



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“ESTUDIO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA EN  
ALUMBRADO PÚBLICO DE LA BASE NAVAL SUR”**

TESIS DE GRADO  
Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD  
Especialización: POTENCIA

Presentada por:

ALEX CAZCO ARÍZAGA

Guayaquil – Ecuador

AÑO  
2006

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral y a todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo, especialmente al Ing. Jorge Aragundi Rodríguez por su total apoyo.

A mi familia por su por su ejemplo de vida.

Y por encima de todo a Dios.

Alex Cazco Arízaga

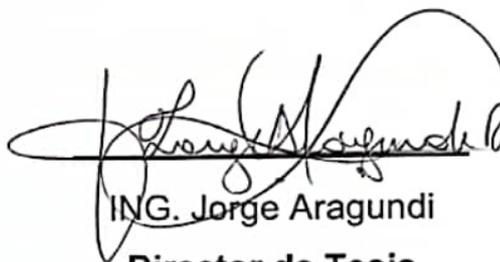
## **DEDICATORIA**

A aquellos seres que me  
dieron la vida, a quienes  
siempre dedicaré todos  
mis triunfos.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



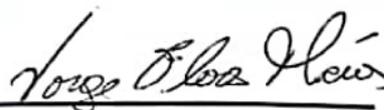
ING. Holger Cevallos  
**Presidente del Tribunal**



ING. Jorge Aragundi  
**Director de Tesis**



ING. Juan Gallo  
**M. Principal**



ING. Jorge Flores  
**M. Principal**

## DECLARACIÓN EXPRESA

**“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”**



Alex Cazco Arizaga

# **RESUMEN:**

El costo elevado de la energía eléctrica en nuestro país produce la necesidad de buscar alternativas para conseguir el ahorro energético, en cuanto a esto, el consumo de energía por concepto de alumbrado público tiene un valor considerable dentro de los sistemas eléctricos.

Con el fin de alcanzar el ahorro de energía en alumbrado público en la Base Naval Sur, se elabora el presente trabajo, el mismo que inicia haciendo una introducción a la importancia del Alumbrado Público en el primer capítulo; en el segundo capítulo se presentarán algunas definiciones y conceptos generales que se utilizarán durante el desarrollo del proyecto de tesis, así como los equipos de medición a usarse.

El tercer capítulo hará una descripción del Sistema Actual del Alumbrado Público en la Base Naval Sur, mediante un análisis: del consumo de energía eléctrica en algunas secciones y de la iluminación de las luminarias, considerando el mantenimiento de las mismas.

En el cuarto capítulo se realizará la propuesta de un sistema de alumbrado público más eficiente, sustentado mediante un análisis: del consumo de

energía eléctrica y de la iluminación de las luminarias, considerando el mantenimiento de las mismas.

En el quinto capítulo se realizará un análisis económico, que permitirá demostrar la factibilidad económica del proyecto.

Finalmente se presentarán las conclusiones y recomendaciones de este estudio.

# INDICE

RESUMEN	VI
INDICE GENERAL	VIII
INDICE DE FIGURAS	XII
INDICE DE TABLAS	XV
INDICE DE PLANOS	XVIII

<b>INTRODUCCION</b>	<b>XIX</b>
---------------------	------------

## **CAPITULO 1. ESTADO DEL ARTE.**

Importancia del Alumbrado Público.	21
------------------------------------	----

## **CAPITULO 2. CONCEPTOS TEÓRICOS.**

2.1. Importancia del Asunto.	25
2.2. Definiciones y Conceptos Generales.	26
2.3. Equipos de Medición.	47
2.3.1. Analizador de Redes ION 7600 de Power Measurement.	47
2.3.2. Luxómetro AEMC modelo 814N	51

**CAPITULO 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN LA BASE NAVAL SUR .**

3.1. Tipo de luminarias existentes.	54
3.2. Partes de las luminarias. Características técnicas.	55
3.2.1. Lámpara	56
3.2.2. Balastro	57
3.2.3. Ignitor o Arrancador	58
3.2.4. Capacitor	58
3.2.5. Fococeldas	59
3.3. Análisis del consumo de Energía Eléctrica en Alumbrado Público.	60
3.3.1. Sección HOSNAV	61
3.3.2. Sección DIGMAT	64
3.3.3. Sección Av. PRINCIPAL	67
3.4. Iluminación de las luminarias	71
3.4.1. Software de Iluminación	72
3.5. Mantenimiento de las luminarias	79

#### **4. PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO MÁS EFICIENTE.**

4.1. Consideraciones Iniciales	82
4.2. Tipo de luminarias a instalar.	84
4.3. Partes de las luminarias. Características técnicas.	87
4.3.1.Lámpara	88
4.3.2.Balastro	89
4.3.3.Ignitor o Arrancador	90
4.3.4.Capacitor	91
4.3.5.Fotoceldas	92
4.3.6.Dispositivo de doble nivel de potencia	92
4.4. Análisis del consumo de Energía Eléctrica en Alumbrado Público del Sistema Propuesto	94
4.5. Iluminación de las luminarias	95
4.6. Mantenimiento de las luminarias	97

#### **5. ANÁLISIS ECONÓMICO.**

5.1. Valoración de la inversión	100
5.2. Cálculo de Beneficios del Proyecto	101

5.2.1. Cálculo del costo anual estimado por consumo de energía eléctrica en el sistema actual	101
5.2.2. Cálculo del costo anual estimado por consumo de energía eléctrica del sistema propuesto	103
5.3. Determinación de los costos anuales de operación del sistema propuesto	107
5.4. Flujo de Efectivo Económico	108
5.4.1. Valor Actual Neto (VANE) y Tasa Interna de Retorno económico (TIRE)	109

▪ <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>
▪ <b>ANEXOS</b>
▪ <b>BIBLIOGRAFIA</b>

<b><u>INDICE FIGURAS</u></b>	<b>Pág.</b>
<b><u>CAPITULO 2</u></b>	
• FIG. 2.1 El Espectro Electromagnético.	27
• FIG. 2.2 Diagrama del Espectro Visible.	28
• FIG. 2.3 El Flujo Luminoso.	29
• FIG. 2.4 La Intensidad Luminosa	29
• FIG. 2.5 Diferencia entre el Flujo y la Intensidad Luminosa.	29
• FIG. 2.6 Iluminancia.	30
• FIG. 2.7 Luminancia.	30
• FIG. 2.8 Diferencia entre Iluminancia y la Luminancia.	31
• FIG. 2.9 Rendimiento Luminoso.	32
• FIG. 2.10 Cantidad de Luz.	33
• FIG. 2.11 Curvas Isolux.	34
• FIG. 2.12 Nivel de Iluminancia(Lux).	34
• FIG. 2.13 La producción de Luz.	37
• FIG. 2.14 Relación entre los estados energéticos de los electrones y las franjas visibles en el espectro.	39
• FIG. 2.15 Principales partes de una lámpara de descarga	40
• FIG. 2.16 Espectro de emisión sin corregir de una lámpara de mercurio a alta presión	42

• FIG. 2.17 Balance energético de una lámpara de mercurio a alta presión	43
• FIG. 2.18 Lámpara de mercurio a alta presión	44
• FIG. 2.19 Espectro de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.	44
• FIG. 2.20 Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.	45
• FIG. 2.21 Lámpara de vapor de sodio a alta presión.	46
• FIG. 2.22 Analizador de Redes ION 7600	48
• FIG. 2.23 Diagrama de Conexión del ION 7600	50
• FIG. 2.24 Luxómetro AEMC Modelo 814N	51
 <b><u>CAPITULO 3</u></b>	
• FIG. 3.1 Fotografía de una luminaria Tipo Cobra Vidrio Convexo	54
• FIG. 3.2 Fotografía de una luminaria Tipo Cuadroliner de Mercurio	55
• FIG. 3.3 Elementos de una luminaria	56
• FIG. 3.4 Lámpara de 250 W de vapor de Sodio de alta presión	57
• FIG. 3.5 Balastro de una lámpara de 400 W	57
• FIG. 3.6 Ignitor	58

• FIG. 3.7 Capacitor	59
• FIG. 3.8 Fococelda	59
• FIG. 3.9 Fotografía del transformador T-50 que alimenta Sección HOSNAV	62
• FIG. 3.10 Fotografía Medición en Sección HOSNAV	62
• FIG. 3.11 Fotografía del transformador T-54 que alimenta Sección DIGMAT	65
• FIG. 3.12 Fotografía del transformador T-12 que alimenta Sección AV. PRINCIPAL	68
• FIG. 3.13 Esquema de mediciones con Luxómetro	76
• FIG. 3.14 Esquema de mediciones con Luxómetro (vista aérea)	77
• FIG. 3.15 Esquema de mediciones con Luxómetro (vista lateral).	77
<b><u>CAPITULO 4</u></b>	
• FIG. 4.1 Curvas Isolux de las Luminarias de Sodio CALIMA II de 150 W (izq.) y 250 W (der.)	87
• FIG. 4.2 Lámpara PHILIPS	88
• FIG. 4.3 Fotografía de un Dispositivo de Nivel de Potencia	93

<b><u>INDICE TABLAS</u></b>	<b>Pág.</b>
<b><u>CAPITULO 2</u></b>	
• TABLA 2.1 Resumen de Fórmulas	32
<b><u>CAPITULO 3</u></b>	
• TABLA 3.1 Número de lámparas existentes en el Sistema de Alumbrado Público de BASUIL.	60
• TABLA 3.2 Lámparas existentes en la Sección HOSNAV.	61
• TABLA 3.3 Lámparas que se encendieron en la Sección HOSNAV	63
• TABLA 3.4 Medición en p-27 de la Sección HOSNAV	64
• TABLA 3.5 Lámparas existentes en la Sección DIGMAT.	65
• TABLA 3.6 Lámparas que se encendieron en la Sección DIGMAT	66
• TABLA 3.7 Medición en p-27 de la Sección DIGMAT	67
• TABLA 3.8 Lámparas existentes en la Sección AVENIDA PRINCIPAL.	68
• TABLA 3.9 Lámparas que se encendieron en la Sección AVENIDA PRINCIPAL	69
• TABLA 3.10 Medición en p-27 de la Sección AVENIDA PRINCIPAL.	70

• TABLA 3.11 Tabla de resultados del programa (Secciones).	73
• TABLA 3.12 Tabla de resultados del programa (luminarias).	75
• TABLA 3.13 Tabla de resultados de mediciones con Luxómetro.	78
• TABLA 3.14 Tabla de comparación de resultados.	78
• TABLA 3.15 Mantenimientos correctivos del sistema actual.	81
<b><u>CAPITULO 4</u></b>	
• TABLA 4.1 Características técnicas de las luminarias CALIMA II.	86
• TABLA 4.2 Dimensiones de las lámparas PHILIPS.	89
• TABLA 4.3 Características técnicas de las lámparas PHILIPS.	89
• TABLA 4.4 Características técnicas del balastro para luminarias de 150w/250w de sodio.	90
• TABLA 4.5 Características técnicas del ignitor para luminarias de 150w/250w de sodio.	91
• TABLA 4.6 Características técnicas del capacitor para luminarias de 150w/250w de sodio.	92
• TABLA 4.7 Características técnicas del dispositivo de doble nivel de potencia.	93
• TABLA 4.8 Número de lámparas que formarían parte del nuevo sistema de alumbrado público de BASUIL.	94
• TABLA 4.9 Tabla de resultados del programa (secciones).	96
• TABLA 4.10 Mantenimientos correctivos del sistema propuesto	97

**CAPITULO 5**

- TABLA 5.1 Tabla costo total del sistema propuesto. 100
- TABLA 5.2 Cantidades y precios de los elementos de las luminarias a reemplazar. 107
- TABLA 5.3 Costos por periodos de mantenimiento. 108

## **INDICE DE PLANOS**

- PLANO AP-1 Levantamiento Sección HOSNAV
- PLANO AP-2 Levantamiento Sección DIGMAT
- PLANO AP-3 Levantamiento Sección AV. PRINCIPAL

# **INTRODUCCION:**

El Alumbrado Público ha sido y seguirá siendo el complemento fundamental para la prolongación y mejora del bienestar social. Su correcto diseño debe ofrecer eficiencia, y cuando se habla de eficiencia se refiere a entre otras cosas al Ahorro de Energía.

El siguiente trabajo comprende un estudio para el ahorro de energía en Alumbrado Público de la Base Naval Sur, debido a que actualmente existe un sistema que a más de no brindar un nivel de iluminación correcto, mantiene un exceso en el consumo de energía eléctrica.

Entre los objetivos de este trabajo, está como objetivo general: Proponer un sistema de alumbrado que permita ahorrar energía eléctrica en la Base Naval Sur; y como objetivos específicos: Realizar una evaluación técnica del sistema de Alumbrado actual, y Realizar un estudio comparativo del sistema actual con el que se propone (evaluación técnica-económica).

Para cumplir los objetivos de este trabajo, se realizaron mediciones de potencia e iluminación en ciertos circuitos, para lo cual se usó un equipo de medición ION 7600, conectándolo en puntos estratégicos, con lo cual se determinó el consumo de energía de las luminarias existentes, también se usó el luxómetro AEMC MODELO 814N para determinar el nivel de iluminación de las luminarias; con esta información y mediante análisis matemático se determinó que el problema que se presenta en el Sistema de Alumbrado Público radica en que las luminarias existentes están consumiendo mayor energía debido a que no se encuentran en buen estado, y por este motivo no brindan una iluminación adecuada. En este trabajo se propone un nuevo Sistema de Alumbrado Público.

# **CAPITULO 1:**

## **ESTADO DEL ARTE**

### **IMPORTANCIA DEL ALUMBRADO PÚBLICO**

El mundo, y por ende nuestro país, vive un proceso de acelerados cambios en muchas dimensiones. En particular, los cambios en la economía empujan y se alimentan de la evolución de la tecnología. A su vez, las nuevas tecnologías transforman a la sociedad de muchas maneras, la misma que tiene que ajustarse en estructura y proceso a estos cambios.

El desarrollo de nuevos materiales, equipos y sistemas, con mayor complejidad y características superiores y menores costos que los que aparecieron en el mercado hace apenas unos años, ha hecho posible que hoy en día la mayoría de los equipos y sistemas en funcionamiento tengan niveles de consumo de energía mucho menor que antes.

Ahorrar energía representa también notables ventajas a nivel local: reduce la factura energética y permite disminuir los impactos ambientales locales por las emisiones contaminantes del transporte, la industria, el comercio y hasta de los mismos hogares.

En cuanto al Alumbrado Público específicamente, muchas oportunidades de ahorro de energía dependen de los aspectos particulares de cada instalación, como son la clase de equipo instalado, el régimen de operación y el costo de la energía.

“El alumbrado público es un servicio cuya principal finalidad es proporcionar las condiciones básicas de iluminación para el tránsito seguro de peatones y vehículos en las zonas públicas de libre circulación”. Su prestación está a cargo de los municipios y distritos y refleja el grado de desarrollo de la infraestructura urbana en estos entes territoriales.

El Alumbrado Público es de vital importancia para la ciudadanía, ya que brinda seguridad y confianza al transitar por avenidas, calles, parques, jardines y plazas, además facilita la fluidez vehicular y reduce los índices delictivos; en general, mejora las condiciones de vida de sus habitantes.

En la Base Naval Sur, de igual manera el alumbrado público se orienta hacia:

- La iluminación de todas sus vías que rodean el exterior de las edificaciones.
- Garantizar el control de personal, tanto en el ingreso a las Instalaciones de la Base, como principalmente al ingreso al Area Operativa.

- Circulación peatonal en condiciones de máxima seguridad.
- Proteger las zonas de habitabilidad de la delincuencia.
- Favorecer la orientación visual (posibilitando la visualización y localización de los objetos dentro de los escenarios iluminados).  
Esta orientación visual nocturna se consigue ubicando los puntos de luz en disposiciones que permitan a los conductores, formarse imágenes inmediatas del escenario donde se encuentran.
- Contribuir a mejorar la estética nocturna de la Base Naval Sur.
- Disminuir el impacto ambiental.

Lastimosamente pocos de estos objetivos han sido logrados, pues las lámparas actuales se encuentran en mal estado, no se encuentran bien instaladas, existen postes que no poseen lámparas, hay otros que las tienen pero están rotas las luminarias, existen zonas que no están alumbradas adecuadamente dificultando la orientación visual nocturna. Una buena orientación visual nocturna se consigue ubicando los puntos de luz en disposiciones estratégicas que permitan a los conductores, formarse imágenes inmediatas del escenario donde se encuentran. Es decir el sistema no trabaja eficientemente.

Cuando se piensa a corto plazo, se contemplan sólo los costos iniciales de compra de una nueva lámpara, pero viéndolo de esta manera no se tiene en

cuenta el gasto más importante: la energía que se consume durante toda la vida útil del producto.

Además, un alumbrado público de mejor calidad significa una mayor seguridad en las vías de la Base Naval Sur, así como una eficiente distribución de luz.

Debido a esto existe la necesidad de realizar un estudio, con el fin de conocer el estado actual del sistema, y dar alternativas para la optimización y ahorro de energía.

# **CAPITULO 2:**

## **CONCEPTOS TEÓRICOS**

### **2.1. IMPORTANCIA DEL ASUNTO**

Ningún hecho o fenómeno de la realidad puede abordarse sin una adecuada conceptualización. Quien realiza un proyecto, no lo hace en el vacío, como si no tuviese la menor idea del mismo, sino que siempre parte de algunas ideas o informaciones previas, de algunos referentes teóricos y conceptuales, por más que éstos no tengan todavía un carácter preciso y sistemático.

El marco conceptual tiene el propósito de dar a la investigación un sistema coordinado y coherente de conceptos y proposiciones que permitan abordar el tema. De éste dependerá el resultado del trabajo.

El fin que tiene el marco conceptual es el de situar a nuestro tema dentro de un conjunto de conocimientos, que permita orientar nuestra búsqueda y nos ofrezca una conceptualización adecuada de los términos que utilizaremos.

El punto de partida para construir un marco conceptual lo constituye nuestro conocimiento previo de los fenómenos que abordamos, así como las enseñanzas que extraigamos del trabajo de revisión bibliográfica que obligatoriamente tendremos que hacer.

