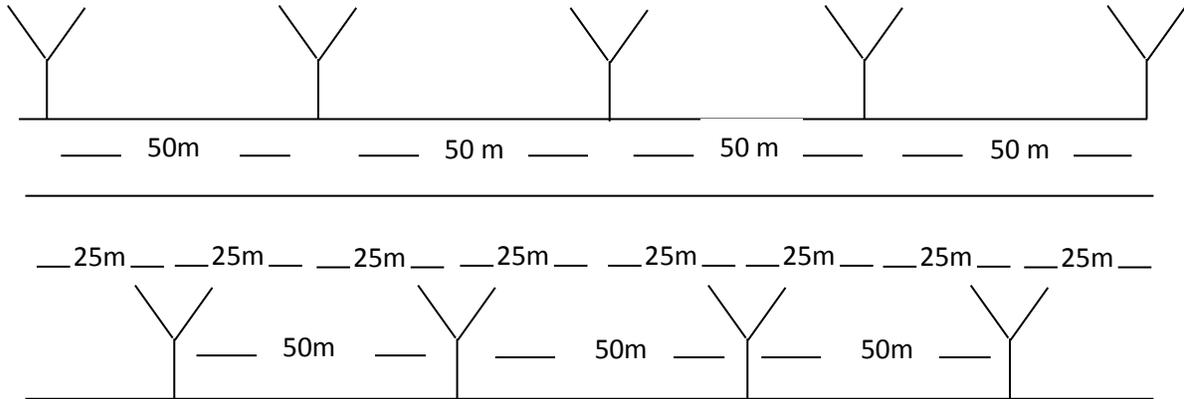


Fig.1.1 distribución de los postes con luminarias.

Datos:

20 luminarias a 100Watts = 2,000 Watts

V= 220V

f.p=95%

L= 1000 m

$\sqrt{3}=1.732$

Utilizando la ecuación 1.7:

$$I = \frac{P_{3\phi}}{\sqrt{3}(V)(f.p)} = \frac{2,000Watts}{(1.732)(220)(0.95)} = \frac{2,000Watts}{361.988} = 5.52 A \approx 6 A$$

Calcularemos la sección transversal del conductor a utilizar, con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2\sqrt{3}L I}{V e\%} \quad (1.8)$$

$$S = \frac{2(1.732)(1000m)(6 A)}{(220 V)(2)} = \frac{20,784}{440} = 47.23mm^2$$

Corresponde al calibre del conductor 1/0.

Calculando la caída de tensión no sobrepase con el 3% permitido:

$$e\% = \frac{2\sqrt{3}LI}{VS} \quad (1.9)$$

$$e\% = \frac{2(1.732)(1000m)(6 A)}{(220)(47.23mm^2)} = \frac{20,784}{10,390.6} = 2\%$$

Sistema a tierra:

Para el caso de los postes, el aterrizamiento se hará con alambre de cobre desnudo calibre 4 AWG. Para los cables de baja tensión, se recomienda que el conductor sea de cobre no menor al calibre 10 AWG, con varilla cooperweld de 3.05m.

Contactores:

Se recomienda que el tipo de caja a utilizar en el interruptor-contactador sea el tipo NEMA 2R (a prueba de lluvia, de gases contaminantes, con tapa de seguridad), o NEMA 3R (a prueba de lluvia, alto factor de anticorrosión, cerrado hermético y tapa de seguridad, alto factor de temperatura, aprueba de descargas atmosféricas, gases contaminantes y pintura anticorrosiva).

## 4. Resultados y conclusiones

Conclusión.

Este trabajo presenta la guía básica y simplificada para la elaboración de una memoria técnica descriptiva de una instalación eléctrica, tal como se presenta a las unidades de verificación para la elaboración del proyecto. Como puede notarse una memoria de cálculos eléctricos requiere del conocimiento básico de la ingeniería eléctrica.

Se utilizaron formulas básicas, métodos menos complejos y legibles pero con el cuidado de no estar por fuera del margen de todas las normas que rigen a una construcción eléctrica, coadyuvando a la simplicidad y al mismo tiempo dar seguridad en los cálculos para la selección correcta de los equipos y elementos necesarios para conducir y transformar la energía eléctrica en beneficio para el ser humano.

En este proyecto se utilizará la luminaria tipo OV15 con balastro y lámpara 100W VSAP con fotocelda, haciendo uso más eficiente y racional del servicio de alumbrado público, básico para la seguridad del ciudadano y para el desempeño de actividades que se realizan cuando se opone el sol.

Los sistemas de iluminación a instalar (lámparas, balastros, luminarias), así como el equipo a utilizar, cuentan con los certificados de cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas (NMX) vigentes, emitidos por un sistema de certificación a fin de ser beneficiados por el fondo para la transición energética y a su vez el aprovechamiento sustentable de la energía.

## 5. Referencias

- [1] Tesis, Estudio y análisis de ingeniería en alumbrado público. Instituto politécnico nacional. Eva María Lara López, Jesús Alberto Mondragón Cruz, David Santiago Bautista. México, D.F.
- [2] Normas oficiales mexicanas NOM-001-SEMP-1994, Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica, [Octubre2014].
- [3] Comisión Federal de Electricidad. Manual de Alumbrado Público, 1981.
- [4] Tesis, Instalaciones de Alumbrado Público, evaluación de pluviales de la plaçaconstitucio, Sant Joan. Esteve Mestre Sanso. Islas baleares, España.
- [5] Diario Oficial de la Federación, Secretaria de la energía, NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización). <<http://www.dof.gob.mx/>>.
- [6] Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Manual de Alumbrado Público.<<http://www.chiapas.gob.mx/servicios/>>.[septiembre 2014].
- [7] Illuminating Engineering Society of North America. IES CP-31-1989 Value of Public Roadway Lighting.<[http://www.ies.org/PDF/Archives/2001\\_04.pdf/](http://www.ies.org/PDF/Archives/2001_04.pdf/)>. [Pag.30-37].
- [8] Instalaciones eléctricas practicas, Ing. Becerril L. Diego Onésimo, doceava edición. 2012.
- [9] Comisión Federal de Electricidad, división sureste. Manual de transformadores de distribución, principios elementales técnicos psicomotores de liniero. [septiembre 1990].
- [10] Catalogo para el ahorro de energía, Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica. (F.I.D.E.). <<http://www.fide.org.mx>>.