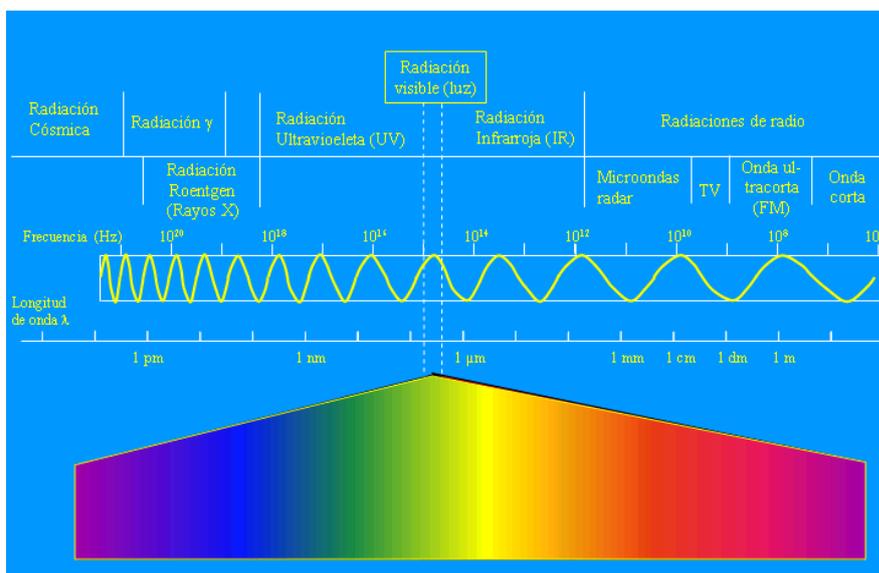
## **2.2. DEFINICIONES Y CONCEPTOS GENERALES**

Para entender mejor estas recomendaciones, es necesario conocer el significado de los conceptos que intervienen en el presente trabajo.

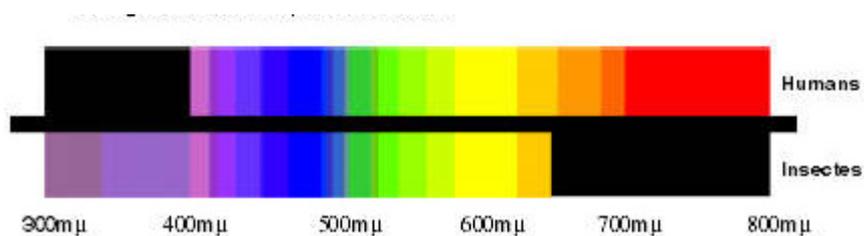
**LUZ:** es una manifestación de la energía en forma de radiaciones electromagnéticas, capaces de afectar al órgano visual.

**OJO:** es el órgano fisiológico mediante el cual se realizan las sensaciones de luz y color.

**SENSIBILIDAD DEL OJO A LAS RADIACIONES:** el conjunto de radiaciones de la luz del día está comprendido en una zona del espectro electromagnético, cuyas longitudes de onda van desde 380 nm para el color violeta hasta 780 nm para el color rojo. Estos valores corresponden a los límites de sensibilidad del ojo humano a la luz. Fuera de los mismos, el ojo es ciego, esto es, no percibe ninguna clase de radiación.



**FIG. 2.1. EL Espectro Electromagnético**



**FIG. 2.2. Diagrama del Espectro Visible**

La luz, al igual que las ondas de radio, los rayos X o los gamma es una forma de energía. Si la energía se mide en joules (J) en el Sistema Internacional, para qué necesitamos nuevas unidades. La razón es más simple de lo que parece. No toda la luz emitida por una fuente llega al ojo y produce sensación luminosa, ni toda la energía que consume, por ejemplo, una bombilla se convierte en luz.

Todo esto se ha de evaluar de alguna manera y para ello se definirán nuevas magnitudes: el flujo luminoso, la intensidad luminosa, la iluminancia, la luminancia, el rendimiento o eficiencia luminosa y la cantidad de luz.

**FLUJO LUMINOSO:** Se define como la cantidad de luz que emite una lámpara. Su símbolo es  $\Phi$  y su unidad es el lumen (lm).

$$1 \text{ watt-luz a } 555 \text{ nm} = 683 \text{ lm}$$

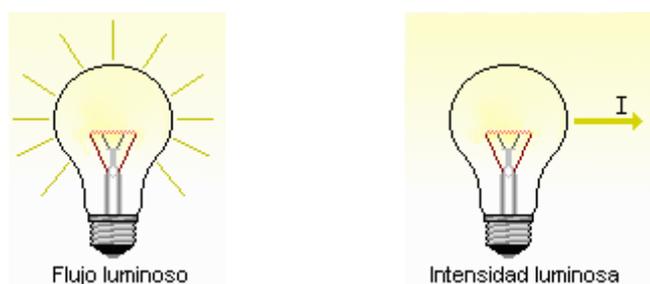
Flujo luminoso	Símbolo: $\Phi$
	Unidad: lumen (lm)

**FIG. 2.3. EL Flujo Luminoso**

**INTENSIDAD LUMINOSA:** Se conoce como **intensidad luminosa** al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es  $I$  y su unidad la candela (cd).

<b>Intensidad luminosa</b> $I = \frac{\Phi}{\omega}$	Símbolo: $I$	
	Unidad: candela (cd)	

**FIG. 2.4. La Intensidad Luminosa**



**FIG. 2.5. Diferencia entre el Flujo y la Intensidad Luminosa**

**ILUMINANCIA:** es el flujo luminoso recibido por una superficie. Su símbolo es E y su unidad el lux (lx) que es un  $\text{lm}/\text{m}^2$ .

<b>Iluminancia</b>	<b>Símbolo: E</b>	$\text{lux} = \frac{\text{lumen}}{\text{m}^2}$
$E = \frac{\Phi}{S}$	<b>Unidad: lux (lx)</b>	

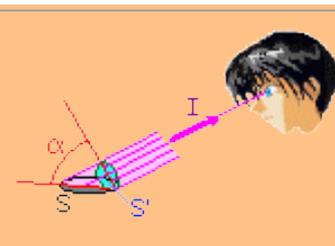
**FIG. 2.6. Iluminancia**

Existe también otra unidad, el *foot-candle* (fc), utilizada en países de habla inglesa cuya relación con el lux es:

$$1 \text{ fc} \approx 10 \text{ lx}$$

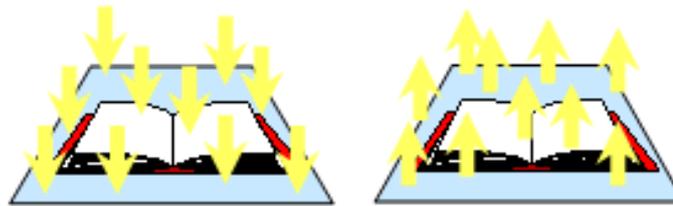
$$1 \text{ lx} \approx 0.1 \text{ fc}$$

**LUMINANCIA:** es la magnitud que mide el brillo de los objetos iluminados o fuentes de luz, tal como son observados por el ojo. Su símbolo es L y su unidad es la  $\text{cd}/\text{m}^2$ . También es posible encontrar otras unidades como el stilb ( $1 \text{ sb} = 1 \text{ cd}/\text{cm}^2$ ) o el nit ( $1 \text{ nt} = 1 \text{ cd}/\text{m}^2$ ).

<b>Luminancia</b>	<b>Símbolo: L</b>	
$L = \frac{I}{S_{\text{aparente}}} = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha}$	<b>Unidad: <math>\text{cd}/\text{m}^2</math></b>	

**FIG. 2.7. Luminancia**

Es importante destacar que sólo vemos luminancias, no iluminancias.



**Iluminancia**

**luminancia**

**FIG. 2.8. Diferencia entre Iluminancia y la Luminancia**

**RENDIMIENTO LUMINOSO O EFICIENCIA LUMINOSA:** expresa el rendimiento energético de una lámpara y mide la calidad de una fuente como un instrumento destinado a producir energía, se define como el cociente entre el flujo luminoso producido y la potencia eléctrica consumida, Mientras mayor sea mejor será la lámpara y menos gastará. La unidad es el lumen por watt (lm/W).

<b>Rendimiento luminoso</b> $\eta = \frac{\Phi}{W}$	<b>Símbolo:</b> $\eta$	Rendimiento = $\frac{\text{Flujo luminoso}}{\text{Potencia consumida}}$
	<b>Unidad:</b> lm / W	



**FIG. 2.9. Rendimiento Luminoso**

## FÓRMULAS

Magnitud	Fórmula	Unidad
Flujo luminoso	$\Phi$	Lumen
Eficiencia Lumiosa	$\rho = \Phi/W$	Lumen/watio
Iluminancia (nivel de iluminación)	$E = \Phi/S$	Lumen / m <sup>2</sup> = Lux
Intensidad luminosa	$I = \Phi/\omega$	Candela
Luminancia	$L = I/S$	Candela / m <sup>2</sup>

**TABLA 2.1. Resumen de Fórmulas**

**CANTIDAD DE LUZ:** Esta magnitud sólo tiene importancia para conocer el flujo luminoso que es capaz de dar un flash fotográfico o para comparar

diferentes lámparas según la luz que emiten durante un cierto periodo de tiempo. Su símbolo es Q y su unidad es el lumen por segundo ( $\text{lm}\cdot\text{s}$ ).

<b>Cantidad de luz</b>	<b>Símbolo: Q</b>
<b><math>Q = \Phi \cdot t</math></b>	<b>Unidad: <math>\text{lm}\cdot\text{s}</math></b>

**FIG. 2.10. Cantidad de Luz**

**REFLECTANCIA:** es la propiedad que tienen los materiales de devolver en diferentes ángulos, los rayos de luz que inciden sobre la superficie de ellos.

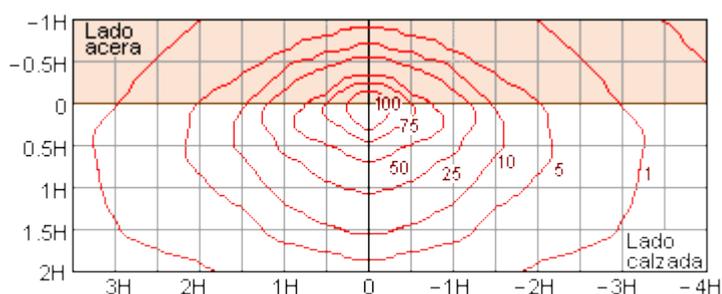
**RENDIMIENTO CROMÁTICO:** es un término utilizado para definir el efecto de una fuente de luz sobre el color de los objetos, en comparación con el color que presentan esos mismos objetos al ser iluminados por un iluminante de referencia.

**DESLUMBRAMIENTO:** es un fenómeno fisiológico que reduce la capacidad visual, debido a un exceso de luminancia a la que el ojo no puede adaptarse. Ello provoca una enérgica reacción fotoquímica en la retina, insensibilizándola durante un cierto tiempo, transcurrido el cual vuelve a recuperarse. El deslumbramiento puede producirse directamente, cuando la propia fuente de luz es la que se encuentra dentro del campo visual, e indirectamente cuando aquella se halla fuera del campo visual, pero su luz la

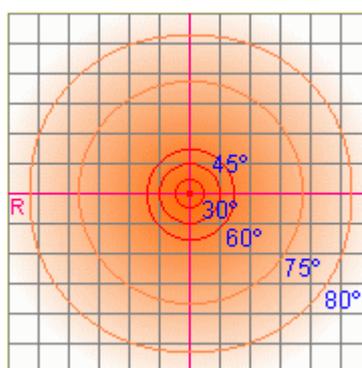
recibe el ojo reflejada por superficies que poseen alto grado de reflexión. El máximo valor tolerable de luminancia para la visión directa es de 7500 cd/m<sup>2</sup>

**CURVAS ISOLUX:** son líneas que unen puntos de una superficie que tienen igual nivel de iluminación. Son análogas a las curvas de nivel de los planos topográficos, pero ahora en lugar de metros indican lux. Normalmente las curvas isolux se suministran, para una determinada luminaria, reducidas a la distancia de 1 metro y referidas a 1000 lúmenes. Los valores de las curvas a otra distancia y a otro flujo luminoso se realizan mediante la fórmula:

$$E = \frac{E_1 \times \phi}{1000}$$



**FIG. 2.11. Curvas Isolux**



**FIG. 2.12. Nivel de Iluminancia (Lux)**

**ALUMBRADO PÚBLICO:** es un servicio cuya principal finalidad es proporcionar las condiciones básicas de iluminación para el tránsito seguro de peatones y vehículos en las zonas públicas de libre circulación. Su prestación está a cargo de los municipios y distritos y refleja el grado de desarrollo de la infraestructura urbana en estos entes territoriales.

**LUMINARIA:** es un artefacto diseñado para difundir y dirigir los rayos originados en la fuente de luz hacia un punto que se quiera resaltar o hacia una superficie de trabajo; además de alojar, soportar y proteger la lámpara y sus elementos auxiliares.

**BALASTROS:** son aparatos eléctricos que adecúan la energía eléctrica disponible en las redes de alimentación, es decir tienen como misión la de limitar o controlar la intensidad de corriente que circula a través de la lámpara.

**ARRANCADORES o IGNITORES:** son aparatos eléctricos que se usan para generar un pulso de voltaje alto y de corta duración, para así lograr encender la bombilla, en asocio o no con el balastro.

**DISPOSITIVOS DE DOBLE NIVEL DE POTENCIA:** Son elementos que reducen a determinadas horas el nivel de iluminación sin una disminución importante de la visibilidad, pero con un ahorro energético considerable. Su funcionamiento se basa en reactancias que presentan una impedancia para obtener el nivel máximo de la lámpara y posteriormente un relé conmutador temporizado, conecta una impedancia adicional que disminuye la corriente y la potencia en la lámpara a un valor del 40% durante todo el tiempo que se mantenga éste régimen de funcionamiento.

**FOTOCELIDAS:** son pequeños dispositivos que producen una variación eléctrica en respuesta a un cambio en la intensidad de la luz.

**CAPACITOR:** es un elemento que absorbe y entrega potencia reactiva al sistema.

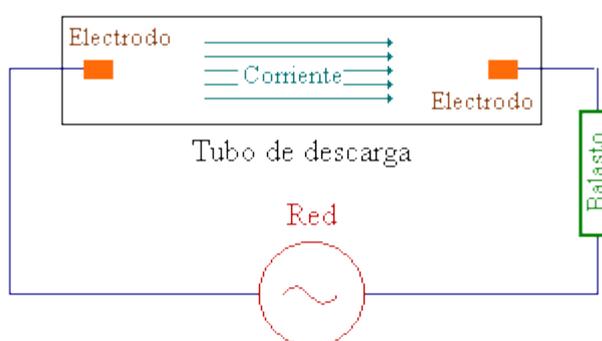
**LAMPARA:** son aparatos encargados de generar la luz. Actualmente se utilizan las lámparas de vapor de mercurio a alta presión, y las de vapor de sodio a baja y alta presión.

**LAMPARAS DE DESCARGA EN GAS:** Las lámparas de descarga constituyen una forma alternativa de producir luz de una manera eficiente y económica. Por eso, su uso está tan extendido hoy en día.

La luz emitida se consigue por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos. Según el gas contenido en la lámpara y la presión a la que esté sometido tendremos diferentes tipos de lámparas, cada una de ellas con sus propias características luminosas.

### Funcionamiento

En las lámparas de descarga, la luz se consigue estableciendo una corriente eléctrica entre dos electrodos situados en un tubo lleno con un gas o vapor ionizado.

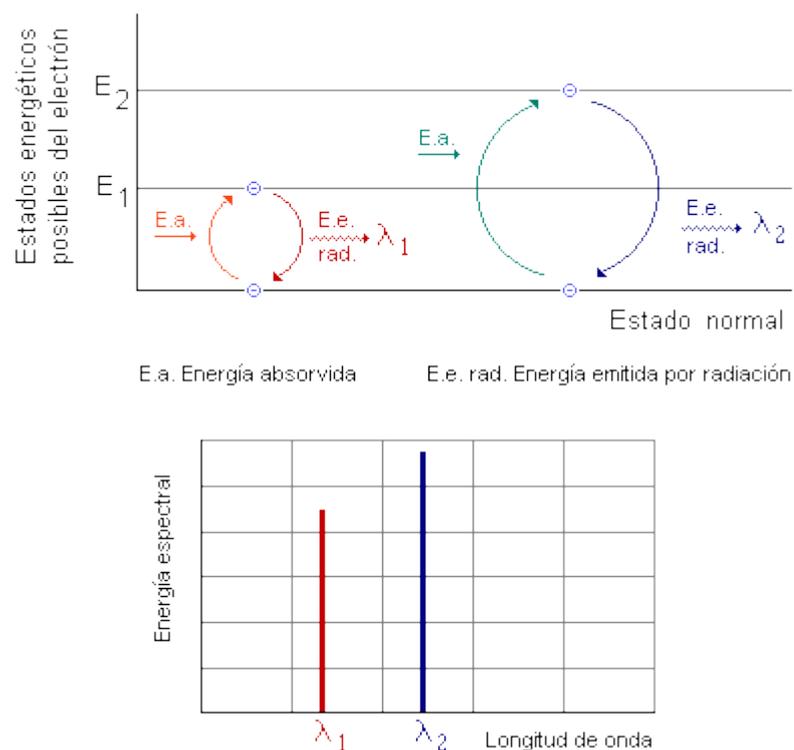


**FIG. 2.13. La producción de luz**

En el interior del tubo, se producen descargas eléctricas como consecuencia de la diferencia de potencial entre los electrodos. Estas descargas provocan un flujo de electrones que atraviesa el gas. Cuando uno de ellos choca con los electrones de las capas externas de los átomos les transmite energía y pueden suceder dos cosas.

La *primera posibilidad* es que la energía transmitida en el choque sea lo suficientemente elevada para poder arrancar al electrón de su orbital. Este, puede a su vez, chocar con los electrones de otros átomos repitiendo el proceso. Si este proceso no se limita, se puede provocar la destrucción de la lámpara por un exceso de corriente.

La *otra posibilidad* es que el electrón no reciba suficiente energía para ser arrancado. En este caso, el electrón pasa a ocupar otro orbital de mayor energía. Al hacerlo, el electrón libera la energía extra en forma de radiación electromagnética, principalmente ultravioleta (UV) o visible. Un electrón no puede tener un estado energético cualquiera, sino que sólo puede ocupar unos pocos estados que vienen determinados por la estructura atómica del átomo. Como la longitud de onda de la radiación emitida es proporcional a la diferencia de energía entre los estados inicial y final del electrón y los estados posibles no son infinitos, es fácil comprender que el espectro de estas lámparas sea discontinuo.