[11] Condumex. <<http://www.condumex.com.mx>>.

[12] Lámparas y luminarias. <<http://www.condumex.com.mx>>.

## ANEXOS

### Anexo A: Costo y presupuesto de la obra

		PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA SOBRE PROYECTO DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS MODERNIZACIÓN DE IMAGEN URBANA DEL TRAMO CARRETERO DEL E.C.(CHIAPA DE CORZO - LA ANGOSTURA) AL E.C. CAMINO AL AEROPUERTO ANGEL ALBINO CORZO DEL KM 0+000 AL KM 1+100 (INCLUYENDO LAS GASAS DEL ENTRONQUE)				Noviembre 2014	
CATÁLOGO DE CONCEPTOS, UNIDADES DE MEDICIÓN, CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS PROPUESTOS E IMPORTES PARCIALES Y EL TOTAL DEL PRESUPUESTO							
Numero de orden en progresivo	Especificación o código	Descripción del concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Importe en pesos	
10	009-C.01d)	Desmonte para densidad cien por ciento (100%) de vegetación tipo (inciso 3.01.01.002-H.01): Monte de regiones desérticas, zonas cultivadas o de pastizales.	2.00	ha	\$10,030.93	\$20,061.86	
20	009-C.01b)2)	En ampliación de cortes: En material B	8120.00	m <sup>3</sup>	\$22.20	\$180,264.00	
30	009-C.01b)3)	En ampliación de cortes: En material C	4890.00	m <sup>3</sup>	\$69.92	\$342,908.80	
40	009-E.03b)2)	Excavaciones de préstamos: De banco (inciso 3.01.01.004-H.03), incluye: explotación de material de banco para terracerías: En material B	3214.00	m <sup>3</sup>	\$30.90	\$99,312.60	
50	009-E.03b)3)	Excavaciones de préstamos: De banco (inciso 3.01.01.004-H.03), incluye: explotación de material de banco para terracerías: En material C	1268.00	m <sup>3</sup>	\$69.92	\$88,658.56	
60	009-F.02a)2)	Compactación: Del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes (inciso 3.01.01.005-H.01): Para noventa por ciento (90%)	1,000.00	m <sup>3</sup>	\$11.01	\$11,010.00	
70	009-F.04a)2)	Formación y Compactación: De terraplenes adicionados con sus cuñas de sobreancho (inciso 3.01.01.005-H.03):	1,000.00	m <sup>3</sup>	\$20.15	\$20,150.00	

		Para noventa por ciento (90%)				
80	009-F.07a)1)	Mezclado, tendido y compactación de la capa subrasante formada con material seleccionado: De la elevación de subrasante en cortes y/o terraplenes existentes (inciso 3.01.01.005-H.07): Para noventa por ciento (90%)	1,000.00	m <sup>3</sup>	\$31.43	\$31,430.00
					Esta hoja Acumulado	\$792,795.82
						\$792,795.82

		<p align="center">PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA SOBRE PROYECTO DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS MODERNIZACIÓN DE IMAGEN URBANA DEL TRAMO CARRETERO DEL E.C.(CHIAPA DE CORZO – LA ANGOSTURA) AL E.C. CAMINO AL AEROPUERTO ANGEL ALBINO CORZO DEL KM 0+000 AL KM 1+100 (INCLUYENDO LAS GASAS DEL ENTRONQUE)</p>				Noviembre 2014
<p align="center">CATÁLOGO DE CONCEPTOS, UNIDADES DE MEDICIÓN, CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS PROPUESTOS E IMPORTES PARCIALES Y EL TOTAL DEL PRESUPUESTO</p>						
Numero de orden en progresivo	Especificación o código	Descripción del concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Importe en pesos
90	009-F.08	Agua empleada para compactaciones (inciso 3.01.01.005-H.08)	1,230.00	m <sup>3</sup>	\$23.54	\$28,954.20
100	009-I.02d)1)	Sobreacarreo de los materiales producto de las excavaciones de cortes, adicionales abajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, préstamos de banco, derrumbes, canales y del agua empleada en compactaciones (inciso 3.01.01.008-H.02): Para cualquier distancia, de materiales de préstamos de banco para la construcción de la capa subrasante y para completar la construcción del cuerpo del terraplén, medido compacto: Para el primer kilómetro.	8,450.00	m <sup>3</sup>	\$29.00	\$245,050.00
	009-I.02d)2)	Sobreacarreo de los materiales producto de las excavaciones de cortes, adicionales abajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes,				

110		préstamos de banco, derrumbes, canales y del agua empleada en compactaciones (inciso 3.01.01.008-H.02): Para cualquier distancia, de materiales de préstamos de banco para la construcción de la capa subrasante y para completar la construcción del cuerpo del terraplén, medido compacto: Para los kilómetros subsecuentes.	160,550.00	m <sup>3</sup> -km	\$11.29	\$1,812,609.50
120	009-I.02e)	Para cualquier distancia, del agua utilizada en la compactación de las terracerías.	4,500.00	m <sup>3</sup> -km	\$4.84	\$21,780.00
130	SI-01-10	Formación y compactación de pedraplen p.u.o.t., incluye, materiales, equipo y no incluye acarreo al lugar de su colocación.	1,000.00	m <sup>3</sup>	\$210.78	\$210,780.00
		Total de terracerías				\$3,111,969.52
	A02	Obras de drenaje				
					Esta hoja Acumulado	\$2,319,173.70
						\$3,111,969.52

		<p style="text-align: center;">PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA SOBRE PROYECTO DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS MODERNIZACIÓN DE IMAGEN URBANA DEL TRAMO CARRETERO DEL E.C.(CHIAPA DE CORZO - LA ANGOSTURA) AL E.C. CAMINO AL AEROPUERTO ANGEL ALBINO CORZO DEL KM 0+000 AL KM 1+100 (INCLUYENDO LAS GASAS DEL ENTRONQUE)</p>				<p style="text-align: right;">Noviembre 2014</p>	
CATÁLOGO DE CONCEPTOS, UNIDADES DE MEDICIÓN, CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS PROPUESTOS E IMPORTES PARCIALES Y EL TOTAL DEL PRESUPUESTO							
Numero de orden en progresivo	Especificación o código	Descripción del concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Importe en pesos	
10	047-C.02a)2)	Excavación para estructuras, de acuerdo con su clasificación, a cualquier profundidad (inciso 3.01.02.022-H.01): Excavado a mano, en seco: En material B	1,120.00	m <sup>3</sup>	\$130.81	\$146,507.20	
20	047-C.02a)3)	Excavación para estructuras, de acuerdo con su clasificación, a cualquier profundidad (inciso 3.01.02.022-H.01): Excavado a mano, en seco: En material C	324.00	m <sup>3</sup>	\$249.13	\$80,718.12	
30	047-C.02b)2)	Excavado con máquina, en seco: En material B	3,210.00	m <sup>3</sup>	\$26.62	\$85,450.20	
	047-	Excavado con máquina, en					

40	C.02b)3)	seco: En material C	728.00	m <sup>3</sup>	\$108.20	\$78,769.60	
50	047-D.02b)2)	Rellenos (inciso 3.01.02.023-H.01): Para protección de las obras de drenaje: Con material B	3,300.00	m <sup>3</sup>	\$124.55	\$411,015.00	
60	047-E.03a)1)	Mampostería de tercera clase, a cualquier altura (inciso 3.01.02.024-H.02): Para piedra obtenida en bancos: Con mortero de cemento.	1,235.00	m <sup>3</sup>	\$805.12	\$994,323.20	
70	047-E.07a)	Plantilla sobre la superficie de desplante (inciso 3.01.02.024-H.06): Con mortero de cemento.	945.00	m <sup>2</sup>	\$91.25	\$86,231.25	
80	047-E.08	Chapeo en el coronamiento de enrase, con mortero de cemento (inciso 3.01.02.024-H.07).	458.00	m <sup>2</sup>	\$98.23	\$44,989.34	
90	047-G.02a)2)	Concreto hidráulico, sin incluir cimbra, colado en seco (inciso 3.01.02.026-H.01): Simple, Grupo I en obras de drenaje: De f'c = 150 kg/cm <sup>2</sup> .	557.00	m <sup>3</sup>	\$1,950.00	\$1,086,150.00	
100	047-G.06a)1)	Moldes (inciso 3.02.01.026-H.05): Por área de contacto con el concreto, para obras de drenaje: De madera.	682.00	m <sup>2</sup>	\$176.76	\$120,550.32	
						Esta hoja	\$3,134,704.23
						Acumulado	\$6,246,673.75

		<p align="center"><b>PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA SOBRE PROYECTO</b>  <b>DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS</b>  <b>MODERNIZACIÓN DE IMAGEN URBANA DEL TRAMO</b>  <b>CARRETERO DEL E.C.(CHIAPA DE CORZO – LA</b>  <b>ANGOSTURA) AL E.C. CAMINO AL AEROPUERTO ANGEL</b>  <b>ALBINO CORZO DEL KM 0+000 AL KM 1+100 (INCLUYENDO</b>  <b>LAS GASAS DEL ENTRONQUE)</b></p>				Noviembre 2014
<b>CATÁLOGO DE CONCEPTOS, UNIDADES DE MEDICIÓN, CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS PROPUESTOS E IMPORTES PARCIALES Y EL TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>						
Numero de orden en progresivo	Especificación o código	Descripción del concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Importe en pesos
110	047-G.06e)2)	Para guarniciones trapeziales de tipo urbano, por superficie de contacto con el concreto: Metálicos.	8,000.00	m <sup>2</sup>	\$190.00	\$1,520,000.00
120	ACAPAV 1	Acarreo 1er. Km. S/pavimento; incluye: la tarifa vigente de transportistas concesionados del estado de Chiapas, carga, indirectos de administración y de campo, así como todo lo necesario para su correcta ejecución.	3,066.00	m <sup>3</sup>	\$29.02	\$88,975.32

130	ACAPAV 20	Acarreo kms. Sub'sec. S/pavimento del 2-20; incluye: la tarifa vigente de transportistas concesionados del estado de Chiapas, carga, indirectos de administración y de campo, así como todo lo necesario para su correcta ejecución.	58,255.75	m <sup>3</sup> -km	\$12.32	\$717,710.84
140	ACAPAV 21	Acarreo kms. Sub'sec. S/pavimento del 21 en adelante; la tarifa vigente de transportistas concesionados del estado de Chiapas, carga, indirectos de administración y de campo, así como todo lo necesario para su correcta ejecución.	12,264.00	m <sup>3</sup> -km	\$11.65	\$142,875.60
150	047- Z.03a)	Sobreacarreo del agua (inciso 3.01.02.045-H.04): Sobre brecha.	474.25	m <sup>3</sup> -km	\$6.84	\$3,243.87
152	SI-33-10	Suministro de malla metálica para gaviones de 1.00x1.00x1.00 m., de triple torsión de alambre galvanizado clase III, No. 12 y reforzado en las aristas con calibre No. 10 con escuadras de 8x10 cm. Incluye: alambre cal. 13.5 para amarres, tensores, maniobras de carga y descarga y flete de la planta a la obra.		Pza.	\$498.83	
154	SI-35-10	Suministro de malla metálica para gaviones de 2.00x1.00x1.00 m., de triple torsión de alambre galvanizado clase III, No. 12 y reforzado en las aristas con calibre No. 10 con escuadras de 8x10 cm. Incluye: alambre cal. 13.5 para amarres, tensores, maniobras de carga y descarga y flete de la planta a la obra.		Pza.	\$935.33	
					Esta hoja	\$2,472,805.63
					Acumulado	\$8,719,479.38

	<p>PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA SOBRE PROYECTO DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS MODERNIZACIÓN DE IMAGEN URBANA DEL TRAMO CARRETERO DEL E.C.(CHIAPA DE CORZO - LA ANGOSTURA) AL E.C. CAMINO AL AEROPUERTO ANGEL ALBINO CORZO DEL KM 0+000 AL KM 1+100 (INCLUYENDO LAS GASAS DEL ENTRONQUE)</p>	<p>Noviembre 2014</p>
	<p>CATÁLOGO DE CONCEPTOS, UNIDADES DE MEDICIÓN, CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS PROPUESTOS E IMPORTES PARCIALES Y EL TOTAL DEL PRESUPUESTO</p>	