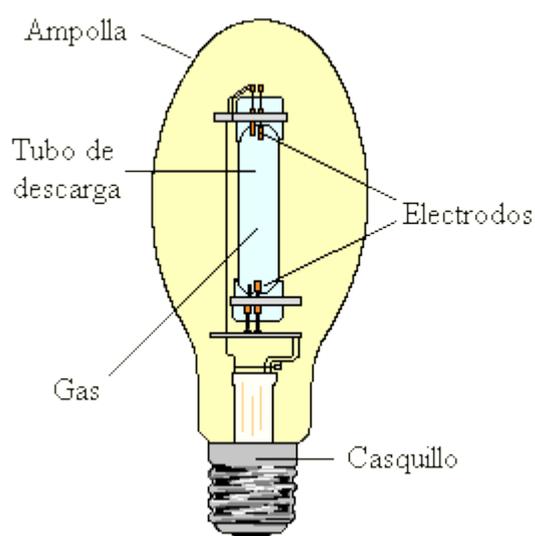


**FIG. 2.14. Relación entre los estados energéticos de los electrones y las franjas visibles en el espectro**

La consecuencia de esto es que la luz emitida por la lámpara no es blanca (por ejemplo en las lámparas de sodio a baja presión es amarillenta). Por lo tanto, la capacidad de reproducir los colores de estas fuentes de luz es, en general, peor que en el caso de las lámparas incandescentes que tienen un espectro continuo. Es posible, recubriendo el tubo con sustancias fluorescentes, mejorar la reproducción de los colores y aumentar la eficacia de las lámparas convirtiendo las nocivas emisiones ultravioletas en luz visible.

## Partes de una lámpara

Las formas de las lámparas de descarga varían según la clase de lámpara con que tratemos. De todas maneras, todas tienen una serie de elementos en común como el tubo de descarga, los electrodos, la ampolla exterior o el casquillo.



**FIG. 2.15 Principales partes de una lámpara de descarga**

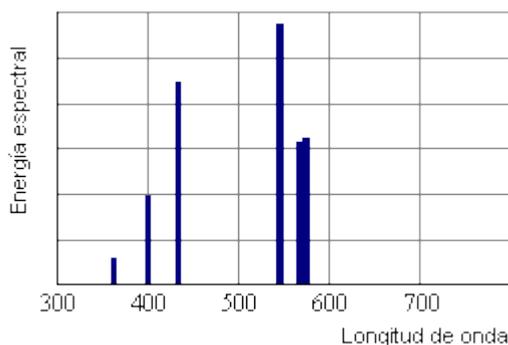
Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado (vapor de mercurio o sodio) o la presión a la que este se encuentre (alta o baja presión). Las propiedades varían mucho de unas a otras y esto las hace adecuadas para unos usos u otros.

- **Lámparas de vapor de mercurio:**
  - Baja presión:
    - Lámparas fluorescentes
  - Alta presión:
    - Lámparas de vapor de mercurio a alta presión
    - Lámparas de luz de mezcla
    - *Lámparas con halogenuros metálicos*
- **Lámparas de vapor de sodio:**
  - Lámparas de vapor de sodio a baja presión
  - Lámparas de vapor de sodio a alta presión

## LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO

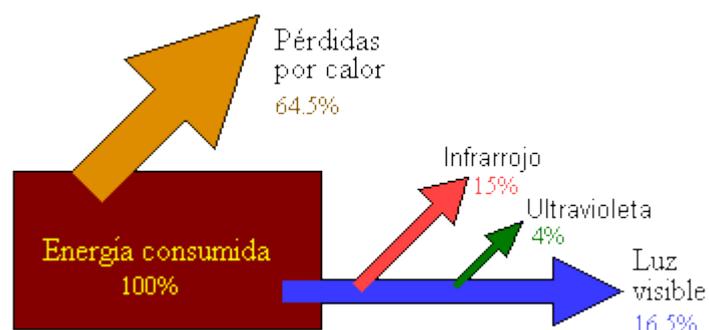
### Lámparas de vapor de mercurio a alta presión

A medida que aumentamos 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 (violeta de 404.7 nm, azul 435.8 nm, verde 546.1 nm y amarillo 579 nm).



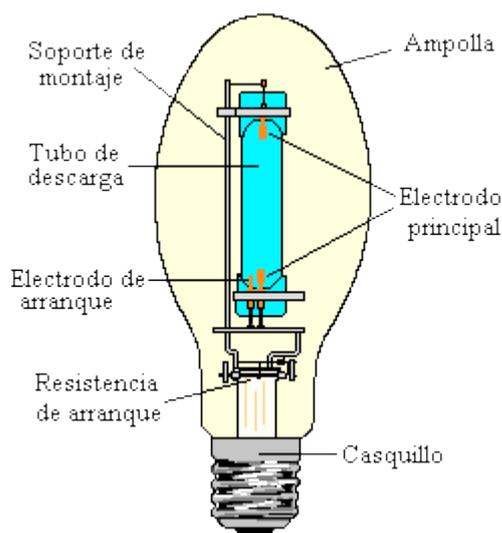
**FIG. 2.16 Espectro de emisión sin corregir de una lámpara de mercurio a alta presión**

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. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara. La temperatura de color se mueve entre 3500 y 4500 K con índices de rendimiento en color de 40 a 45 normalmente. 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.



**FIG. 2.17 Balance energético de una lámpara de mercurio a alta presión**

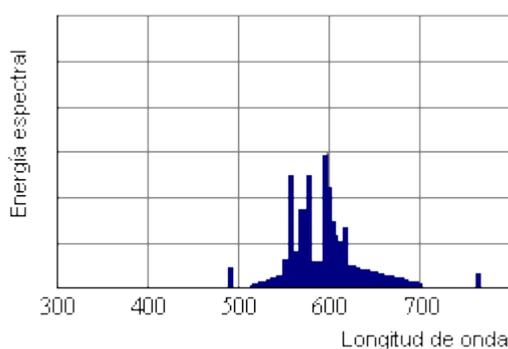
Los modelos más habituales de estas lámparas tienen una tensión de encendido entre 150 y 180 V que permite conectarlas a la red de 220 V sin necesidad de elementos auxiliares. Para encenderlas se recurre a un electrodo auxiliar próximo a uno de los electrodos principales que ioniza el gas inerte contenido en el tubo y facilita el inicio de la descarga entre los electrodos principales. A continuación se inicia 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. Si en estos momentos se apagara la lámpara no sería posible su reencendido hasta que se enfriara, puesto que la alta presión del mercurio haría necesaria una tensión de ruptura muy alta.



**FIG. 2.18 Lámpara de mercurio a alta presión**

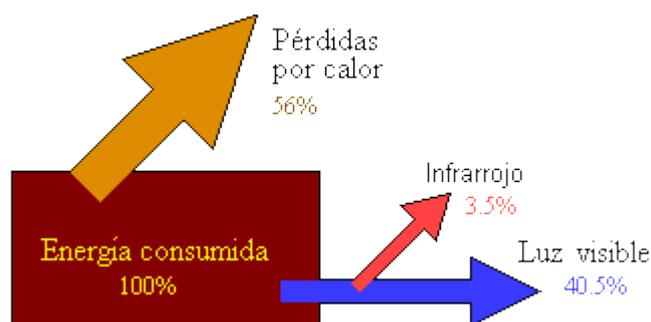
### Lámparas de vapor de sodio a alta presión

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.



**FIG. 2.19 Espectro de una lámpara de vapor de sodio a alta presión**

Las consecuencias de esto es que tienen un *rendimiento en color* ( $T_{color}=2100\text{ K}$ ) y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión (IRC = 25, aunque hay modelos de 65 y 80 ). No obstante, esto se consigue a base de sacrificar eficacia; aunque su valor que ronda los 130 lm/W sigue siendo un valor alto comparado con los de otros tipos de lámparas.

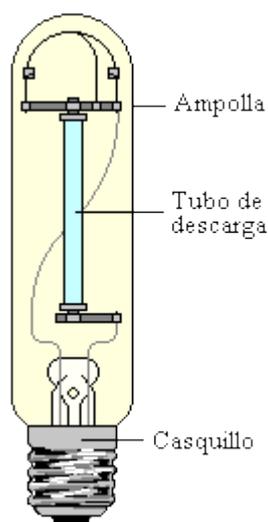


**FIG. 2.20 Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a alta presión**

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. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve.



**FIG. 2.21 Lámpara de vapor de sodio a alta presión**

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. EQUIPOS DE MEDICION**

Los equipos de medición que serán utilizados en el presente proyecto de tesis son los siguientes:

### **2.3.1. ANALIZADOR DE REDES ION 7600 DE POWER MEASUREMENT.**

Este equipo será utilizado para realizar las mediciones de potencia en el Sistema de Alumbrado Público de la Base Naval Sur.

Este equipo tiene las siguientes características:

- ION Enterprise es un sistema de información de cliente-servidor, el cual permite visualizar toda la información recogida por el ION 7600 durante su etapa de medición.
- El analizador de redes ION 7600 es un instrumento de medida programable que mide, calcula y visualiza los principales parámetros eléctricos en redes trifásicas y monofásicas.

- La medida se realiza en verdadero valor eficaz, mediante tres entradas de tensión a.c. y tres entradas de intensidad a.c. (a través de transformadores de corriente  $I_n / 5A$ ), que permiten analizar simultáneamente tensión, intensidad, y potencia activa, siempre de las tres fases, además de la frecuencia de la red.
- El software del ION Enterprise opera bajo el sistema operativo Windows 2000 Profesional Service Pack 2.



**FIG. 2.22 Analizador de Redes ION 7600**

Además el equipo puede medir parámetros como: Potencia, Energía, Voltaje Línea línea, voltaje línea neutro, voltajes promedio, corrientes de fase, corriente promedio, factor de potencia, frecuencia, armónicos, demandas,

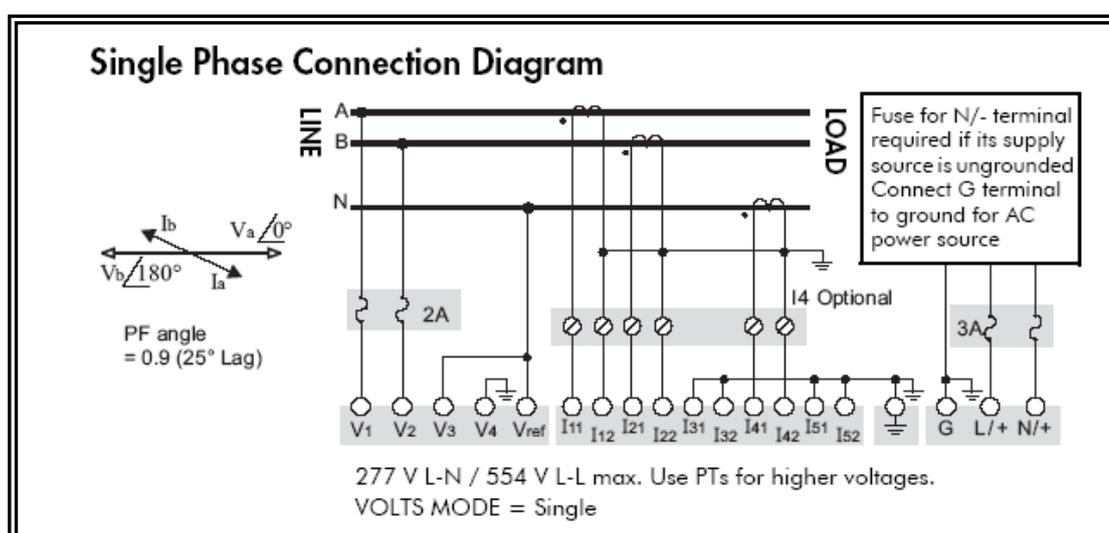
entre otros. Contando con sistemas que le permiten realizar las siguientes funciones:

- **Monitoreo de Sag/Swell:** Magnitud y dirección de datos para gráficas de curvas de tolerancia CBEMA.
- **Flicker y detección de transitorios:** Capacidad para detectar y registrar disturbios desde 64  $\mu$ seg con registros de forma de onda en voltajes y corriente.
- **Registro e históricos:** Cuenta con 4 MB de memoria no volátil para almacenar formas de onda registro de eventos.
- **Comunicaciones:** Comunicación simultanea hasta en cuatro puertos: puertos RS-232/RS485, un segundo puerto infrarrojo, un tercer puerto opcional es un módem telefónico, por último un puerto Ethernet 10Base-T o 10Base-FL.
- **Alimentación:** La fuente de alimentación para el equipo es de 85 a 264 Voltios en C.A. o 110 a 330 Voltios en C.D., sin necesidad de configuración externa.

El medidor ION 7600 cumple con las siguientes normativas internacionales:

- Norma EN 50160.
- Norma IEC 61000–4-7 de armónicos e interarmónicos que es la requerida por la REGULACION No. CONELEC – 004/01.
- Norma IEC 61000-4-15 de fluctuaciones de voltaje.
- CBEMA / ITIC .
- Norma IEEE 519 e IEEE 1159.

Para realizar las mediciones de potencia en las distintas secciones del sistema de alumbrado público de la Base Naval Sur, se utilizó la conexión sugerida por el manual “7600 ION: Instrucciones de instalación y configuración básica”, la misma que se muestra a continuación:



**FIG. 2.23 Diagrama de conexión del ION 7600**

### 2.3.2. LUXOMETRO AEMC MODELO 814N

Es un equipo de medición de iluminancia y luminancia, por medio de sus dos escalas que posee:

- **Iluminancia**: en luxes y footcandle (1 footcandle = 10.764 lux)
- **Luminancia**: en candelas/m<sup>2</sup> y footlambert (footlambert = 3.425 cd/m<sup>2</sup>)

El equipo trabaja con una fotocélula, la misma que tiene un diámetro de 2.6 pulgadas (66 mm), que se utiliza para la medición.



**FIG. 2.24 Luxómetro AEMC Modelo 814N**

El Luxómetro AEMC Modelo 814N cumple con las normativas de la CIE  
**(Comisión Internacional de Iluminación).**

Además posee los siguientes datos técnicos:

- Usa 5 pilas “AA” de 1.5 V c/u
- 6 mA
- Rango de temperatura: 0 a 50 °c.
- Peso: 2 lb y 4 onz.
- Autonomía: 200 horas.

## **CAPITULO 3:**

### **DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA BASE NAVAL SUR**

El consumo de energía por concepto de alumbrado público tiene un costo considerable con respecto a la energía total, por lo tanto su correcta o incorrecta cuantificación tiene gran incidencia en el balance energético.

Para calcular con mayor exactitud la energía consumida en la iluminación pública son necesarios dos elementos fundamentales:

- a. Conocer con exactitud el número de luminarias instaladas por tipo, capacidad y estado de funcionamiento.
- b. Conocer el consumo de energía de los diferentes tipos de luminarias que se tienen instaladas en el sistema.

Por otra parte debido al costo elevado de producción de energía eléctrica surge la necesidad de buscar alternativas para conseguir el ahorro energético. En base a estos requerimientos se va a realizar el análisis a las

luminarias instaladas en el sistema de alumbrado público de la Base Naval Sur.

### **3.1. TIPO DE LUMINARIAS EXISTENTES**

Actualmente la Base Naval Sur cuenta con un Sistema de Alumbrado Público que está constituido por 25 circuitos, y a su vez estos circuitos están formados por un total de 262 luminarias, de diferentes tipos como:

- **236 LUMINARIAS TIPO COBRA VIDRIO CONVEXO**
- **26 LUMINARIAS QUADROLINER DE MERCURIO**

En el Anexo “A” se muestran las dimensiones de las luminarias existentes en el sistema.

#### **LUMINARIA TIPO COBRA VIDRIO CONVEXO**



**FIG 3.1 Fotografía de una luminaria Tipo Cobra Vidrio Convexo**

## LUMINARIA QUADROLINER MERCURIO



**FIG 3.2** Fotografía de una luminaria Tipo Cuadroliner de Mercurio

### 3.2. PARTES DE LAS LUMINARIAS-CARACTERISTICAS TECNICAS

Estas luminarias están constituidas por las siguientes partes:

- LAMPARA
- BALASTRO
- IGNITOR
- CAPACITOR
- FOTOCELDA

En la figura (FIG 3.3), se puede observar las partes internas de una de las luminarias existentes en el Sistema de Alumbrado Público.



**FIG 3.3 Elementos de una luminaria**

### **3.2.1. LAMPARA**

El Sistema está constituido por lámparas de diferentes tipos como:

- LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO A ALTA PRESION
- LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION

Las mismas con potencias de:

- Lámparas de Mercurio de 175 W
- Lámparas de Mercurio de 250 W
- Lámparas de Sodio de 400 W
- Lámparas de Sodio de 250 W

A continuación en la figura (FIG 3.4), se observa una lámpara de vapor de sodio a alta presión de 250 W, instalada en una de las luminarias existentes.



**FIG 3.4 Lámpara de 250 W de vapor de Sodio de alta presión**

### 3.2.2. BALASTRO

Los balastos existentes trabajan con voltajes de 220 V-230 V, 50 o 60 Hz y corrientes entre 2.15 A a 4.45 A., encontrándose colocados en el interior de las luminarias de acuerdo al tipo de lámparas. En la figura (FIG 3.5) se observa un balastro instalado en una luminaria de sodio de 400 W.



**FIG 3.5 Balastro de una lámpara de 400 W**

### 3.2.3. IGNITOR O ARRANCADOR

Los ignitores existentes trabajan con voltajes de 220 - 230 V, 50 o 60 Hz, y temperaturas entre  $-30^{\circ}$  a  $85^{\circ}$  c, encontrándose colocados en el interior de las luminarias de acuerdo al tipo de lámparas. En la figura (FIG 3.6) se observa un ignitor de una luminaria de sodio de 400 W.



FIG 3.6 Ignitor

### 3.2.4. CAPACITOR

Los capacitores existentes trabajan con voltajes de 220 - 230 V, 50 o 60 Hz, temperaturas entre  $-30^{\circ}$  a  $85^{\circ}$  c y son de 30  $\mu$ f. En la figura (FIG 3.7) se observa un capacitor de 30  $\mu$ f.