Numero de orden en progresivo	Especificación o código	Descripción del concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Importe en pesos
156	SI-38-10	Construcción de muro de contención a base de gaviones, incluye adquisición de piedra de banco, acarreo, armado del gavión, colocación, mano de obra y todo lo necesario para su correcta instalación, p.u.o.t.	800.00	m <sup>3</sup>	\$402.39	\$321,912.00
160	SI-48-10a)5)	Alcantarillas tubulares de concreto suministro y colocación de tubería de concreto (inciso 3.01.02.031-H.01): Reforzado de f c=280 kg/cm <sup>2</sup> , tipo macho y hembra: De 105 cm de diámetro, incluye: suministro de materiales, mano de obra, desperdicios, acarreo dentro y fuera de la obra, p.u.o.t.	100.00	ml	\$2,947.32	\$294,732.00
170	SI-57-10	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad, tipo "S" de perfil corrugado y pared interna lisa de 6" de diámetro, para sub'dren, incluye: juntas a base de coples de polietileno, tubería perforada a media caña y tres bolillo, suministro de materiales, mano de obra, acarreo dentro y fuera de la obra, p.u.o.t.	500.00	ml	\$269.50	\$134,750.00
180	SI-60-10	Suministro y colocación de material de filtro para sub'dren con grava triturada de 1 1/2".	200.00	m <sup>3</sup>	\$286.76	\$57,352.00
190	SI-13-10	Demolición de concreto armado incluye: carga manual, acarreo libre de 1 km. a banco designado por la dependencia mano de obra, p.u.o.t.	246.00	m <sup>3</sup>	\$289.83	\$71,298.18
200	047-G.02a)2)	Concreto hidráulico, sin incluir cimbra, colado en seco (inciso 3.01.02.026-H.01): Simple, Grupo I en banquetas: De f'c = 150 kg/cm <sup>2</sup> .	585.00	m <sup>3</sup>	\$1,950.00	\$1,140,750.00
210	047-G.02a)2)	Concreto hidráulico, sin incluir cimbra, colado en seco (inciso 3.01.02.026-H.01): Simple, Grupo I en lavaderos: De f'c = 150 kg/cm <sup>2</sup> .	300.00	m <sup>3</sup>	\$1684.20	\$505,260.00
220		Reparación de rampas de acceso y banquetas	298.00	m <sup>3</sup>	\$98.23	\$501,891.60
<b>A03</b>		<b>Total OBRAS DE DRENAJE</b>				<b>\$8,635,455.64</b>
		<b>PAVIMENTO</b>				

10	086-C.10	Operación de acamellonamiento (inciso 072-H.09).	1.00	m <sup>3</sup>	\$6.61	\$6.61
20	SI-71-10	Suministro de material pétreo grava triturada de 1 1/2" A 0" para base y filtro	1.00	m <sup>3</sup>	\$249.43	\$249.43
					Esta hoja	\$3,028,201.82
					Acumulado	\$11,747,681.20

		<b>PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA SOBRE PROYECTO</b> <b>DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS</b> <b>MODERNIZACIÓN DE IMAGEN URBANA DEL TRAMO</b> <b>CARRETERO DEL E.C.(CHIAPA DE CORZO – LA</b> <b>ANGOSTURA) AL E.C. CAMINO AL AEROPUERTO ANGEL</b> <b>ALBINO CORZO DEL KM 0+000 AL KM 1+100 (INCLUYENDO</b> <b>LAS GASAS DEL ENTRONQUE)</b>				Noviembre 2014	
<b>CATÁLOGO DE CONCEPTOS, UNIDADES DE MEDICIÓN, CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS PROPUESTOS E IMPORTES PARCIALES Y EL TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>							
Numero de orden en progresivo	Especificación o código	Descripción del concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Importe en pesos	
30	086-E.02b)1a)	Operación de mezclado, tendido y compactación en la construcción de sub-bases o bases (inciso 074-H.01): De bases: Cuando se emplee un (1) material pétreo: Compactado al noventa y cinco por ciento (95%).	1.00	m <sup>3</sup>	\$30.46	\$30.46	
40	086-E.04	Agua utilizada en compactaciones (inciso 074-H.03).	1.00	m <sup>3</sup>	\$20.37	\$20.37	
50	SI-77-10a)	Carpeta de concreto asfáltico elaborado en obra, con planta de asfalto, incluye: acarreo del sitio de elaboración al lugar de tendido, compactado al 100%, suministro de todos los materiales, así como la maquila correspondiente, maquinaria, equipo, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución; incluye riego de liga (p.u.o.t.).	1.00	m <sup>3</sup>	\$2,9000.00	\$2,9000.00	
60	SI-61-10	Materiales asfálticos. Materiales asfálticos p.u.o.t., inciso 076-H.05: Emulsiones asfálticas: empleadas en riegos: de rompimiento lento en impregnación.	1.00	LTO	\$8.75	\$8.75	
70	SI-63-10	Materiales asfálticos. Materiales asfálticos p.u.o.t., inciso 076-H.05: Emulsiones asfálticas: empleadas en	1.00	LTO	\$8.75	\$8.75	

		riegos: de rompimiento rápido en sello.				
80	086-I.02a)	Barrido de la superficie por tratar (inciso 078-H.01): Con medios manuales.	1.00	Ha	\$3,986.64	\$3,986.64
90	SI-69-10	Riego de impregnación. Arena empleada para cubrir la base impregnada, p.u.o.t., inciso 078-H.03	1.00	m <sup>3</sup>	\$269.02	\$269.02
100	086-I.02a)	Barrido de la superficie por tratar (inciso 078-H.01): Con medios manuales.	1.00	Ha	\$3,986.64	\$3,986.64
					Esta hoja	\$11,211.03
					Acumulado	\$11,758,892.23

		<p style="text-align: center;">PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA SOBRE PROYECTO DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS MODERNIZACIÓN DE IMAGEN URBANA DEL TRAMO CARRETERO DEL E.C.(CHIAPA DE CORZO - LA ANGOSTURA) AL E.C. CAMINO AL AEROPUERTO ANGEL ALBINO CORZO DEL KM 0+000 AL KM 1+100 (INCLUYENDO LAS GASAS DEL ENTRONQUE)</p>				<p style="text-align: right;">Noviembre 2014</p>	
CATALOGO DE CONCEPTOS, UNIDADES DE MEDICIÓN, CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS PROPUESTOS E IMPORTES PARCIALES Y EL TOTAL DEL PRESUPUESTO							
Numero de orden en progresivo	Especificación o código	Descripción del concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Importe en pesos	
110	SI-99-10	Suministro de material pétreo 3-A para sello premezclado.	1.00	m <sup>3</sup>	\$757.37	\$757.37	
120	086-M.02a)	Barrido de la superficie por tratar (inciso 082-H.01): Con medios manuales.	1.00	ha	\$3986.84	\$3986.84	
130	086-M.03	Operaciones de tendido, planchado, rastreo y remoción del material excedente (inciso 082-H.02)	1.00	m <sup>3</sup>	\$212.48	\$212.48	
140	ACAPAV 1	Acarreo 1er. Km. S/pavimento; incluye: la tarifa vigente de transportistas concesionados del estado de Chiapas, carga, indirectos de administración y de campo, así como todo lo necesario para su correcta ejecución.	1.00	m <sup>3</sup>	\$29.02	\$29.02	
150	ACAPAV 20	Acarreo kms. Sub'sec. S/pavimento del 2-20; incluye: la tarifa vigente de transportistas concesionados del estado de Chiapas, carga, indirectos de administración y de campo, así como todo lo necesario para su correcta ejecución.	1.00	m <sup>3</sup> -km	\$12.32	\$12.32	
	ACAPAV	Acarreo kms. Sub'sec.					

160	21	S/pavimento del 21 en adelante; la tarifa vigente de transportistas concesionados del estado de Chiapas, carga, indirectos de administración y de campo, así como todo lo necesario para su correcta ejecución.	1.00	m <sup>3</sup> -km	\$11.65	\$11.65
170	086-P.03	Acarreos del agua para compactaciones (inciso 085-H.02).	1.00	m <sup>3</sup> -km	\$4.84	\$4.84
		<b>Total PAVIMENTO</b>				<b>\$12,494.75</b>
	<b>A04</b>	<b>SEÑALAMIENTO</b>				
10	SI-83-10	Señal preventiva de 71 x 71 cms., reflejante grado ingeniería, p.u.o.t.	40.00	Pza.	\$1,205.50	\$48,220.00
20	SI-84-10	Señal restrictiva de 71 x 71 cms., reflejante grado ingeniería, p.u.o.t.	20.00	Pza.	\$1,205.50	\$24,110.00
					Esta hoja	\$77,344.52
					Acumulado	\$11,836,236.75

		<p align="center"><b>PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA SOBRE PROYECTO DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS MODERNIZACIÓN DE IMAGEN URBANA DEL TRAMO CARRETERO DEL E.C.(CHIAPA DE CORZO – LA ANGOSTURA) AL E.C. CAMINO AL AEROPUERTO ANGEL ALBINO CORZO DEL KM 0+000 AL KM 1+100 (INCLUYENDO LAS GASAS DEL ENTRONQUE)</b></p>				<p align="center">Noviembre 2014</p>	
<p align="center"><b>CATÁLOGO DE CONCEPTOS, UNIDADES DE MEDICIÓN, CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS PROPUESTOS E IMPORTES PARCIALES Y EL TOTAL DEL PRESUPUESTO</b></p>							
Numero de orden en progresivo	Especificación o código	Descripción del concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Importe en pesos	
30	SI-86-10	Señal informativa de 40 x 150 cms., reflejante grado ingeniería, p.u.o.t.	6.00	Pza.	\$1458.71	\$8,752.26	
40	SI-88-10	Modernización y adaptación de Pasos peatonales	1.00	Pza.	\$100,000.00	\$100,000.00	
50	SI-89-10	Barrera de protección central tipo "K" a base de concreto	50.00	Pza.	\$3480.36	\$174,018.00	
60	SI-90-10	Poste de kilometraje, p.u.o.t.	2.00	Pza.	\$585.73	\$1,171.46	
70	SI-91-10	Raya central o lateral, por línea pintada, incl. Materiales, equipo, mano de obra, acarreos, p.u.o.t.	6,600.00	km	\$4498.15	\$29,687,790.00	
		Violeta reflejante una cara	1,466.00	Pza.	\$74.5	\$109,217.00	

		<b>Total de señalamientos</b>				<b>\$30,153,278.72</b>
<b>Trabajos diversos accesorios y mobiliarios</b>						
		Jardinería y ambientación.	1.00	Lote	\$768,250.41	\$768,250.41
		Mobiliario (bancas).	80.00	Pza.	\$2,300.20	\$184,016.00
		Elaboración a base de estructura (Paradero).	20.00	Pza.	\$42,586.32	\$851,726.40
		Luminarias p.u.o.t.	229.00	Pza.	\$7,000	\$1,603,000.00
					Esta hoja	\$33,487,941.63
					Acumulado	\$45,324,178.28

		<b>PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA SOBRE PROYECTO</b> <b>DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS</b> <b>MODERNIZACIÓN DE IMAGEN URBANA DEL TRAMO CARRETERO</b> <b>DEL E.C.(CHIAPA DE CORZO - LA ANGOSTURA) AL E.C. CAMINO AL</b> <b>AEROPUERTO ANGEL ALBINO CORZO DEL KM 0+000 AL KM 1+100</b> <b>(INCLUYENDO LAS GASAS DEL ENTRONQUE)</b>				Noviembre 2014	
<b>CATÁLOGO DE CONCEPTOS, UNIDADES DE MEDICIÓN, CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS PROPUESTOS E IMPORTES PARCIALES Y EL TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>							
Numero de orden en progresivo	Especificación o código	Descripción del concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Importe en pesos	
10	ELEC-1	Suministro y colocación de poste de acero cónico circular 6mts de altura. Incluye mano de obra y maniobras para su colocación.	400.00	Pza.	\$1.950.00	\$780,000.00	
20	ELEC-2	Suministro y colocación de estructura (tvs.30) volada sencilla; Inc: 1 cruceta pv-200, 1 abrazadera, aislador campana, guardalínea, tirante, abrazaderas, placas, y todo lo necesario para su correcta ejecución.	5.00	Pza.	\$1,422.00	\$7,110.00	
30	ELEC-3	Estructura de cortacircuitos clase 14.8KV; inc.: cruceta, abrazadera, cortacircuito fusible 2k, mano de obra y todo lo necesario para su correcta operación.	5.00	Pza.	\$2,880.00	\$14,400.00	
40	ELEC-4	Estructura para transición aéreo subterránea en media tensión, operada a 13,200KV; inc.: cruceta pt-200, abrazaderas UL, 3 conectores, tubo galv.102mm, bota termocontractil y todo lo necesario para su correcta operación.	5.00	Pza.	\$12,298.00	\$61,490.00	
50	ELEC-5	Suministro y colocación de boquilla de descanso para codo clase 15KV. Incluye	5.00	Pza.	\$983	\$4,915.00	