### 3.3. ANALISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO

Como se indicó anteriormente, el Sistema de Alumbrado Público de la Base Naval Sur está constituido por 25 circuitos, existiendo en total 262 luminarias, las mismas poseen lámparas que se detallan a continuación:

**TABLA 3.1 NÚMERO DE LÁMPARAS EXISTENTES EN EL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE BASUIL**

CANTIDAD	TIPO DE LAMPARA	POTENCIA	TOTAL (kW)
26	Lámparas de vapor de Mercurio	175 W	4.55
46	Lámparas de vapor de Mercurio	250 W	11.5
3	Lámparas de vapor de Sodio	250 W	0.75
187	Lámparas de vapor de Sodio	400 W	74.8
<b>262</b>			<b>91.6 kW</b>

Para determinar si el valor del consumo de energía eléctrica es el adecuado en el sistema de Alumbrado Público de la Base Naval Sur, primeramente se procederá a seleccionar los circuitos de alumbrado en donde se realizarán las mediciones, con la particularidad que sean circuitos únicamente de Alumbrado Público, y que no tengan conexiones a otras cargas. Una vez seleccionados estos circuitos tanto en el plano como en el sitio, se procederá a dar nombres a las secciones para identificarlas, de la siguiente forma:

- Sección HOSNAV
- Sección DIGMAT
- Sección AV. PRINCIPAL

**3.3.1. SECCIÓN HOSNAV:** la misma que está alimentada por el transformador T 50 ( 50 kVA, autoprotegido (FIG. 3.9)), y constituida por 8 luminarias, como se muestra en el Plano AP-1, las mismas que se encuentran instaladas en postes cuya numeración es la siguiente:

**TABLA 3.2 LÁMPARAS EXISTENTES EN LA SECCION HOSNAV**

<b>No.</b>	<b>POSTES</b>	<b>IDENTIFICACION</b>	<b>TIPO DE LAMPARA</b>	<b>POTENCIA</b>
1	Poste # 33	P-33	VAPOR DE Na A ALTA P.	400 W
2	Poste # 32	P-32	VAPOR DE Na A ALTA P.	400 W
3	Poste # 31	P-31	VAPOR DE Na A ALTA P.	400 W
4	Poste # 29	P-29	VAPOR DE Na A ALTA P.	400 W
5	Poste # 28	P-28	VAPOR DE Na A ALTA P.	400 W
6	Poste # 27	P-27	VAPOR DE Na A ALTA P.	400 W
7	Poste # 262	P-262	VAPOR DE Na A ALTA P.	400 W
8	Poste # 35c	P-35c	VAPOR DE Na A ALTA P.	400 W



**FIG 3.9 Fotografía del transformador T-50 que alimenta Sección HOSNAV**

Se verificó físicamente las partes de las luminarias de la sección, y finalmente se conectó el equipo de medición en un punto del circuito (en las líneas de 220 V a la salida del transformador como se ve en la figura (FIG 3.10)).



**FIG 3.10 Fotografía Medición en Sección HOSNAV**

El equipo de medición permaneció aproximadamente 9 horas (desde las 21:15 hasta las 06:00). A continuación se detallan las lámparas que se encendieron:

**TABLA 3.3 LÁMPARAS QUE SE ENCENDIERON EN LA SECCION  
HOSNAV**

No.	POSTES	ENCENDIDAS
1	P-33	SI
2	P-32	SI
3	P-31	no
4	P-29	no
5	P-28	no
6	P-27	SI
7	P-262	no
8	P- 35c	SI

Como se puede ver únicamente se encendieron 4 lámparas de las 8 existentes, es decir que por ser estas lámparas de Sodio de 400 W deberían tener un consumo total de 1600 W en la sección. Los valores obtenidos durante las mediciones se pueden observar en tabla B.I del anexo B, teniendo como promedio las siguientes cifras:

RANGO DE TIEMPO	PROMEDIO Kw
21:15/06:00	1.66051

Se puede apreciar que hay un consumo mayor que el que indica los datos de placa, es decir existe un exceso de consumo promedio de: **60.51Wh**.

Luego se procedió a realizar mediciones de potencia en una de las lámparas pertenecientes al mismo circuito, el equipo permaneció desde las 00:15 hasta las 01:45 en la lámpara que se encuentra instalada en el poste P-27, cuyos resultados fueron los siguientes:

**TABLA 3.4 MEDICION EN P-27 DE LA SECCION HOSNAV**

<b>Date/Time</b>	<b>kW tot</b>	<b>Exceso de consumo W</b>
25/04/2006 0:15:00.000	0.4251120	25.112
25/04/2006 0:30:00.000	0.4165350	16.535
25/04/2006 0:45:00.000	0.4177040	17.704
25/04/2006 1:00:00.000	0.4133300	13.33
25/04/2006 1:15:00.000	0.4175580	17.558
25/04/2006 1:30:00.000	0.4120530	12.053
25/04/2006 1:45:00.000	0.4205740	20.574
	<b>0.418</b>	<b>17.552</b>

De esta manera se pudo ratificar que las lámparas de este circuito están consumiendo más energía de la que deberían.

**3.3.2. SECCIÓN DIGMAT:** la misma que está alimentada por el transformador T 54-A ( 25 kVA, autoprotegido (FIG 3.11)), y constituida por 4 luminarias como se muestra en el Plano AP-2, las mismas que se encuentran instaladas en postes cuya numeración es la siguiente:

**TABLA 3.5 LÁMPARAS EXISTENTES EN LA SECCION DIGMAT**

No.	POSTES	IDENTIFICACION	TIPO DE LAMPARA	POTENCIA
1	Poste # 165	P-165	VAPOR DE Na A ALTA P.	250 W
2	Poste # 166	P-166	VAPOR DE Na A ALTA P.	250 W
3	Poste # 166	P-166	VAPOR DE Na A ALTA P.	250 W
4	Poste # 167	P-167	VAPOR DE Na A ALTA P.	400 W

**FIG 3.11 Fotografía del transformador T-54 que alimenta Sección DIGMAT**

Se verificó físicamente las partes de las luminarias de la sección, y finalmente se conectó el equipo de medición en un punto del circuito (en las líneas de 220 V a la salida del transformador). El equipo de medición permaneció desde las 19:15 hasta las 06:00. A continuación se detallan las lámparas que se encendieron:

**TABLA 3.6 LÁMPARAS QUE SE ENCENDIERON EN LA SECCION  
DIGMAT**

<b>No.</b>	<b>POSTES</b>	<b>ENCENDIDAS</b>
1	P-165	si
2	P-166	si
3	P-166	no
4	P-167	si

Como se puede ver únicamente se encendieron 3 lámparas de las 4 existentes, es decir que por ser 2 de ellas de 250 W y 1 de 400 W, estas deberían tener un consumo total de 900 W en la sección. Los valores obtenidos durante las mediciones se pueden observar en el la tabla B.II del anexo B, teniendo como promedio las siguientes cifras:

<b>RANGO DE TIEMPO</b>	<b>PROMEDIO Kw tot</b>
<b>19:15/06:00</b>	<b>1.1125</b>

Se puede apreciar que hay un consumo mayor que el que indica los datos de placa, es decir existe un exceso de consumo promedio de: 212.499 **Wh**.

Luego se procedió a realizar mediciones de potencia en una de las lámparas pertenecientes al mismo circuito, el equipo permaneció desde las 22:00 hasta las 23:15 en la lámpara que se encuentra instalada en el poste P-165, cuyos resultados fueron los siguientes:

**TABLA 3.7 MEDICION EN P-165 DE LA SECCION DIGMAT**

<b>Date/Time</b>	<b>kW tot</b>	<b>Exceso de consumo W</b>
24/04/2006 22:00:00.000	0.281263	31.263
24/04/2006 22:15:00.000	0.279836	29.836
24/04/2006 22:30:00.000	0.283961	33.961
24/04/2006 22:45:00.000	0.283565	33.565
24/04/2006 23:00:00.000	0.282773	32.773
24/04/2006 23:15:00.000	0.28408	34.08
	<b>0.283</b>	<b>32.58</b>

De esta manera se pudo ratificar que las lámparas de este circuito están consumiendo más energía de la que deberían.

**3.3.3. SECCIÓN AV. PRINCIPAL:** la misma que está alimentada por el transformador T-12 ( 50 kVA, convencional (FIG. 3.12), y constituida por 7 luminarias como se muestra en Plano AP-3, las mismas que se encuentran instaladas en postes cuya numeración es la siguiente:

**TABLA 3.8 LÁMPARAS EXISTENTES EN LA SECCION AVENIDA PRINCIPAL**

No.	POSTES	IDENTIFICACION	TIPO DE LAMPARA	POTENCIA
1	Poste # 13	P-13	VAPOR DE Na A ALTA P.	400 W
2	Poste # 15	P-15	VAPOR DE Na A ALTA P.	400 W
3	Poste # 19	P-19	VAPOR DE Na A ALTA P.	400 W
4	Poste # 21	P-21	VAPOR DE Na A ALTA P.	400 W
5	Poste # 23	P-23	VAPOR DE Na A ALTA P.	400 W
6	Poste # 25	P-25	VAPOR DE Na A ALTA P.	400 W
7	Poste # 26	P-26	VAPOR DE Na A ALTA P.	400 W



**FIG 3.12 Fotografía del transformador T-12 que alimenta Sección AV. PRINCIPAL**

Se verificó físicamente las partes de las luminarias de la sección, y finalmente se conectó el equipo de medición en un punto del circuito (en las líneas de 220 V a la salida del transformador). El equipo de medición permaneció desde las 00:00 hasta las 05:45. A continuación se detallan las lámparas que se encendieron:

**TABLA 3.9 LÁMPARAS QUE SE ENCENDIERON EN LA SECCION  
AVENIDA PRINCIPAL**

<b>No.</b>	<b>POSTES</b>	<b>ENCENDIDAS</b>
1	P-13	si
2	P-15	no
3	P-19	si
4	P-21	no
5	P-23	si
6	P-25	si
7	P-26	si

Como se puede ver únicamente se encendieron 5 lámparas de las 7 luminarias existentes en la sección; es decir que por ser estas lámparas de Sodio de 400 W deberían tener un consumo total de 2000 W . Los valores obtenidos durante las mediciones se pueden observar en el la tabla B.III del anexo B, teniendo como promedio las siguientes cifras:

<b>RANGO DE TIEMPO</b>	<b>PROMEDIO Kw tot</b>
<b>00:00/05:45</b>	<b>2.138</b>

Se puede apreciar que hay un consumo mayor que el que indica los datos de placa, es decir existe un exceso de consumo promedio de: **137.597 Wh.**

Luego se procedió a realizar mediciones de potencia en una de las lámparas pertenecientes al mismo circuito, el equipo permaneció desde las 02:45 hasta las 06:00 en la lámpara que se encuentra instalada en el poste P-25, cuyos resultados fueron los siguientes:

**TABLA 3.10 MEDICION EN P-25 DE LA SECCION AVENIDA PRINCIPAL**

<b>Date/Time</b>	<b>kW tot</b>	<b>Exceso de consumo W</b>
25/04/2006 2:45:00.000	0.471773	71.773
25/04/2006 3:00:00.000	0.472523	72.523
25/04/2006 3:15:00.000	0.47889	78.89
25/04/2006 3:30:00.000	0.475627	75.627
25/04/2006 3:45:00.000	0.480165	80.165
25/04/2006 4:00:00.000	0.474466	74.466
25/04/2006 4:15:00.000	0.476092	76.092
25/04/2006 4:30:00.000	0.474112	74.112
25/04/2006 4:45:00.000	0.480797	80.797
25/04/2006 5:00:00.000	0.476164	76.164
25/04/2006 5:15:00.000	0.474274	74.274
25/04/2006 5:30:00.000	0.473125	73.125
25/04/2006 5:45:00.000	0.470352	70.352
25/04/2006 6:00:00.000	0.472226	72.226
	<b>0.475</b>	<b>75.042</b>

De esta manera se pudo ratificar que las lámparas de este circuito están consumiendo más energía de la que deberían.

### 3.4. ILUMINACION DE LAS LUMINARIAS

Para determinar si los niveles de iluminación de las vías son los más adecuados, primeramente se procederá a realizar una revisión de las Normas para el Diseño de Alumbrado de Vías Públicas, de las cuales se tomó como referencia la **Norma CIE (Comisión Internacional de Iluminación) 115-1995 “Recomendaciones para la iluminación de vías para tráfico motorizado y peatonal”** .(ver anexo C).

Esta norma clasifica los tipos de vía desde M1 a M5, dependiendo de la función de la vía y considerando la densidad del tráfico, el flujo vehicular y la existencia de facilidades para el control del tránsito como desvíos, señales y semáforos (ver tabla C.I y C.II del anexo C).

La norma considera también los tipos de superficies de las vías y la disposición de las luminarias en la vía (tabla C.III y C.IV del anexo C). Considerando las recomendaciones que indica la norma, podemos decir que las vías de la Base Naval Sur corresponden a un **Tipo de vía: M5**, ya que el tránsito de vehículos y peatones por la noche es muy reducido, y además porque la velocidad promedio de los vehículos es menor a 30 Km/hora; la **superficie de la vía es Clase R3** y tiene una **disposición de luminarias Tipo Unilateral**.

Para conocer el nivel medio de iluminancia de las vías de la Base Naval Sur, se procederá a calcular la iluminancia en las mismas, con el fin de comparar dichos resultados con los valores que indica la norma.

Las Secciones en donde se realizarán las mediciones serán identificadas de la siguiente forma:

- Sección HOSNAV: vía “A”
- Sección DIGMAT: vía “B”
- Sección AVENIDA PPAL: vía “C”
- Sección COMISARIATOS: vía “D”
- Sección BLOQUES DE VIVIENDA DE OFICIALES : vía “E”
- Sección COGUAR: vía “F”

#### **3.4.1. SOFTWARE DE ILUMINACION**

Una vez identificadas las secciones, se procederá a determinar los niveles de iluminación de las vías, para lo cual se utilizará el software de iluminación de **Thomas & Belts**. Este software permite determinar los niveles de Iluminancia y luminancia de la vialidad de una manera más rápida y exacta.

Los resultados de los estudios de iluminación que mostró el software, se pueden apreciar en el anexo D, cuyos valores se resumen a continuación:

**TABLA 3.11 TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA (Secciones)**

VIA	"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	"F"
ESPACIAMIENTO ENTRE POSTES (m)	20	30	43.3	32	38	52
ANCHO DEL CARRIL (m)	9.6	10	9.6	10.8	7	8.64
ALTURA DEL MONTAJE (m)	7.9	7.64	6.82	8.52	9.35	6.32
LONGITUD DEL BRAZO (m)	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	0.77
DISPOSICION	Unilateral	Unilateral	Unilateral	Unilateral	Unilateral	Unilateral
CLASIFICACION DEL PAVIMENTO	R3	R3	R3	R3	R3	R3
CARACTERIASTICAS DE LA LAMPARA	Na 400 W	Na 250 W	Na 400 W	Hg 250 W	Hg 250 W	Hg 175 W
LUMENES DE LA LAMPARA	55000 lum	33000 lum	55000 lum	12100 lum	12100 lum	7900 lum
ILUMINANCIA PROMEDIO (lux)	92.766	41.079	48.822	12.262	10.44	5.348
LUMINANCIA PROMEDIO (cd/m <sup>2</sup> )	6.47	3.18	3.35	0.94	0.83	0.41

Los valores obtenidos en la tabla de resultados del programa, fueron comparados con los que indica la norma (tabla C.V anexo C), la misma indica que para un Tipo de vía M5, con superficie clase R3 y disposición Unilateral, la iluminancia y luminancia promedio deben ser de:  **$\geq 7,5 \text{ lux}$  y  $0.5 \text{ cd/m}^2$**  respectivamente.

Las vías: "A", "B", "C", "D" y "E" tienen valores de iluminancia mayores a 7.5 luxes; aclarando que las vías: "A", "B", "C" tienen valores muy superiores a los

que requiere un tipo de vía M5, es decir existe iluminación en exceso, mientras que las vías "D" y "E" tienen valores de iluminancia acordes al tipo de vía.

La vía "F" tiene iluminancia inferior a los 7.5 luxes, por lo tanto no cumple con la norma.

Luego de conocer los niveles de iluminación de las 6 vías, se procederá a determinar los niveles de iluminación específicamente de algunas luminarias de las mismas vías, a continuación se indican los postes de las luminarias a ser analizadas:

- Sección HOSNAV: poste p-27
- Sección DIGMAT: poste p-165
- Sección AVENIDA PPAL: poste p-25
- Sección COMISARIATOS: poste p-158-A
- Sección BLOQUES DE VIVIENDA DE OFICIALES : poste p-253
- Sección COGUAR: poste p-210

Una vez identificadas las luminarias a ser analizadas, se procederá a determinar los niveles de iluminación de las mismas, para lo cual se utilizará el software de iluminación de **Thomas & Belts**.

Los resultados de los estudios de iluminación que mostró el software, se pueden apreciar en el anexo D, cuyos valores se resumen a continuación:

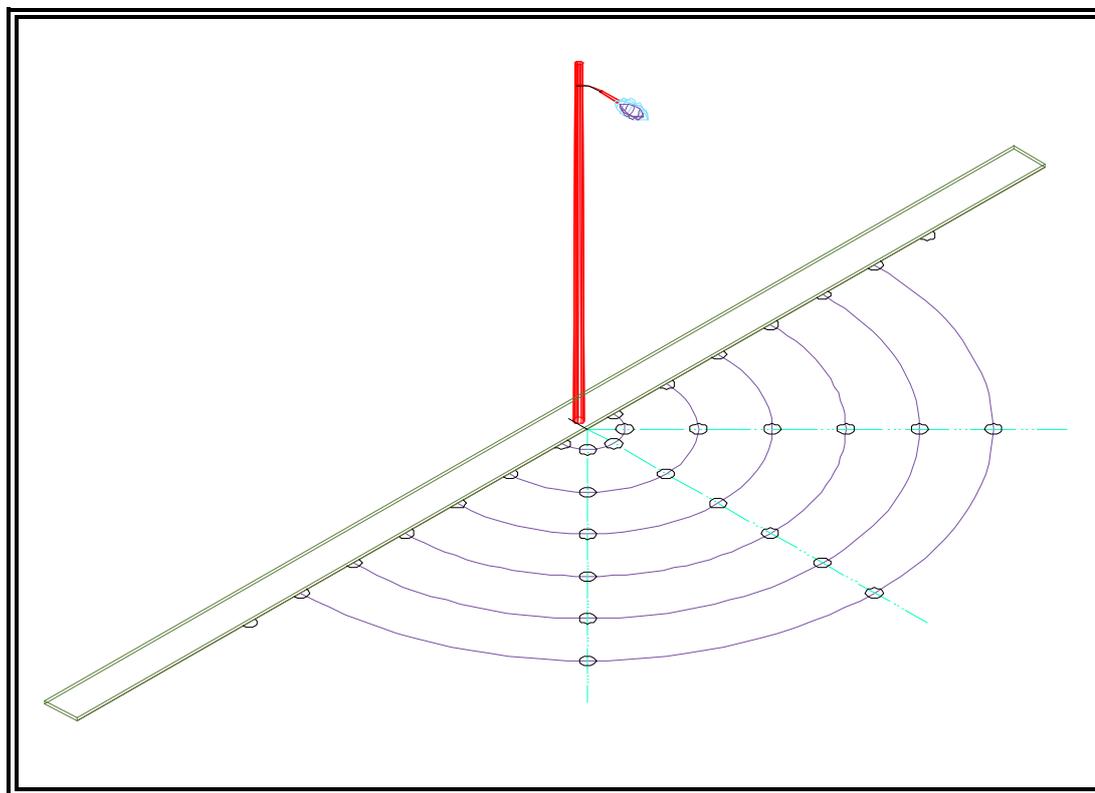
**TABLA 3.12 TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA (luminarias)**

<b>LUMINARIA</b>	<b>p-27</b>	<b>p-165</b>	<b>p-25</b>	<b>p-158-A</b>	<b>p-253</b>	<b>p-210</b>
ALTURA DEL MONTAJE (m)	7.9	7.64	6.82	8.52	9.35	6.32
LONGITUD DEL BRAZO (m)	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	0.77
CLASIFICACION DEL PAVIMENTO	R3	R3	R3	R3	R3	R3
CARACTERISTICAS DE LA LAMPARA	Na 400 W	Na 250 W	Na 400 W	Hg 250 W	Hg 250 W	Hg 175 W
LUMENES DE LA LAMPARA	55000 lum	33000 lum	55000 lum	12100 lum	12100 lum	7900 lum
ILUMINANCIA PROMEDIO (lux)	72.4	47.512	79.461	14.963	10.247	5.711

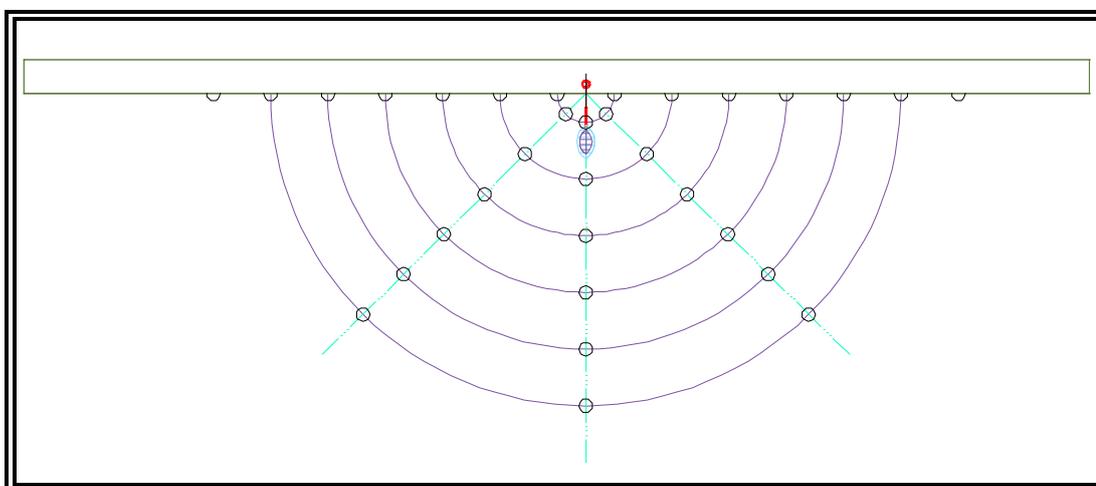
Los valores obtenidos y registrados en la tabla de resultados del programa, serán comparados con los valores que se obtengan al realizar las mediciones en los mismos puntos con el luxómetro AEMC Modelo 814N (fig. 2.24), además se compararán sus respectivas curvas isolux.

Para obtener los niveles de iluminación con el luxómetro, previamente se ubicarán los puntos en donde se realizarán las mediciones, y para esto se trazarán semicircunferencias con 2 metros de espaciamento y líneas a 45°, 90° y 135°; los puntos de intersección entre las semicircunferencias y las

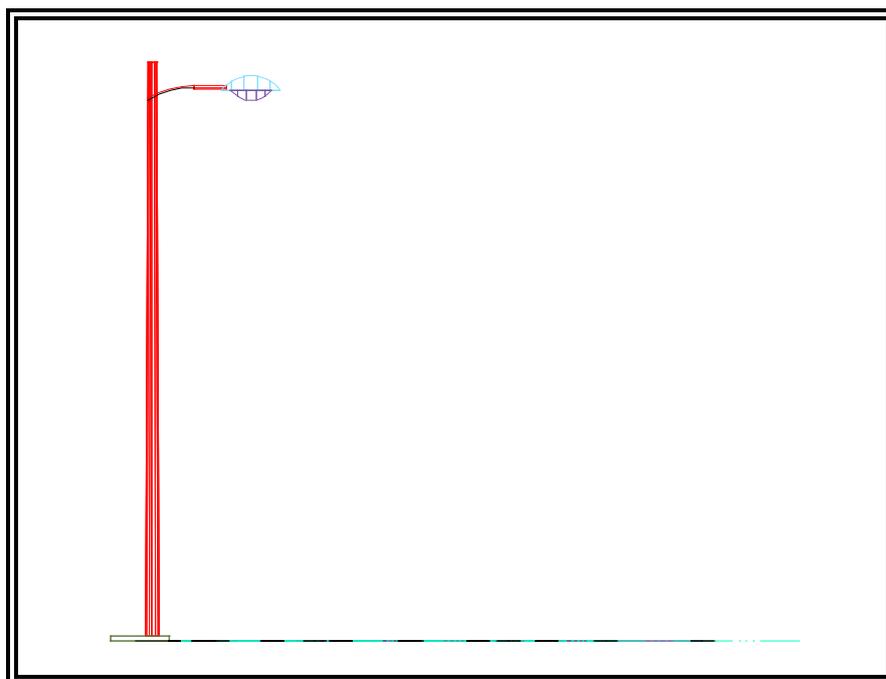
líneas trazadas serán considerados como puntos en donde se medirá (ver FIG 3.13).



**FIG 3.13 Esquema de mediciones con Luxómetro**



**FIG 3.14 Esquema de mediciones con Luxómetro (vista aérea)**



**FIG 3.15 Esquema de mediciones con Luxómetro (vista lateral)**

De estas mediciones con el luxómetro se obtuvieron los siguientes resultados:

**TABLA 3.13 TABLA DE RESULTADOS DE MEDICIONES CON LUXOMETRO**

<b>LUMINARIA</b>	<b>p-27</b>	<b>p-165</b>	<b>p-25</b>	<b>p-158-A</b>	<b>p-253</b>	<b>p-210</b>
ILUMINANCIA PROMEDIO (lux)	65.4	43.9	74.6	8.3	8.1	5.7

Si se comparan los resultados de las tablas 3.12 y 3.13, se podrá apreciar lo siguiente:

**TABLA 3.14 TABLA DE COMPARACION DE RESULTADOS**

<b>LUMINARIA</b>	<b>p-27</b>	<b>p-165</b>	<b>p-25</b>	<b>p-158-A</b>	<b>p-253</b>	<b>p-210</b>	
ILUMINANCIA PROMEDIO (lux)	72.4	47.512	79.461	14.963	10.247	5.711	<b>Programa</b>
ILUMINANCIA PROMEDIO (lux)	65.4	43.9	74.6	8.3	8.1	5.7	<b>Luxómetro</b>

En forma general los valores obtenidos mediante la utilización del luxómetro no difieren en gran cantidad de los resultados del software, existiendo una diferencia promedio de 4 luxes. De igual manera fueron comparadas las curvas isolux obtenidas en el software con las curvas obtenidas a partir de las mediciones con el luxómetro, las mismas que se pueden apreciar en el anexo E.

### **3.5. MANTENIMIENTO DE LAS LUMINARIAS**

El mantenimiento periódico de la instalación de alumbrado público consiste en la revisión y reparación periódica de todos los dispositivos y redes involucrados en el Sistema, de tal manera que pueda garantizar la operación eficiente y eficaz del mismo. El objetivo es prevenir el envejecimiento de las lámparas y la acumulación de polvo en las luminarias, cuya consecuencia será una pérdida constante de luz.

El Departamento de Mantenimiento de la Base Naval Sur, tiene planificados mantenimientos preventivos y correctivos, cada cierto tiempo dependiendo del elemento.

El **MANTENIMIENTO PREVENTIVO** en Instalaciones de Alumbrado Público consiste en la revisión periódica de todos y cada uno de los elementos del sistema, efectuando las tareas necesarias para evitar averías y/o fallos de la misma, antes de que ocurran. Se tiene actualizado un Inventario (número, tipo y ubicación de los puntos de luz, sistemas de control, cuadros eléctricos, planos, etc.) y un Plan de Mantenimiento, incluyendo la Gestión de recambios.

En este mantenimiento se realizan **tareas** como:

- Inspección del estado de los brazos (corrosión, pintura, anclajes, etc.)
- Inspección de las Luminarias (cierre, limpieza, lavado).
- Inspección del sistema de encendido (fotoceldas).
- Inspección del tendido eléctrico (donde sea aéreo).

Siendo más específico, las labores más comunes son las siguientes:

- Limpieza del interior de las luminarias
- Lavado de los vidrios de las luminarias
- Pintado de brazos de luminarias

Este tipo de mantenimiento se realiza trimestralmente.

El **MANTENIMIENTO CORRECTIVO** en Instalaciones de Alumbrado Público consiste en la reparación de todas las averías e incidencias del Sistema. Las actuaciones habituales son:

- Sustitución de las partes de las luminarias
- Sustitución del brazo de las luminarias
- Arreglo del brazo de las luminarias.
- Sustitución de los conductores.

Siendo más específico, el sistema en general necesita que en cada cierto tiempo se reemplacen los elementos componentes de las luminarias:

- LAMPARA
- BALASTRO
- IGNITOR
- CAPACITOR
- FOTOCELDAS

A continuación se puede observar el tiempo en que se sustituyen ciertos elementos.

**TABLA 3.15 MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS DEL SISTEMA ACTUAL**

<b>Sustitución de Elementos</b>	<b>Cada 2 años</b>	<b>Cada 3 años</b>	<b>Cada 4 años</b>	<b>Cada 7 años</b>
Lámparas		x		
Balastos			x	
Ignitores			x	
Capacitores	x			
Fotocélulas	x			
Brazos de las luminarias				x

# **CAPITULO 4:**

## **PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO MÁS EFICIENTE**

### **4.1. CONSIDERACIONES INICIALES**

Siendo la luz un elemento esencial de nuestra capacidad de ver y necesaria para apreciar la forma, el color y la perspectiva de los objetos que nos rodean, principalmente en la noche cuando la misma se reduce en gran cantidad, se hace necesario poseer un Sistema de Alumbrado Público que cumpla con ciertos aspectos del bienestar humano, y dado que la vista es capaz de adaptarse a situaciones de iluminación deficiente, a veces no se consideran estos aspectos con la seriedad que se debería.

El correcto diseño de un sistema de iluminación debe ofrecer eficiencia, y cuando se habla de eficiencia se refiere a entre otras cosas al Ahorro de Energía.

Por lo expuesto anteriormente, un eficiente Sistema de Alumbrado Público debe estar orientado a fomentar:

- La calidad de vida urbana.
- La protección hacia la biodiversidad.
- El ahorro energético.

Por lo tanto se propone un nuevo Sistema de Alumbrado Público que atienda los siguientes aspectos:

- Iluminación adecuada.
- Distribución uniforme del flujo luminoso.
- Reducción del flujo luminoso del 50% a partir de determinadas horas de la noche en que la actividad decrece, mediante la utilización de dispositivos de doble nivel de potencia en los circuitos, permaneciéndose los mismos valores de uniformidad existente antes de la reducción.
- Armonía en la estética.

Para lograr las características antes mencionadas y al mismo tiempo aprovechar al máximo todos los elementos que pertenecen al sistema, se propone lo siguiente:

- Reemplazar las 26 lámparas de vapor de mercurio de 175 W por nuevas lámparas de vapor de sodio de 150 W.
- Reemplazar las 46 lámparas de vapor de mercurio de 250 W por nuevas lámparas de vapor de sodio de 250 W.
- Reemplazar las 3 lámparas de vapor de sodio de 250 W por nuevas lámparas de vapor de sodio de 250 W.
- Reemplazar las 187 lámparas de vapor de sodio de 400 W por nuevas lámparas de vapor de sodio de 250 W.

#### **4.2. TIPO DE LUMINARIAS A INSTALAR**

Se usarían las siguientes luminarias:

- **262 LUMINARIAS CALIMA II TIPO COBRA**

El nuevo Sistema de Alumbrado Público estaría constituido por 25 circuitos, los mismos tendrían lámparas únicamente de sodio de 150 W y 250 W, logrando de esta manera los aspectos que se mencionó anteriormente (iluminación adecuada, distribución uniforme del flujo luminoso y armonía en la estética), y para lograr la reducción del 50% del flujo luminoso a partir de determinadas

horas de la noche, el sistema será complementado por equipos de doble nivel de potencia.

De esta manera la Base Naval Sur tendría un eficiente Sistema de Alumbrado Público.

Las luminarias que se colocarían en el nuevo Sistema de Alumbrado Público son las CALIMA II (de ROYALPHA S.A.), esta es una luminaria apropiada para iluminación de vías. Estas luminarias poseen las siguientes características técnicas:

TABLA 4.1 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS LUMINARIAS CALIMA II

DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
<b><u>NORMA DE FABRICACION</u></b>	IEC 598 / NTC 2230
<b><u>FABRICANTE</u></b>	<b>ROY ALPHA</b>
<b><u>PAIS DE ORIGEN</u></b>	COLOMBIA
<b><u>REFERENCIA</u></b>	CALIMA II
<b><u>POTENCIA NOMINAL DE LA LUMINARIA - W</u></b>	150-250-400
<b><u>ACCESORIOS INCORPORADOS (MARCA Y TIPO)</u></b>	
LAMPARABOMBILLA	
-BALASTRO	ELT / REACTOR
	DISPROEL / SECO AUTOREGENERATIVO SIN PCB
-CAPACITOR	ELT / SUPERPOSICION
-IGNITOR	OPCIONAL
-BRAZO DE LA LUMINARIA	OPCIONAL
-FOTOCELULA	
<b><u>CUERPO DE LA LUMINARIA</u></b>	
-MATERIAL	ARO DE ALUMINIO INYECTADO Y CAPOT DE ALUMINIO EMBUTIDO
	ARO 2.5 A 3.0 mm
-ESPESOR MINIMO DE LA CARCAZA-mm	CAPOT SUPERIOR O IGUAL 1.5 mm
	GRIS RAL7004
-COLOR	> 0.9
<b><u>FACTOR DE POTENCIA DE LA LUMINARIA</u></b>	
<b><u>RESISTENCIA DE AISLAMIENTO - MEGA OHMIOS</u></b>	
-PARTES BAJO TENSION ELECTRICAMENTE AISLADAS	2
-PARTES BAJO TENSION Y CARCAZA	2
<b><u>ELEVACIONES MAXIMAS DE TEMPERATURA - ° C</u></b>	
-BULBO DE LAMPARA	400°C
-CASQUILLO	210°C
-BALASTRO	130°C
-CAPACITOR	90°C
-MATERIAL AISLANTE DEL PORTALAMPARAS	200°C
-CUERPO EXTERIOR DE LA LUMINARIA	40°C
<b><u>CONDUCTORES</u></b>	
-TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACION - °C	105°C
-TIPO DE AISLAMIENTO	AWG PVC
-TENSION NOMINAL- VOLT	600
<b><u>PESO DE LA LUMINARIA - KG</u></b>	10.95

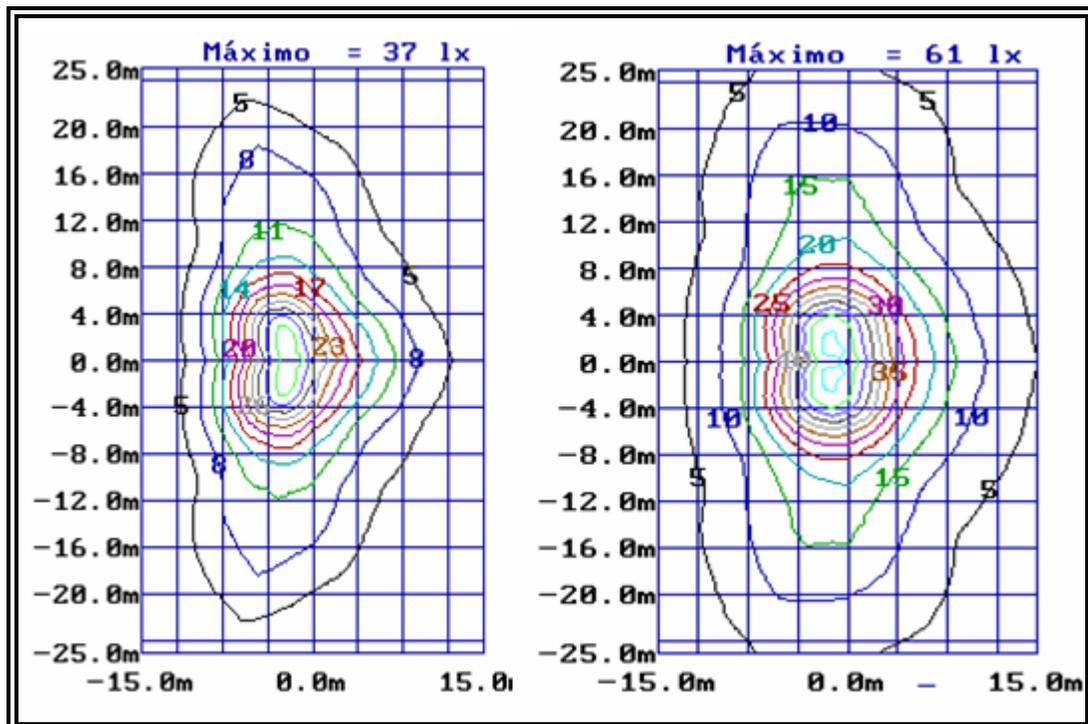


FIG 4.1 Curvas Isolux de las Luminarias de Sodio CALIMA II de 150 W (izq.) y 250 W (der.)