		materiales, mano de obra y todo lo necesario para su correcta operación				
60	ELEC-6	Suministro y colocación de transformadores de 15KVA, 13,200/120/240V, 3 fases con transformador autoprotegido en alta y baja tensión, cumpliendo con la norma oficial mexicana (NOM002-SEDE-1999) y la norma (NMX-J-285-ANCE-1999). Incluye: herrajes, sistema de tierras, soporte, pruebas, maniobras, mano de obra, y lo necesario para su correcta operación.	5.00	Pza.	\$18,800.00	\$94,000.00
70	ELEC-7	Suministro y colocación de sistema de tierra, para referencia a tierra de neutro corrido en estructuras primarias y secundarias; inc: alambre de cobre cal.4, varillas cooperweld de 3mts, conectores, herramientas y mano de obra.	400.00	Pza.	\$1,639.14	\$655,656.00
80	ELEC-8	Suministro y colocación de registro tipo 2 para cruce de calle (no incluye obra civil), incluye maniobras y mano de obra para su colocación.	5.00	Pza.	\$1,986.00	\$9,930.00
90	ELEC-9	Suministro y colocación de apartarayo tipo codo para transformador, tipo pedestal, incluye mano de obra para su colocación.	5.00	Pza.	\$4,590.00	\$22,950.00
100	ELEC-10	Suministro y colocación de sistemas de tierra para subestaciones tipo poste norma K, inc: cable de cobre cal.2, varillas de tierra, conectores, mano de obra y lo necesario para su correcta ejecución.	5.00	Pza.	\$1,607.00	\$8,035.00
110	ELEC-11	Suministro y colocación de luminaria tipo ov-15 con balastro y lámpara de 100W V.S.A.P, incluye maniobra y mano de obra para su correcta ejecución.	400.00	Pza.	\$900.00	\$360,000.00
120	ELEC-12	Suministro y colocación de cable XLP clase 600 V, calibre 1X1/0, incluye mano de obra para su colocación.	20,000.00	mt	\$9,118.00	\$182,360,000.00
130	ELEC-13	Suministro y colocación de base de concreto rectangular con anclas medidas 40X40X60cm, incluye mano de obra para su colocación.	400.00	Pza.	\$498.38	\$199,352.00
140	ELEC-14	Desmantelado de poste,				

		crucetas, cableados y transformadores en sitio con retiro hasta almacén de la obra.	3.00	Lote	\$7,000.00	\$21,000.00
					Esta hoja	\$184,598,839.00
					Acumulado	\$229,923,017.30
		<b>Total Trabajos diversos y mobiliarios.</b>				<b>\$3,406,992.81</b>
		<b>Total CAMINO.</b>				<b>\$229,923,017.30</b>
		<b>SUBTOTAL.</b>				<b>\$229,923,017.30</b>
		<b>I.V.A. 16.00%.</b>				<b>\$36,787,682.77</b>
		<b>Total del presupuesto.</b>				<b>\$266,710,700.10</b>

## Anexo B: Normas Oficiales Mexicanas

A continuación se indican las Normas Oficiales Mexicanas vigentes que tienen relación con los sistemas de alumbrado público, y a su vez se consideraron en el proyecto.

- NOM-001-SEDE-2005 Instalaciones Eléctricas (utilización).
- NOM-002-SEDE-1999 Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución.
- NOM-013-ENER-1996 Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en vialidades y exteriores públicos.
- PROY-NOM-013-ENER-2003 Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades y áreas exteriores públicas.
- NOM-064-SCFI-2000 Luminarias para uso en interiores y exteriores.
- NOM-001-SEMP-1994 Relativa a las instalaciones destinadas al uso y suministro de la energía eléctrica.
- NOM-028-ENER-2010 Eficiencia energética en lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.
- NOM-058-SCFI-1999 Balastos por lámparas de descarga eléctrica de gas.
- NMX-J-507/1-ANCE-2010 coeficiente de utilización de luminarias para alumbrado público de vialidades.

- NMX-J-510-ANCE-2011 Balastos de alta eficiencia para lámparas de descarga de alta intensidad, para utilización en alumbrado público.

**Requerimientos de calidad:**

- ISO 9001: Sistemas de calidad, modelo de garantía de calidad en diseño, producción, instalación y servicio.
- ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental, modelo de mejoramiento continuo y prevención de la contaminación, cumplimiento de la reglamentación ambiental.

**Anexo C: Tablas**

**Taps del transformador de distribución trifásico.**

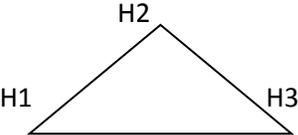
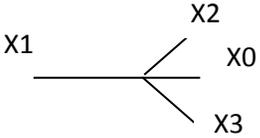
DEVANADOS	CAMBIADOR DE DERIVACIONES		
	POSICIÓN	CONECTA	VOLTS DE A.T.
ALTA TENSIÓN 	I	1 con 2	13530
	II	2 con 3	13200
	III	3 con 4	12870
BAJA TENSIÓN 	IV	4 con 5	12540
	V	5 con 3	12210
	ESTRELLA CON NEUTRO EXTERIOR		

Tabla C0

La tabla anterior indica lo siguiente:

**POSICIÓN II:** Es la posición normal para voltaje primario de 13200 volts y secundario de 220 volts.

**POSICIÓN I:** Es para bajar el voltaje secundario cuando es alto, debido que el voltaje primario es alto de 13530 volts en lugar de 13200 volts.

**POSICIÓN III:** Es para subir el voltaje secundario cuando es bajo, debido a que el voltaje primario también es bajo de 12870 volts, en lugar de 13200 volts.