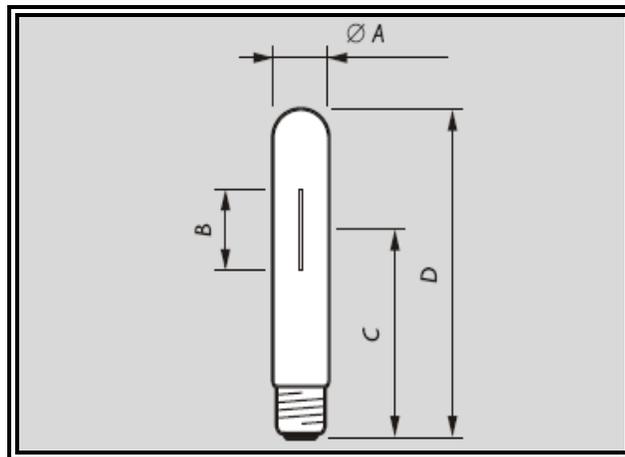
#### 4.3. PARTES DE LAS LUMINARIAS-CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Estas luminarias están constituidas por las siguientes partes:

- LAMPARA
- BALASTRO
- IGNITOR
- CAPACITOR
- FOTOCELDA
- DISPOSITIVO DE DOBLE NIVEL DE POTENCIA

#### 4.3.1. LAMPARA

El Sistema estaría conformado únicamente por lámparas philips de vapor de sodio a alta presión, de 150 W y 250 W, ya que las lámparas de vapor de sodio son de mayor rendimiento lumínico, tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la luz de las lámparas de mercurio, por otro lado su luz es menos agresiva para el medio ambiente y para la observación astronómica que la de mercurio; a continuación se pueden apreciar las dimensiones de las lámparas (FIG. 4.2 y tabla 4.2):



**FIG 4.2 Lámpara PHILIPS**

**TABLA 4.2 DIMENSIONES DE LAS LAMPARAS PHILIPS**Dimensiones en *mm*

<b>Tipo</b>	<b>A máx.</b>	<b>B máx.</b>	<b>C</b>	<b>D máx.</b>
SON-T Plus 100 W	47	47	132	211
SON-T Plus 150 W	47	61	132	211
SON-T Plus 250 W	47	64	158	257
SON-T Plus 400 W	47	83	175	283
SON-T Plus 600 W	47	126	175	283

En la Tabla 4.3 se pueden observar las características técnicas de las lámparas a usarse:

**TABLA 4.3 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS LAMPARAS PHILIPS**

<b>Tipo</b>	<b>Potencia W</b>	<b>Corriente de la lámpara [A]</b>	<b>Flujo Luminoso Lm</b>	<b>Temperatura de color [K°]</b>
SON-T Plus 100 W	100	1.2	10500	1950
SON-T Plus 150 W	150	1.8	16500	1950
SON-T Plus 250 W	250	3	32000	1950
SON-T Plus 400 W	400	4.5	55000	1950
SON-T Plus 600 W	600	5.8	90000	1950

#### **4.3.2. BALASTRO**

Para estos tipos de lámparas de sodio de 150W y 250W, se usarían balastos ELT (de 150W y 250 W), ya que sus materiales son de alta calidad, asegurando con esto fiabilidad y larga duración de los mismos. Estos elementos poseen las siguientes características técnicas:

**TABLA 4.4 CARACTERISTICAS TECNICAS DEL BALASTRO  
PARA LUMINARIAS DE 150W/250W DE SODIO**

ITEM	DESCRIPCION	150W	250W
1	NORMA DE FABRICACION	ANSI C82.4 / IEC 60922-60923 / IRAM 2312 / IEC 61347-1 / IEC 61347-2-9	ANSI C82.4 / IEC 60922-60923 / IRAM 2312 / IEC 61347-1 / IEC 61347-2-9
2	FABRICANTE	ELT	ELT
3	PAIS DE ORIGEN	ARGENTINA	ARGENTINA
4	CLASE DE AISLAMIENTO	B	B
5	TENSION NOMINAL -V	208/220/240	208/220/240
6	FRECUENCIA NOMINAL -HZ	60	60
7	CORRIENTE DE OPERACIÓN-A (CON CAPACITOR)		
	-LINEA	0.8	1.8
	-EN BOMBILLA	1.8	3.8
8	POTENCIA DE ENTRADA - W	150	250
9	TAPS - V	208/220/240	208/220/240
10	RIGIDEZ DIELECTRICA	2500 V	2500 V
11	TEMPERATURA DE DEVANADOS - TW	130	130
12	VIDA UTIL - AÑOS	10	10
13	PESO - Kg	1.95	3.18

### 4.3.3. IGNITOR O ARRANCADOR

Los ignitores ELT se usarían tanto para lámparas de 250W como para lámparas de 150W, debido a que son muy eficientes en el arranque de las lámparas de Sodio ya que tienen un sistema adecuado para aprovechar la energía almacenada en el capacitor. Estos elementos poseen las siguientes características técnicas:

**TABLA 4.5 CARACTERISTICAS TECNICAS DEL IGNITOR  
PARA LUMINARIAS DE 150W/250W DE SODIO**

ITEM	DESCRIPCION	150 W/250W
1	NORMA DE FABRICACION	IEC 60926 - 60927 - 60662 / IEC 61347-1 / IEC 61347-2-1 / ANSI C78.42 NTC 3200, 2243
2	FABRICANTE	ELT
3	PAIS DE ORIGEN	ARGENTINA
4	MINIMA TENSION DE ENTRADA PARA PRODUCIR EL PULSO - V	190
5	CARACTERÍSTICAS DEL PULSO	
	-PICO MAXIMO -V	5000
	-ANCHO DEL PULSO A 2250 V - MICRO SEGUNDOS	1.92
	-POSICION DEL PULSO-º	90/270
6	IMPULSOS POR CICLO	6
7	PESO - Kg	195
8	TEMPERATURA MAXIMA DE SERVICIO °C	90

#### 4.3.4. CAPACITOR

Los fabricantes recomiendan usar los dispositivos de una misma marca, ya que sus productos están diseñados para trabajar bajo ciertas características específicas, por este motivo se usarían capacitores ELT, cuyas características son las siguientes:

**TABLA 4.6 CARACTERISTICAS TECNICAS DEL CAPACITOR  
PARA LUMINARIAS DE 150W/250W DE SODIO**

ITEM	DESCRIPCION	150W	250W
1	NORMA DE FABRICACION	NTC 2134-IEC566- ANSI RS456	NTC 2134-IEC566- ANSI RS456
2	FABRICANTE	DISPROEL	DISPROEL
3	PAIS	COLOMBIA	COLOMBIA
4	CAPACIDAD- MICROFARADIOS	20	30
5	TOLERANCIA - +/- %	±5	±5
6	TENSION MAXIMA DE OPERACION - V	330	330
7	VIDA UTIL- HORAS	30000	30000
8	TEMPERATURA MAXIMA DE SERVICIO - °C	90	90
9	PESO gr	94	130

#### **4.3.5. FOTOCELIDAS**

Las fotocélulas a usarse no tienen alguna especificación, pueden ser usadas las que existen en el mercado.

#### **4.3.6. DISPOSITIVO DE DOBLE NIVEL DE POTENCIA**

Estos dispositivos reducen 4 horas después de haberse encendido la luminaria, el nivel de iluminación entre el 45 y el 55%, disminuyendo la potencia en un 40%.

**TABLA 4.7 CARACTERISTICAS TECNICAS DEL DISPOSITIVO DE DOBLE NIVEL DE POTENCIA**

Descripción	Datos
Tipo	TEMPORIZADO–TIEMPO DE CONMUTACION 4:00hs
Modelo	PARA LÁMPARAS DE Na ALTA PRESIÓN 70-400W
Fabricante	ELT ARGENTINA S.A.
Marca	ELT
Tensión nominal (V)	220-240V
Frecuencia nominal (Hz)	50-60
Corriente máxima (A)	5
Temperatura ambiente máxima (°C)	85
Terminales	Cables de PVC 1mm <sup>2</sup>
Envase	Polipropileno autoextinguible
Fijación	Tornillo M8
Dimensiones (mm)	Longitud = 90
	Ancho = 40
	Altura = 37
Peso (kg)	0.106



**FIG 4.3 Fotografía de un Dispositivo de Doble Nivel de Potencia**

#### 4.4. ANALISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO DEL SISTEMA PROPUESTO

Como se indicó anteriormente, el nuevo Sistema de Alumbrado Público de la Base Naval Sur estaría constituido por 25 circuitos, existiendo en total 262 luminarias, las mismas poseen lámparas que se detallan a continuación con su respectivo consumo:

**TABLA 4.8 NÚMERO DE LÁMPARAS QUE FORMARIAN PARTE DEL NUEVO SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE BASUIL**

CANTIDAD	TIPO DE LAMPARA	POTENCIA	TOTAL (kW)
26	Lámparas de vapor de Sodio	150 W	3.9
236	Lámparas de vapor de Sodio	250 W	59
<b>262</b>			<b>62.9 kW</b>

Si comparamos los KW totales de las tablas: 3.1 y 4.1, se llega a demostrar que el nuevo Sistema de Alumbrado Público de BASUIL permitiría un ahorro de energía en referencia al sistema actual.

#### 4.5. ILUMINACION DE LAS LUMINARIAS

Para determinar si los niveles de iluminación del sistema propuesto, son los más adecuados, se utilizará el software de iluminación de **Thomas & Belts**, cuyos resultados se compararán con la ***Norma CIE (Comisión Internacional de Iluminación) 115-1995 “Recomendaciones para la iluminación de vías para tráfico motorizado y peatonal”***

Los estudios se realizarán en las mismas secciones, las mismas que tendrán la misma identificación, es decir:

- Sección HOSNAV: vía “A”
- Sección DIGMAT: vía “B”
- Sección AVENIDA PPAL: vía “C”
- Sección COMISARIATOS: vía “D”
- Sección BLOQUES DE VIVIENDA DE OFICIALES : vía “E”
- Sección COGUAR: vía “F”

Los resultados de los estudios de iluminación que mostró el software, se pueden apreciar en el anexo D, cuyos valores se resumen a continuación:

**TABLA 4.9 TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA (Secciones)**

VIA	"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	"F"
ESPACIAMIENTO ENTRE POSTES (m)	20	30	43.3	32	38	52
ANCHO DEL CARRIL (m)	9.6	10	9.6	10.8	7	8.64
ALTURA DEL MONTAJE (m)	7.9	7.64	6.82	8.52	9.35	6.32
LONGITUD DEL BRAZO (m)	2	2	2	2	2	2
DISPOSICION	Unilateral	Unilateral	Unilateral	Unilateral	Unilateral	Unilateral
CLASIFICACION DEL PAVIMENTO	R3	R3	R3	R3	R3	R3
CARACTERIASTICAS DE LA LAMPARA	Na 250 W	Na 150 W				
LUMENES DE LA LAMPARA	32000 lum	16500 lum				
ILUMINANCIA PROMEDIO (lux)	60.089	39.959	29.971	34.224	28.824	15.517
LUMINANCIA PROMEDIO (cd/m <sup>2</sup> )	4.61	3.1	2.39	2.63	2.38	1.13

Los valores obtenidos en la tabla de resultados del programa (tabla 4.9), fueron comparados con los que indica la norma (tabla C.V del anexo C), la misma indica que para un Tipo de vía M5, con superficie clase R3 y disposición Unilateral la iluminancia y luminancia promedio deben ser de:  **$\geq 7,5 \text{ lux}$  y  $0.5 \text{ cd/m}^2$**  respectivamente.

De esta forma se puede demostrar que el nuevo Sistema de Alumbrado Público de la Base Naval Sur, cumpliría con todas las recomendaciones que indica la norma.

#### 4.6. MANTENIMIENTO DE LAS LUMINARIAS

El plan de mantenimientos (preventivo y correctivo) del Sistema actual es el adecuado, por lo tanto se mantendría el mismo esquema en el nuevo Sistema, cambiando únicamente los rangos de tiempo en que se realizaría el mantenimiento correctivo, ya que existen elementos de distintas características.

**TABLA 4.10 MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS DEL SISTEMA**

<b>Sustitución de Elementos</b>	<b>Cada 3 años</b>	<b>Cada 5 años</b>	<b>Cada 15 años</b>
Lámparas	x		
Balastos		x	
Ignitores		x	
Capacitores	x		
Fotocélulas	x		
Brazos de las luminarias			x
Dispositivo de doble nivel de potencia		x	

# **CAPITULO 5:**

## **ANÁLISIS ECONÓMICO**

El ahorro es, en cierta forma, un concepto económico y como tal va asociado al concepto tiempo. Un equipo consume tanta más energía cuanto más tiempo funciona. Energéticamente cuesta más dinero cuanto más tiempo funciona. En este sentido, pues, el ahorro debe ser una preocupación del consumidor energético, el cual debe tener también la adecuada sensibilidad frente al consumo de la energía eléctrica.

El análisis económico incluye lo que se llama, el análisis de costo – beneficio, esto significa una valoración de la inversión económica comparado con los beneficios que se obtendrán en la correcta utilización del producto o sistema. El análisis de costos – beneficios es una fase muy importante, ya que de ella depende la factibilidad de desarrollo del Proyecto.

En el Análisis Técnico se evalúan los principios técnicos del sistema y al mismo tiempo se recoge información adicional sobre el rendimiento, fiabilidad, mantenimiento y productividad.

Los resultados obtenidos del análisis técnico son la base para determinar la factibilidad del proyecto.

El presente análisis técnico-económico tendrá como fin demostrar factibilidad del sistema propuesto (capítulo 4), ya que el mismo proporciona una alternativa de ahorro de energía, un costo estimado de la inversión requerida y el tiempo de recuperación de la inversión.

Como se dijo anteriormente se pretende realizar un análisis de costo – beneficio, es decir, conocer el ahorro de energía eléctrica que representaría a la Base Naval Sur la implementación del Sistema Propuesto, para lo cual se realizará lo siguiente:

- Valorar la inversión del proyecto
- Calcular los beneficios del proyecto (ahorro del consumo de energía eléctrica)
- Determinar los costos anuales de operación del sistema propuesto

Con esto se logrará obtener la rentabilidad y el valor actualizado de los beneficios menos el valor actualizado de los costos a una tasa de descuento del 12% (rentabilidad esperada por el inversionista) para determinar la factibilidad económica del proyecto.

### 5.1. VALORACION DE LA INVERSIÓN

Para determinar el costo total de la implementación del nuevo sistema, se procedió a revisar los precios de las luminarias y sus partes en INPROEL, obteniéndose un costo total en la implementación del sistema de:

#### 5.1 TABLA COSTO TOTAL DEL SISTEMA PROPUESTO

CANTIDAD	DESCRIPCION	P.U.	P.T.
26	Luminarias CALIMA II de 150W	207.5	5395
236	Luminarias CALIMA II de 250W	209.5	49442
			54837

Cabe indicar que no se ha considerado el cambio de cables ya que los conductores que existen actualmente en el sistema se encuentran en buen estado; y además los gastos de mano de obra para la instalación del sistema debido a que serán asumidos por el Departamento de Mantenimiento de la Base Naval Sur.

## **5.2. CALCULO DE BENEFICIOS DEL PROYECTO**

Para calcular los beneficios del proyecto se consideró la diferencia entre el costo anual estimado por consumo de energía eléctrica en la actualidad y el costo anual estimado por consumo de energía eléctrica con la operación del sistema propuesto.

### **5.2.1. CALCULO DEL COSTO ANUAL ESTIMADO POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN EL SISTEMA ACTUAL**

Para calcular el costo anual estimado por consumo de energía eléctrica se consideró lo siguiente:

El costo por hora de energía eléctrica, que para este caso por ser la Base Naval Sur considerada como “Gran Consumidor” es de \$ 8.21, el cual se obtuvo de multiplicar el consumo de energía eléctrica (91.6 KWh) por el costo del KWh (\$ 0.075 por ser gran consumidor) más el 19.5% por concepto de impuestos municipales (alumbrado público y recolección de basura).

$$Ch = 91.6KWh \times \$0.075 + (91.6KWh \times \$0.075 \times 19.5\%)$$

$$Ch = \$8.20965$$

Considerando el supuesto que las luminarias se encienden por 12 horas en el día, esto representa un costo diario de:

$$Cd = Ch \times 12horas$$

$$Cd = 8.20965 \times 12$$

$$Cd = \$98.5158$$

Al mes representa un costo de:

$$Cm = Cd \times 30$$

$$Cm = 98.5158 \times 30$$

$$C_m = \$2955.474$$

Es decir al año existiría un costo total por consumo de energía eléctrica de:

$$C_a = C_m \times 365$$

$$C_a = 2955.474 \times 365$$

$$C_a = \$35465.69$$

### **5.2.2. CALCULO DEL COSTO ANUAL ESTIMADO POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA DEL SISTEMA PROPUESTO.**

Para calcular el costo anual estimado por consumo de energía eléctrica del sistema propuesto se utilizaron los mismos datos y forma de cálculo, a excepción del consumo de energía eléctrica que con la implementación del sistema propuesto sería de 62.9 KWh en horario de 18:00-22:00 y será de 37.74 KWh en horario de 22:00-06:00 (considerando el supuesto que las luminarias se encienden por 12 horas en el día), debido a que se estaría colocando los dispositivos de doble nivel de potencia.

Por lo tanto el costo por hora de energía eléctrica de 18:00-22:00, sería de:

$$Ch = 62.9KWh \times \$0.075 + (62.9KWh \times \$0.075 \times 19.5\%)$$

$$Ch = \$5.637$$

De 22:00 - 06:00, sería de:

$$Ch = 37.74KWh \times \$0.075 + (37.74KWh \times \$0.075 \times 19.5\%)$$

$$Ch = \$3.3824$$

Como se está considerando el supuesto que las luminarias se encienden por 12 horas en el día, el costo diario de 18:00-22:00, sería de:

$$Cd = Ch \times 4horas$$

$$Cd = 5.637 \times 4$$

$$Cd = \$22.54965$$

El costo diario de 22:00-06:00 sería de:

$$Cd = Ch \times 8horas$$

$$Cd = 3.38 \times 8$$

$$Cd = \$27.05958$$

Al mes de 18:00-22:00, representaría un costo de:

$$C_m = C_d \times 30$$

$$C_m = 22.549 \times 30$$

$$C_m = \$676.4895$$

Al mes de 22:00-06:00, representaría un costo de:

$$C_m = C_d \times 30$$

$$C_m = 27.05958 \times 30$$

$$C_m = \$811.7874$$

Es decir al año, en el horario de 18:00-22:00 existiría un costo total por consumo de energía eléctrica de:

$$C_a = C_m \times 365$$

$$C_a = 676.4895 \times 365$$

$$C_a = \$8117.874$$

En el horario de 22:00-06:00 existiría un costo total por consumo de energía eléctrica de:

$$Ca = Cm \times 365$$

$$Ca = 811.7874 \times 365$$

$$Ca = \$9741.449$$

Por lo que el costo total por consumo de energía eléctrica durante el año sería de: \$ 17859.32.

Cabe indicar que para el cálculo de los costos anuales por consumo de energía eléctrica, en ambos casos no fueron considerados los de mantenimiento del sistema, debido a que la diferencia económica entre ellos es mínima por cuanto no tendría mucha incidencia.

En conclusión la diferencia del consumo de energía eléctrica (KWh) se traduce en un ahorro anual de \$ 17606.37, es decir 50.36 % en relación al consumo actual.

### 5.3. DETERMINACION DE LOS COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

Para determinar los costos anuales de operación del sistema propuesto, se tomaron en cuenta los precios actuales del mercado de cada uno de los elementos que constituyen las luminarias, y las cantidades a ser cambiadas durante los tiempos previstos en el plan de mantenimiento (tabla 4.9).

**TABLA 5.2 CANTIDADES Y PRECIOS DE LOS ELEMENTOS DE LAS LUMINARIAS A REEMPLAZAR**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Frecuencia de cambio</b>
262	Carcaza de la Luminaria CALIMA II	80.00	25 AÑOS
236	Lámparas (Na de 250 W)	10.00	3 AÑOS
26	Lámparas (Na de 150 W)	8.00	3 AÑOS
236	Balastos (Na de 250W)	21.00	5 AÑOS
26	Balastos (Na de 150 W)	14.00	5 AÑOS
262	Ignitores	7.50	5 AÑOS
262	Fotocélulas	7.00	3 AÑOS
262	capacitores	4.00	3 AÑOS
262	Dispositivos de doble nivel de Potencia	65.00	5 AÑOS
262	Brazos de las luminarias	18.00	15 AÑOS

Una vez obtenidos los precios, cantidades y frecuencia de cambio de los elementos de las luminarias del sistema se elaboró la siguiente tabla de costos

por período de mantenimiento, la misma que tendrá incidencia en el cálculo de la rentabilidad y valor actual neto del sistema propuesto.

**TABLA 5.3 COSTOS POR PERIODOS DE MANTENIMIENTO**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 15</b>
236	Lámparas (Na de 250 W)	2360		
26	Lámparas (Na de 150 W)	208		
236	Balastos (Na de 250W)		4956	
26	Balastos (Na de 150 W)		364	
262	Ignitores		1965	
262	Fotocélulas	1834		
262	capacitores	1048		
262	Dispositivos de doble nivel de Potencia		17030	
262	Brazos de las luminarias			4716
<b>total:</b>		<b>5450</b>	<b>24315</b>	<b>4716</b>

#### **5.4. FLUJO DE EFECTIVO ECONOMICO**

El flujo económico (anexo F) contempla el monto de la inversión y los beneficios económicos cuantificables (ahorro de energía eléctrica) en contraparte con los egresos económicos que, para este caso son nulos debido a que los costos de operación del sistema actual son iguales a los costos de operación del sistema propuesto; los cuales servirán para calcular el VANE y el TIRE del sistema propuesto.

#### **5.4.1 VALOR ACTUAL NETO (VANE) Y TASA INTERNA DE RETORNO ECONÓMICO (TIRE)**

El valor actualizado de los beneficios menos el valor actualizado de los costos, descontados a la tasa de descuento del 12% registró \$ 91882.75 positivo; además la tasa (TIRE) que hace que dicho valor actualizado sea igual a cero, es decir, que los beneficios actualizados sean iguales que los costos actualizados registró un 35%, siendo superior a la tasa de descuento, lo cual ratifica la factibilidad económica del proyecto.

Por lo expuesto anteriormente, los beneficios económicos traducidos en el ahorro de energía eléctrica permitirán recuperar la inversión en 3 años y 2 meses posteriores a la fecha de implementación del sistema propuesto.

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES:

- Una vez realizado el análisis de consumo de energía eléctrica en Alumbrado Público de la Base Naval Sur, se llegó a demostrar que las luminarias están consumiendo más energía eléctrica de lo normal, debido a que no se encuentran en buen estado y existe una notoria ausencia de mantenimiento preventivo.
- Al realizar el estudio de iluminación de las luminarias se pudo apreciar que los niveles de iluminación de las vías no son los más adecuados; pues, a pesar de que la mayoría de vías cumple con la **Norma CIE 115-1995 “Recomendaciones para la iluminación de vías para tráfico motorizado y peatonal”**, algunas de ellas tienen iluminación en exceso.
- La única vía que no cumple con la norma es: COGUAR (Sección COGUAR: vía “F”) debido a que el nivel de iluminación es inferior al que recomienda la norma.
- De acuerdo al estudio de iluminación de las luminarias, se puede demostrar que el Sistema Propuesto de Alumbrado Público de la Base

Naval Sur, cumpliría con todas las recomendaciones que indica la norma justificándose la selección de luminarias a usarse.

- Por lo expuesto anteriormente, al implementarse el Sistema Propuesto, se estaría cumpliendo con las exigencias que demanda un sistema eficiente: brindar calidad de vida, protección hacia la biodiversidad y ahorro de energía.
- La utilización de Dispositivos de Doble Nivel de potencia en horarios de 22:00-06:00 (considerando el supuesto que las luminarias se encienden por 12 horas en el día) permitirán una disminución en el consumo de energía eléctrica del 40%.
- Al realizar el cálculo del costo anual estimado por consumo de energía eléctrica de los sistemas: actual y propuesto, se obtuvo como diferencia del consumo de energía eléctrica (KWh) un ahorro de: \$ 17606.37, por lo tanto existiría un ahorro del 50.36% en relación al consumo actual.
- El Flujo de efectivo económico, registró un valor actual neto (VANE) positivo y una tasa interna de retorno económico (TIRE) mayor a la tasa de descuento, por lo que se puede concluir que el proyecto es ***económicamente factible***, permitiendo recuperar la inversión en 3 años

y 2 meses posteriores a la fecha de implementación del sistema propuesto.

- Por lo dicho anteriormente, con la ejecución de este proyecto de tesis se estaría contribuyendo a la Armada del Ecuador, con un sistema eficiente de Alumbrado Público en la Base Naval Sur, que eliminaría el pago en exceso por consumo de energía eléctrica, y además permitiría el ahorro de energía.

#### **RECOMENDACIONES:**

- Con el fin de reducir el consumo en exceso de energía eléctrica que actualmente presenta el Sistema de Alumbrado Público de la Base Naval Sur, se recomienda la implementación del Sistema Propuesto (Capítulo IV), ya que con el mismo se puede eliminar este problema, permitiendo alcanzar un ahorro de energía.
- Para alcanzar niveles de iluminación adecuados de las vías de la Base Naval Sur, se recomienda la implementación del Sistema Propuesto (Capítulo IV), ya que los estudios de iluminación realizados han demostrado que el mismo cumpliría con la **Norma CIE 115-1995 “Recomendaciones para la iluminación de vías para tráfico motorizado y peatonal”**.

- Una vez realizado el Análisis Económico, y habiendo demostrado que el proyecto es ***económicamente factible***, se recomienda la implementación del Sistema Propuesto, ya que a pesar de que a un inicio se deba invertir cierta cantidad, se ha demostrado que en 3 años y 2 meses se recuperaría la inversión y a partir de esa fecha, los gastos se reducirán alcanzándose un ahorro del 50.36% en relación al consumo actual.

# **ANEXOS**

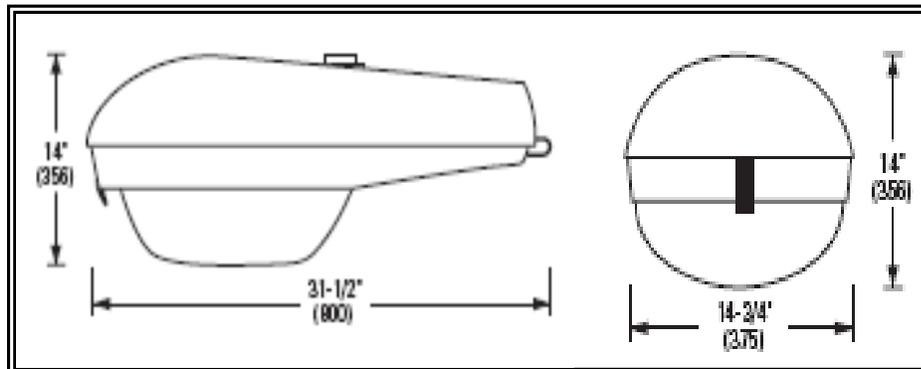
ANEXO A

DIMENSIONES DE LAS  
LUMINARIAS  
EXISTENTES EN EL  
SISTEMA

## LUMINARIA TIPO COBRA VIDRIO CONVEXO

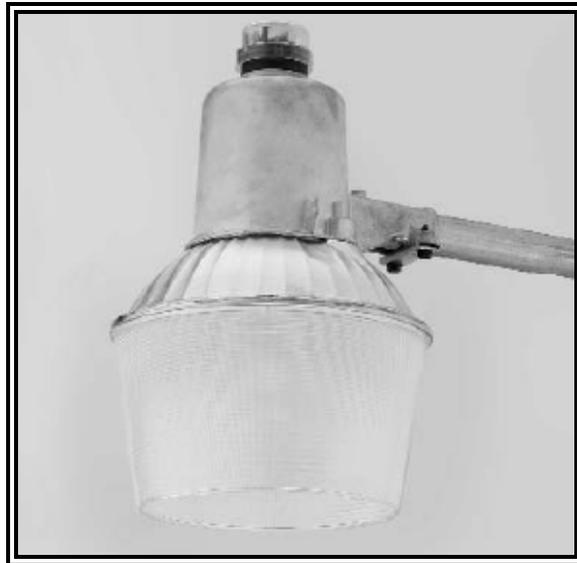


**FIG A.1** Fotografía de una luminaria Tipo Cobra Vidrio Convexo

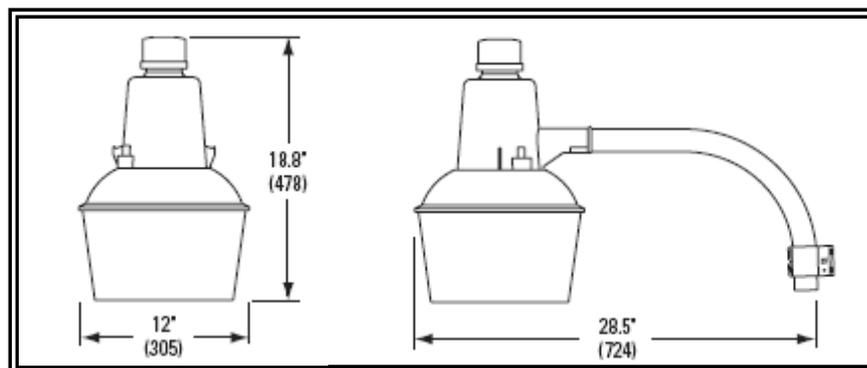


**FIG A.2** Dimensiones de una luminaria Tipo Cobra Vidrio Convexo

## LUMINARIA TIPO QUADROLINER DE MERCURIO



**FIG A.3 Fotografía de una luminaria Tipo Quadroliner de Mercurio**

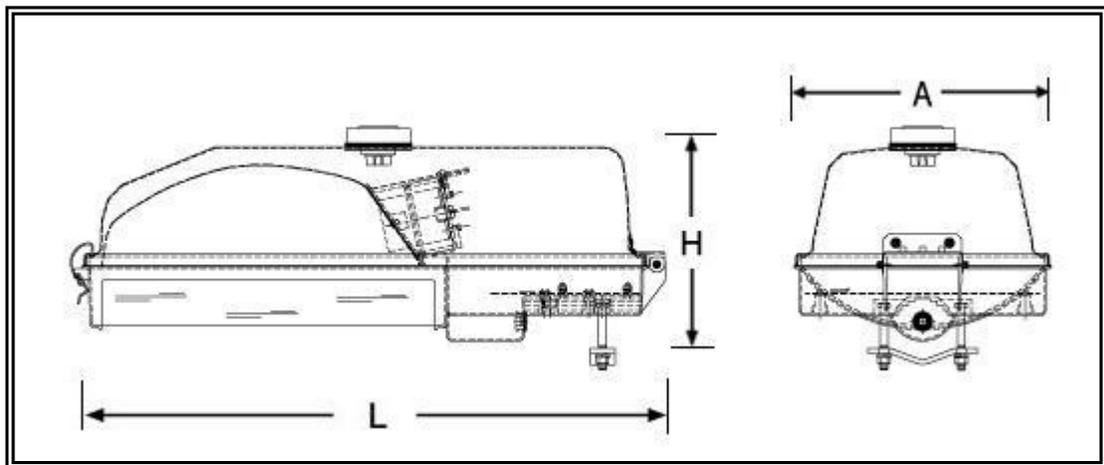


**FIG A.4 Dimensiones de una luminaria Tipo Quadroliner de Mercurio**

## LUMINARIA CALIMA II TIPO COBRA



**FIG A.5 Fotografía de una luminaria Calima II Tipo Cobra**



**FIG A.6 Dimensiones de una luminaria Calima II Tipo Cobra**

MODELO	LAMPARA	POT. W	L	A	H	kg
CALIMA II	Sodio	150 - 250 - 400	605	262	210	6,5 -11

**ANEXO B**

**RESULTADOS DE LAS**  
**MEDICIONES**

**TABLA B.I RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE LA SECCION HOSNAV**

<b>Date/Time</b>	<b>kW tot</b>	<b>Exceso de consumo W</b>
22/04/2006 21:15:00.000	1.634896	34.896
22/04/2006 21:30:00.000	1.653369	53.369
22/04/2006 21:45:00.000	1.638459	38.459
22/04/2006 22:00:00.000	1.619775	19.775
22/04/2006 22:15:00.000	1.652567	52.567
22/04/2006 22:30:00.000	1.632162	32.162
22/04/2006 22:45:00.000	1.685244	85.244
22/04/2006 23:00:00.000	1.673316	73.316
22/04/2006 23:15:00.000	1.624229	24.229
22/04/2006 23:30:00.000	1.62754	27.54
22/04/2006 23:45:00.000	1.651955	51.955
23/04/2006 0:00:00.000	1.688206	88.206
23/04/2006 0:15:00.000	1.628551	28.551
23/04/2006 0:30:00.000	2.093057	493.057
23/04/2006 0:45:00.000	1.629223	29.223
23/04/2006 1:00:00.000	1.684086	84.086
23/04/2006 1:15:00.000	1.635819	35.819
23/04/2006 1:30:00.000	1.688296	88.296
23/04/2006 1:45:00.000	1.661449	61.449
23/04/2006 2:00:00.000	1.512244	87.756
23/04/2006 2:15:00.000	1.645679	45.679
23/04/2006 2:30:00.000	1.63232	32.32
23/04/2006 2:45:00.000	1.661829	61.829
23/04/2006 3:00:00.000	1.605902	5.902
23/04/2006 3:15:00.000	1.649551	49.551
23/04/2006 3:30:00.000	1.650867	50.867
23/04/2006 3:45:00.000	1.616789	16.789
23/04/2006 4:00:00.000	1.685537	85.537
23/04/2006 4:15:00.000	1.669143	69.143
23/04/2006 4:30:00.000	1.663955	63.955
23/04/2006 4:45:00.000	1.687468	87.468
23/04/2006 5:00:00.000	1.6324	32.4
23/04/2006 5:15:00.000	1.678367	78.367
23/04/2006 5:30:00.000	1.649081	49.081
23/04/2006 5:45:00.000	1.692839	92.839
23/04/2006 6:00:00.000	1.642319	42.319
<b>PROMEDIO:</b>	1.66013583	60.51358333

**TABLA B.II RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE LA SECCION DIGMAT**

<b>Date/Time</b>	<b>kW tot</b>	<b>Exceso de consumo W</b>
23/04/2006 19:15:00.000	1.086206	186.206
23/04/2006 19:30:00.000	1.085238	185.238
23/04/2006 19:45:00.000	1.100476	200.476
23/04/2006 20:00:00.000	1.082482	182.482
23/04/2006 20:15:00.000	1.098301	198.301
23/04/2006 20:30:00.000	1.09549	195.49
23/04/2006 20:45:00.000	1.097342	197.342
23/04/2006 21:00:00.000	1.108383	208.383
23/04/2006 21:15:00.000	1.085829	185.829
23/04/2006 21:30:00.000	1.080715	180.715
23/04/2006 21:45:00.000	1.075699	175.699
23/04/2006 22:00:00.000	1.063832	163.832
23/04/2006 22:15:00.000	1.061249	161.249
23/04/2006 22:30:00.000	1.073421	173.421
23/04/2006 22:45:00.000	1.079432	179.432
23/04/2006 23:00:00.000	1.088317	188.317
23/04/2006 23:15:00.000	1.090931	190.931
23/04/2006 23:30:00.000	1.110009	210.009
23/04/2006 23:45:00.000	1.093637	193.637
24/04/2006 0:00:00.000	1.110892	210.892
24/04/2006 0:15:00.000	1.121163	221.163
24/04/2006 0:30:00.000	1.113599	213.599
24/04/2006 0:45:00.000	1.113252	213.252
24/04/2006 1:00:00.000	1.126235	226.235
24/04/2006 1:15:00.000	1.122814	222.814
24/04/2006 1:30:00.000	1.127428	227.428
24/04/2006 1:45:00.000	1.125684	225.684
24/04/2006 2:00:00.000	1.129291	229.291
24/04/2006 2:15:00.000	1.13089	230.89
24/04/2006 2:30:00.000	1.136217	236.217
24/04/2006 2:45:00.000	1.152439	252.439
24/04/2006 3:00:00.000	1.143885	243.885
24/04/2006 3:15:00.000	1.138658	238.658
24/04/2006 3:30:00.000	1.131065	231.065
24/04/2006 3:45:00.000	1.131735	231.735
24/04/2006 4:00:00.000	1.150384	250.384
24/04/2006 4:15:00.000	1.135173	235.173
24/04/2006 4:30:00.000	1.136962	236.962
24/04/2006 4:45:00.000	1.154479	254.479

24/04/2006 5:00:00.000	1.136216	236.216
24/04/2006 5:15:00.000	1.130527	230.527
24/04/2006 5:30:00.000	1.140616	240.616
24/04/2006 5:45:00.000	1.137677	237.677
24/04/2006 6:00:00.000	1.115665	215.665
<b>PROMEDIO:</b>	1.112498523	212.4985227

**TABLA B.III RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE LA SECCION Av. PRINCIPAL**

<b>Date/Time</b>	<b>kW tot</b>	<b>Exceso de consumo W</b>
21/04/2006 0:00:00.000	2.141187	141.187
21/04/2006 0:15:00.000	2.127337	127.337
21/04/2006 0:30:00.000	2.104319	104.319
21/04/2006 0:45:00.000	2.098701	98.701
21/04/2006 1:00:00.000	2.13674	136.74
21/04/2006 1:15:00.000	2.116548	116.548
21/04/2006 1:30:00.000	2.155377	155.377
21/04/2006 1:45:00.000	2.166106	166.106
21/04/2006 2:00:00.000	2.135195	135.195
21/04/2006 2:15:00.000	2.163007	163.007
21/04/2006 2:30:00.000	2.120854	120.854
21/04/2006 2:45:00.000	2.158409	158.409
21/04/2006 3:00:00.000	2.149841	149.841
21/04/2006 3:15:00.000	2.139179	139.179
21/04/2006 3:30:00.000	2.171342	171.342
21/04/2006 3:45:00.000	2.146012	146.012
21/04/2006 4:00:00.000	2.188706	188.706
21/04/2006 4:15:00.000	2.140664	140.664
21/04/2006 4:30:00.000	2.114616	114.616
21/04/2006 4:45:00.000	2.110059	110.059
21/04/2006 5:00:00.000	2.170429	170.429
21/04/2006 5:15:00.000	2.116793	116.793
21/04/2006 5:30:00.000	2.116764	116.764
21/04/2006 5:45:00.000	2.114128	114.128
<b>PROMEDIO:</b>	2.137596375	137.596375