**POSICIÓN IV:** Es para subir el voltaje secundario cuando es bajo debido al voltaje primario también bajo de 12540, menor al normal 13200 volts.

**POSICIÓN V:** Es para subir el voltaje secundario cuando es bajo, debido al voltaje primario también bajo de 12210 volts, menor al normal de 13200 volts.

Nota: los Taps tienen cinco posiciones, una normal, una para bajar el voltaje y tres posiciones para subir el voltaje.

### **TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS “CORRIENTES DE PLENA CARGA Y FUSIBLES”**

KVA	CORRIENTE EN AMPERES			FUSIBLES EN AMPERES	
	B.T. 220V	A.T. 13,200V	A.T. 6600V	A.T. 13,200V	A.T. 6600V
15	39.4	0.65	1.30	1	2
30	78.8	1.31	2.62	2	4
45	118.2	1.96	3.92	3	6
75	197.0	3.27	6.54	5	10
112.5	295.5	4.92	9.84	8	15

Tabla C1

### **AREA PROMEDIO DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS DE COBRE SUAVE O RECORRIDO, CON AISLAMIENTO TIPO TW, THW Y VINANEL 90**

CALIBRE A.W.G O M.C.M	AREA DEL COBRE EN mm <sup>2</sup>	AREA TOTAL CON TODO Y AISLAMIEN TO mm <sup>2</sup>	Área total de acuerdo al calibre y al número de conductores eléctricos, para seleccionar el diámetro de las tuberías					
			2	3	4	5	6	
A L A M B R E S	14	2.08	8.30	16.60	24.90	33.20	41.50	49.80
	12	3.30	10.64	21.28	31.92	42.56	53.20	63.84
	10	5.27	13.99	27.08	41.97	55.96	69.95	83.94
	8	8.35	25.70	51.40	77.10	102.80	128.50	154.20
C A B L E S	14	2.66	9.51	19.02	28.53	38.04	47.55	57.06
	12	4.23	12.32	24.64	36.96	49.28	61.60	73.92
	10	6.83	16.40	32.80	49.20	65.60	82.00	98.40
	8	10.81	29.70	59.40	89.10	118.80	148.50	178.20
	6	12.00	49.26	98.52	147.78	197.04	246.30	295.56
	4	27.24	65.61	131.22	196.83	262.40	328.05	393.66
	2	43.24	89.42	178.84	268.26	357.68	447.10	536.52
	0	70.43	143.99	287.98	431.97	575.96	719.95	863.94
	00	88.91	169.72	339.44	509.16	678.88	848.60	1018.32
	000	111.97	201.06	402.12	603.18	804.24	1005.30	1206.36
	0000	141.23	239.98	479.76	719.94	959.92	1199.90	1439.88
	250	167.65	298.65	597.30	895.95	1194.46	1493.25	1791.19
	300	201.06	343.07	686.14	1029.21	1372.28	1715.35	2058.42
400	268.51	430.05	860.10	1290.15	1720.20	2150.25	2580.30	
500	334.91	514.72	1029.44	1544.16	2058.88	2573.36	3088.32	

Tabla C2

### CLASIFICACIÓN DE LÁMPARAS

Tipos		Usos	Eficiencia
Incandescente	Lámpara de filamento	Solo justifica en poblaciones aisladas, en forma provisional o en casos especiales; (no recomendable)	baja
Fotoluminiscencia	Fluorescentes	Recomendado ocasionalmente para pasos a desnivel y túneles, uso limitado en	Media/alta

	Descarga gaseosa de alta intensidad	Sodio de alta presión	aéreas abiertas Alumbrado en exteriores, ocasionalmente en locales interiores grandes, (recomendable)	Alta
		Aditivos metálicos	Fachadas, monumentos, parques y jardines	Media/alta
		LED	Alumbrado en exteriores e interiores, (recomendable)	Alta
Electroluminiscencia	Luz emitida por diodos	LED	Alumbrado en exteriores e interiores, (recomendable)	Alta

Tabla C3

### VALORES DE TENSIÓN NOMINALES DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

Tipo de transformador	Potencia (KVA)	Tensión nominal en media tensión (V)	Tensión a plena carga en baja tensión (V)
<b>Monofásico</b>	5, 10, 15, 25, 37.5, 50, 75 y 100	7,620	240/120
		11,400	240/120
		13,200	240/120
<b>Trifásico</b>	15, 25, 30, 45, 50, 75, 100, 112.5, 150, 220 y 330	11,400	208/120
		13,200	208/120
		11,400	480/277

Tabla C4

## **Anexo D: Guía práctica de mantenimiento eléctrico**

El primer requisito para un programa enteramente satisfactorio para toda la clase de equipos eléctricos, es disponer de aparatos de buena calidad, instalados correctamente. No hay quien pueda desarrollar una buena labor de mantenimiento si tiene ante sí un conjunto de equipos inadecuados para el trabajo a desarrollarlo que han sido instalados en desorden, sin tomar en cuenta las necesidades futuras de mantenimiento.

El segundo requisito es contar con el personal de mantenimiento necesario, que debe tener los conocimientos y entrenamiento preciso, contar con el equipo que se requiera. El agua, el polvo, el calor, el frío, la humedad, la falta de limpieza, los ambientes corrosivos, los residuos de productos químicos, los vapores, las vibraciones e innumerables condiciones más de otra índole pueden afectar el funcionamiento y la duración de los aparatos eléctricos.

Estos peligrosos inherentes al servicio, unidos a la negligencia y descuido en la conservación del equipo, dan por resultado la innecesaria falla prematura y, en algunos casos, la completa destrucción. Se pueden evitar reparaciones costosas observando las recomendaciones del fabricante para el mantenimiento y para la operación.

### **Mantenimiento preventivo y pruebas**

El término “mantenimiento preventivo” ha llegado a significar, como generalidad, un sistema rutinario de inspección de equipos. Estas inspecciones, de acuerdo con el tipo y aplicación que ha de darse a los dispositivos, precisan también de pruebas de servicio de los dispositivos, o de sistemas complejos de aparatos. Aplicando más concretamente el término, significa la conservación sistemática y planeada del buen estado del equipo, para reducir al mínimo o evitar los futuros problemas de operación y fallas, ejecutando por adelantado las reparaciones de menor importancia necesarias para la prevención de dificultades de funcionamiento de mayores proporciones. Concretándose al equipo eléctrico, operaciones tan simples como son apretar un tornillo o una conexión, pueden evitar la formación de un cortocircuito serio o alguna falla de índole mecánica.

### **Recomendaciones para el mantenimiento de luminarias.**

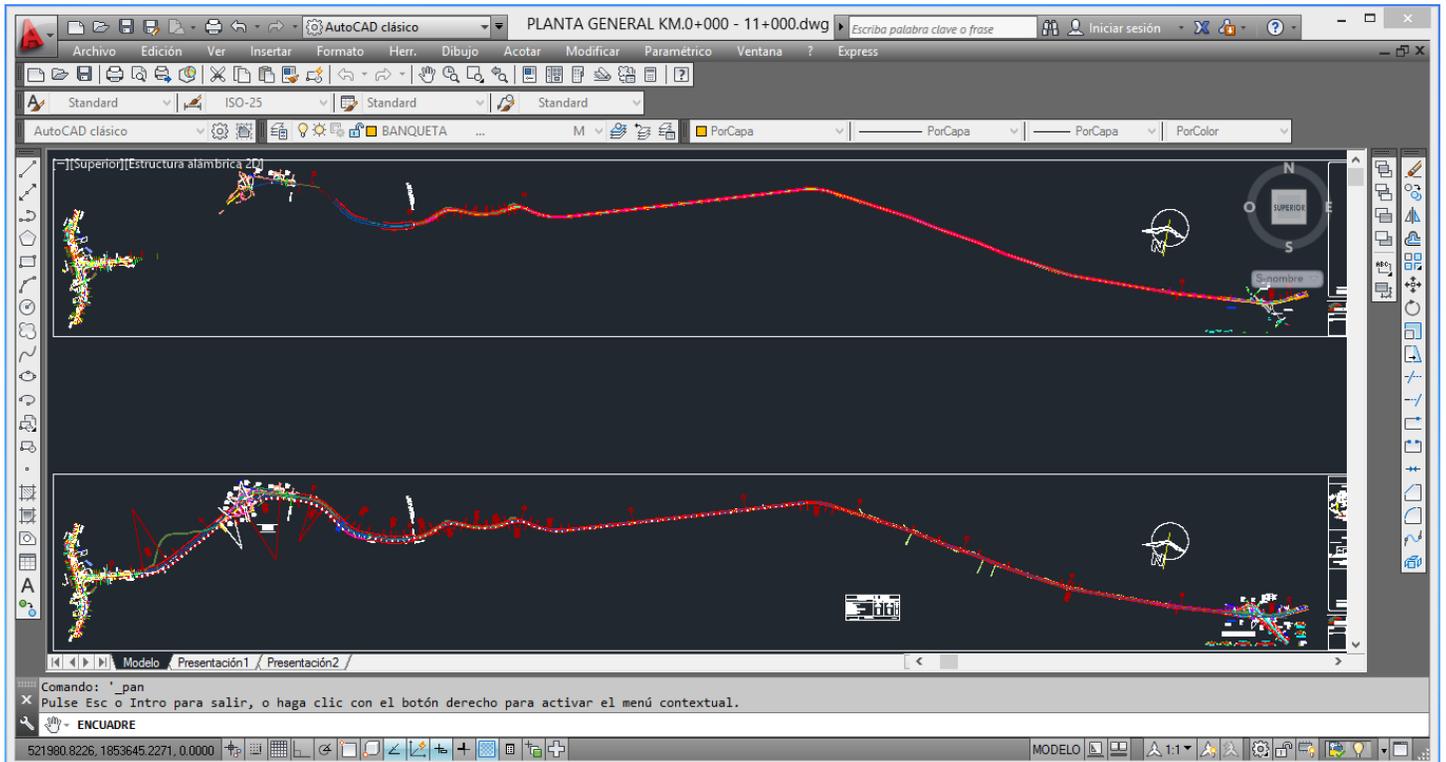
El empleo de luminarias que son sellados y filtrados se traduce en un menor costo de mantenimiento, así como un nivel luminoso promedio más elevado. Con una luminaria sellado y filtrado el mantenimiento se reduce al cambio periódico de la lámpara. Las luminarias que deben limpiarse periódicamente se van deteriorando resultando que se reduce su eficiencia luminosa. La localización de las luminarias,

así como la altura de montaje, deberá ser tal que el mantenimiento de estos sea posible.

### **Ahorro de energía como parte de un mantenimiento**

Cuando se desean determinar las posibilidades de ahorro de una instalación se requiere de un diagnóstico o auditoría eléctrica. Por diagnóstico se entiende una inspección que permita precisar el estado físico de una instalación y que proporcione información relativa a la eficiencia con que se transporta y convierte la energía eléctrica. Al mismo tiempo debe ayudar a determinar mejores opciones de operación. La inspección puede incluir una revisión visual, mediciones del nivel de aislamiento, de la resistencia a tierra, del factor de potencia de la demanda horaria y de la energía consumida. Tanto al equipo como a los procesos deben ser revisados y si es necesario sustituirlos para mejorar sus eficiencias energéticas. Durante la vida del sistema de iluminación, el costo de energía eléctrica representa más de la mitad del costo de adquisición del equipo y de los costos de operación. La elección de la combinación luminaria-lámpara más eficiente, redundará en un menor costo del sistema. La eficiencia de la lámpara determinará un menor requerimiento de energía, aun cuando existan mínimas variaciones en la eficiencia de la luminaria de lámpara a lámpara. La lámpara de sodio alta presión es en la mayoría de los casos la que proporciona los sistemas de menor costos seleccionar una luminaria por su bajo precio de compra, o una lámpara para su larga vida, es a largo plazo el sistema más costoso. Una mejor apariencia durante el día se logra empleando luminarias estilizados arquitectónicamente, los cuales, no son los más funcionales.

## ANEXO E: Plano Eléctrico de la Obra.



Se incluye plano de la obra que muestran la ubicación e instalación de diversos equipos y accesorios que se utilizarán para la realización del proyecto en el tramo carretero del entronque (Chiapa de Corzo - la Angostura) al entronque camino al aeropuerto Ángel Albino Corzo del km 0+000 al km 1+100 (incluyendo las gasas del entronque), cumpliendo con la normas que rigen en la actualidad.