ANEXO C

**NORMAS**

**Norma CIE (Comisión Internacional de Iluminación) 115-1995**

**TABLA C.I**

**CLASIFICACION DEL TIPO DE VIA**

<b>DESCRIPCION DE LA VIA</b>	<b>CLASE DE VIA</b>
Autopistas de alta velocidad, con varios carriles, libre de cruces y completo control y señalización. Tráfico denso y complejo: Alto Medio Bajo	<b>M1</b> <b>M2</b> <b>M3</b>
Vías de alta velocidad, con dos carriles, con señalización, con carriles prioritarios y diferentes tipos de usuarios: camiones, buses, automóviles, ciclistas y peatones. Control del tráfico: Escaso Bueno	<b>M1</b> <b>M2</b>
Vías urbanas importantes, caminos radiales, distribuidores. Control del tráfico: Escaso Bueno	<b>M2</b> <b>M3</b>
Vías transversales menos importantes, distribuidores locales, accesos residenciales y a propiedades. Control del tráfico: Escaso Bueno	<b>M4</b> <b>M5</b>

**TABLA C.II**

**CLASIFICACION DE LAS VIAS DE ACUERDO AL TRÁFICO MOTORIZADO**

TIPO DE VIA	VELOCIDAD DE CIRCULACION (V) en Km/h		TRANSITO DE VEHICULOS (T) vehículos por hora	
	M1	Muy importante	V>90	Muy importante
M2	Importante	60<V<90	Importante	500<T<1000
M3	Media	30<V<60	Media	250<T<500
M4	Reducida	V>30	Reducida	100<T<250
M5	Muy Reducida	Al paso	Muy Reducida	T>100

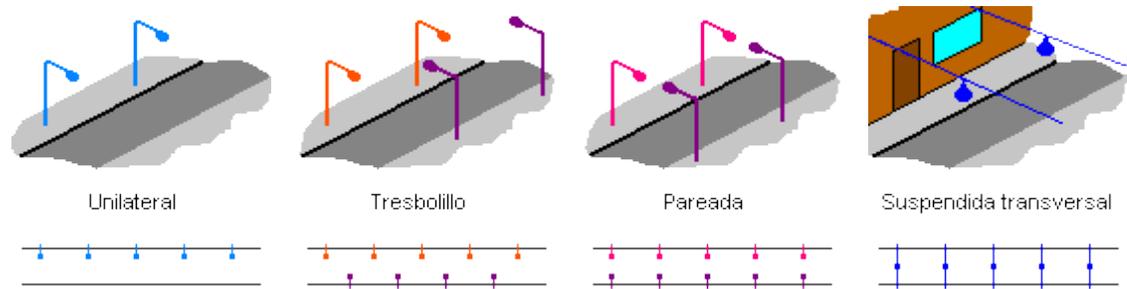
**TABLA C.III**

**CLASIFICACION DE LAS SUPERFICES DE LAS VIAS**

CLASE	TIPO DE REFLEXION	COEFICIENTE MEDIO DE LUMINANCIA Q <sub>0</sub>
R1	Difusa	0.1
R2	Aproximadamente Difusa	0.07
R3	Ligeramente Brillante	0.07
R4	Brillante	0.08

**TABLA C.IV**

**DISPOSICION DE LAS LUMINARIAS EN LA VIA**



**TABLA C.V**

**NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIÓN DE ACUERDO AL TIPO DE VIA**

CATEGORIA	NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA Em (lux)	NIVEL MEDIO DE LUMINANCIA Lm (cd/m <sup>2</sup> )	COFICIENTE GLOBAL DE UNIFORMIDAD UO
M1	≥ 30	2	≥ 0.4
M2	≥ 20	1,5	≥ 0.4
M3	≥ 15	1	≥ 0.4
M4	≥ 10	0.75	≥ 0.4
M5	≥ 7.5	0,5	≥ 0.4

**TABLA C.VI**

**CARACTERISTICAS DE LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO “OSRAM”**

<b>OSRAM</b>				
<b>LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN</b>				
<b>VIALOX NAV SUPER</b>				
		<b>[W]</b>	<b>[lm]</b>	<b>FAC. DE PERDIDA</b>
	Forma tubular clara. Funcionamiento con ignitor			
	NAV-T 50 SUPER	50	4400	0.81
	NAV-T 70 SUPER	70	6500	0.81
	NAV-T 100 SUPER	100	10000	0.81
	NAV-T 150 SUPER	150	17500	0.81
	NAV-T 250 SUPER	250	33000	0.81
	NAV-T 400 SUPER	410	55000	0.81
	NAV-T 600 SUPER	600	90000	0.81
	Forma elipsoidal, capa difusa. Funcionamiento con ignitor			
NAV-E 100 SUPER	100	9500		
NAV-E 150 SUPER	150	17000		
NAV-E 250 SUPER	250	32000		
NAV-E 400 SUPER	410	54000		
	Forma TS con conexión bilateral. Funcionamiento con ignitor. Posibilidad de reencendido en caliente			
NAV-TS 70 SUPER	70	6800		
NAV-TS 150 SUPER	150	15000		

**TABLA C.VII**

**CARACTERISTICAS DE LAMPARAS DE MERCURIO  
"AMERICAN ELECTRIC"**

<b>Typical Lamp Types</b> with Watts, Initial Lamp Lumens, and Light Loss Factors				
<b>Lamp Type</b>	<b>Watts</b>	<b>Lumens</b>	<b>L.L.F.</b>	<b>Rated Average Life</b>
<b>Mercury Vapor</b>	100	4100	0.76	24,000
	175	7900	0.81	24,000
	250	12100	0.78	24,000
	400	21000	0.80	24,000
	1000	57500	0.76	24,000
<b>Metal Halide</b>	175	14000	0.81	7,500
	250	20500	0.74	10,000
	400	34000	0.70	20,000
	1000	110000	0.72	12,000
	1500	155000	0.82	3,000

**American Electric Lighting**

ANEXO D

RESULTADOS  
OBTENIDOS DEL  
SOFTWARE DE  
ILUMINACION

## Resultados

Espaciamiento del Poste:	20.000 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
Iluminancia plano horizontal	
Promedio:	92.766 lux
Mínimo:	60.909 lux
Máximo:	137.063 lux
Max/Min:	2.25
Prom/Min:	1.523
Luminancia de la vialidad	
Promedio:	6.47 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	4.44 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	8.11 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	1.827
Prom/Min:	1.457
Razón de luminancia por velo:(x100)	
Promedio:	3.994
Mínimo:	3.176
Máximo:	4.865
Max/Min:	1.532
Prom/Min:	1.257

## Características de la Vialidad.

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	9.600 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	100.000 m
Clasificación del Pavimento:	R3

## Características del poste:

Características del poste:	
Altura del Montaje:	7.900 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	2.450 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
Propiedades de la Lámpara	
Lámparas por Luminario:	1
Lumenes de lámpara	55000
Descripción:	
200-250 WATT HPS	
Propiedades de los Luminarios	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.81
Eficiencia:	0.757
Potencia:	400 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución:	
Media, IES Tipo III, Semi-cutoff	

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.



### Resultados

Espaciamiento del Poste:	30.000 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
Iluminancia plano horizontal	
Promedio:	41.079 lux
Mínimo:	19.898 lux
Máximo:	70.422 lux
Max/Min:	3.539
Prom/Min:	2.064
Luminancia de la vialidad	
Promedio:	3.18 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	2.20 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	4.32 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	1.965
Prom/Min:	1.448
Razón de luminancia por velo:(x100)	
Promedio:	7.581
Mínimo:	5.122
Máximo:	12.206
Max/Min:	2.383
Prom/Min:	1.48

### Características de la Vialidad.

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	10 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	150.000 m
Clasificación del Pavimento:	R3

### Características del poste:

Características del poste:	
Altura del Montaje:	7.640 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	2.450 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
Propiedades de la Lámpara	
Lámparas por Luminario:	1
Lumenes de lámpara	33000
Descripción:	
200-250 WATT HPS	
Propiedades de los Luminarios	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.81
Eficiencia:	0.745
Potencia:	250 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución:	
Media, IES Tipo III, Semi-cutoff	
Descripción de la Luminaria:	

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.



Resultados

Espaciamiento del Poste:	43.300 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
Iluminancia plano horizontal	
Promedio:	48.822 lux
Mínimo:	7.363 lux
Máximo:	161.237 lux
Max/Min:	21.899
Prom/Min:	6.631
Luminancia de la vialidad	
Promedio:	3.35 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	1.56 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	6.79 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	4.347
Prom/Min:	2.145
Razón de luminancia por velo:(x100)	
Promedio:	16.479
Mínimo:	7.442
Máximo:	29.969
Max/Min:	4.027
Prom/Min:	2.214

Características de la Vialidad.

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	9.600 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	216.500 m
Clasificación del Pavimento:	R3

Características del poste:

Características del poste:	
Altura del Montaje:	6.820 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	2.450 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
Propiedades de la Lámpara	
Lámparas por Luminario:	1
Lumenes de lámpara	55000
Descripción:	
200-250 WATT HPS	
Propiedades de los Luminarios	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.81
Eficiencia:	0.757
Potencia:	400 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución:	
Media, IES Tipo III, Semi-cutoff	
Descripción de la Luminaria:	



Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.



## Resultados

Espaciamiento del Poste:	32.000 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
Iluminancia plano horizontal	
Promedio:	12.262 lux
Mínimo:	5.740 lux
Máximo:	23.261 lux
Max/Min:	4.053
Prom/Min:	2.059
Luminancia de la vialidad	
Promedio:	0.94 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	0.49 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	1.48 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	3.024
Prom/Min:	1.838
Razón de luminancia por velo:(x100)	
Promedio:	12.774
Mínimo:	8.61
Máximo:	18.93
Max/Min:	2.198
Prom/Min:	1.484

## Características de la Vialidad.

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	10.8 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	160.000 m
Clasificación del Pavimento:	R3

## Características del poste:

Características del poste:	
Altura del Montaje:	8.520 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	2.450 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
Propiedades de la Lámpara	
Lámparas por Luminario:	1
Lumenes de lámpara	12100
Descripción:	
200-250 WATT HPS	
Propiedades de los Luminarios	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.78
Eficiencia:	0.789
Potencia:	250 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución:	
Corta(o), IES Tipo II, Semi-cutoff	

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.

**Resultados**

Espaciamiento del Poste:	38.000 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
Iluminancia plano horizontal	
Promedio:	10.440 lux
Mínimo:	3.948 lux
Máximo:	18.971 lux
Max/Min:	4.805
Prom/Min:	2.644
Luminancia de la vialidad	
Promedio:	0.83 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	0.68 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	1.06 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	1.558
Prom/Min:	1.229
Razón de luminancia por velo:(x100)	
Promedio:	15.003
Mínimo:	11.129
Máximo:	18.867
Max/Min:	1.695
Prom/Min:	1.348

**Características de la Vialidad.**

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	7.000 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	190.000 m
Clasificación del Pavimento:	R3

**Características del poste:**

Características del poste:	
Altura del Montaje:	9.350 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	2.450 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
Propiedades de la Lámpara	
Lámparas por Luminario:	1
Lumenes de lámpara	12100
Descripción:	200-250 WATT HPS
Propiedades de los Luminarios	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.78
Eficiencia:	0.789
Potencia:	250 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución:	Corta(o), IES Tipo II, Semi-cutoff
Descripción de la Luminaria:	

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.



## Resultados

Espaciamiento del Poste:	52.000 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
<b>Iluminancia plano horizontal</b>	
Promedio:	5.348 lux
Mínimo:	0.876 lux
Máximo:	14.376 lux
Max/Min:	16.402
Prom/Min:	6.102
<b>Luminancia de la vialidad</b>	
Promedio:	0.41 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	0.19 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	0.80 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	4.19
Prom/Min:	2.152
<b>Razón de luminancia por velo:(x100)</b>	
Promedio:	18.725
Mínimo:	12.032
Máximo:	27.488
Max/Min:	2.285
Prom/Min:	1.556

## Características de la Vialidad.

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	8.640 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	260 m
Clasificación del Pavimento:	R3

## Características del poste:

<b>Características del poste:</b>	
Altura del Montaje:	6.320 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	0.77 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
<b>Propiedades de la Lámpara</b>	
Lámparas por Luminario:	1
Lumenes de lámpara	7900
Descripción:	200-250 WATT HPS
<b>Propiedades de los Luminarios</b>	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.81
Eficiencia:	0.789
Potencia:	175 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución:	Corta(o), IES Tipo II, Semi-cutoff
Descripción de la Luminaria:	

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.

**Resultados**

Espaciamiento del Poste:	24.000 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
<b>Iluminancia plano horizontal</b>	
Promedio:	72.400 lux
Mínimo:	44.032 lux
Máximo:	135.286 lux
Max/Min:	3.072
Prom/Min:	1.644
<b>Luminancia de la vialidad</b>	
Promedio:	5.04 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	2.91 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	7.04 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	2.422
Prom/Min:	1.736
<b>Razón de luminancia por velo:(x100)</b>	
Promedio:	5.035
Mínimo:	3.335
Máximo:	6.977
Max/Min:	2.092
Prom/Min:	1.736

**Características de la Vialidad.**

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	12.000 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	120.000 m
Clasificación del Pavimento:	R3

**Características del poste:**

<b>Características del poste:</b>	
Altura del Montaje:	7.900 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	2.450 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
<b>Propiedades de la Lámpara</b>	
Lámparas por Luminario:	1
Lumenes de lámpara	55000
Descripción: 200-250 WATT HPS	
<b>Propiedades de los Luminarios</b>	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.81
Eficiencia:	0.757
Potencia:	400 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución: Media, IES Tipo III, Semi-cutoff	

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.

**Resultados**

Espaciamiento del Poste:	24.000 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
Iluminancia plano horizontal	
Promedio:	47.512 lux
Mínimo:	29.595 lux
Máximo:	81.295 lux
Max/Min:	2.747
Prom/Min:	1.605
Luminancia de la vialidad	
Promedio:	3.72 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	1.87 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	5.51 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	2.951
Prom/Min:	1.991
Razón de luminancia por velo:(x100)	
Promedio:	5.219
Mínimo:	3.614
Máximo:	7.273
Max/Min:	2.013
Prom/Min:	1.444

**Características de la Vialidad.**

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	12.000 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	120.000 m
Clasificación del Pavimento:	R3

**Características del poste:**

Características del poste:	
Altura del Montaje:	7.640 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	2.450 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
Propiedades de la Lámpara	
Lámparas por Luminario:	1
Lumenes de lámpara	33000
Descripción:	200-250 WATT HPS
Propiedades de los Luminarios	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.81
Eficiencia:	0.745
Potencia:	250 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución:	Media, IES Tipo III, Semi-cutoff

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.

**Resultados**

Espaciamiento del Poste:	24.000 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
<b>Iluminancia plano horizontal</b>	
Promedio:	79.461 lux
Mínimo:	46.566 lux
Máximo:	178.128 lux
Max/Min:	3.825
Prom/Min:	1.706
<b>Luminancia de la vialidad</b>	
Promedio:	5.58 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	3.04 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	8.54 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	2.813
Prom/Min:	1.837
<b>Razón de luminancia por velo:(x100)</b>	
Promedio:	5.236
Mínimo:	3.194
Máximo:	7.622
Max/Min:	2.386
Prom/Min:	1.639

**Características de la Vialidad.**

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	12.000 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	120.000 m
Clasificación del Pavimento:	R3

**Características del poste:**

<b>Características del poste:</b>	
Altura del Montaje:	6.820 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	2.450 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
<b>Propiedades de la Lámpara</b>	
Lámparas por Luminario:	1
Lumenes de lámpara	55000
Descripción:	200-250 WATT HPS
<b>Propiedades de los Luminarios</b>	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.81
Eficiencia:	0.757
Potencia:	400 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución:	Media, IES Tipo III, Semi-cutoff

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.



## Resultados

Espaciamiento del Poste:	24.000 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
Iluminancia plano horizontal	
Promedio:	14.963 lux
Mínimo:	9.444 lux
Máximo:	25.054 lux
Max/Min:	2.653
Prom/Min:	1.584
Luminancia de la vialidad	
Promedio:	1.14 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	0.51 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	1.82 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	3.590
Prom/Min:	2.242
Razón de luminancia por velo:(x100)	
Promedio:	8.919
Mínimo:	6.199
Máximo:	12.542
Max/Min:	2.023
Prom/Min:	1.439

## Características de la Vialidad.

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	12.000 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	120.000 m
Clasificación del Pavimento:	R3

## Características del poste:

Características del poste:	
Altura del Montaje:	8.520 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	2.450 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
Propiedades de la Lámpara	
Lámparas por Luminario:	1
Lumenes de lámpara	12100
Descripción: 200-250 WATT HPS	
Propiedades de los Luminarios	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.780
Eficiencia:	0.789
Potencia:	250 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución: Corta(o), IES Tipo II, Semi-cutoff	

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.

**Resultados**

Espaciamiento del Poste:	24.000 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
Iluminancia plano horizontal	
Promedio:	10.247 lux
Mínimo:	3.550 lux
Máximo:	25.852 lux
Max/Min:	7.282
Prom/Min:	2.886
Luminancia de la vialidad	
Promedio:	0.68 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	0.18 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	1.32 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	7.495
Prom/Min:	3.845
Razón de luminancia por velo:(x100)	
Promedio:	11.260
Mínimo:	5.780
Máximo:	18.545
Max/Min:	3.208
Prom/Min:	1.948

**Características de la Vialidad.**

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	12.000 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	120.000 m
Clasificación del Pavimento:	R3

**Características del poste:**

Características del poste:	
Altura del Montaje:	9.350 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	2.450 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
Propiedades de la Lámpara	
Lámparas por Luminario:	1
Lúmenes de lámpara	12100
Descripción:	
200-250 WATT HPS	
Propiedades de los Luminarios	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.780
Eficiencia:	0.789
Potencia:	250 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución:	
Corta(o), IES Tipo II, Semi-cutoff	

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.

**Resultados**

Espaciamiento del Poste:	24.000 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
<b>Iluminancia plano horizontal</b>	
Promedio:	5.711 lux
Mínimo:	2.763 lux
Máximo:	12.817 lux
Max/Min:	4.638
Prom/Mín:	2.067
<b>Luminancia de la vialidad</b>	
Promedio:	0.47 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	0.18 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	1.87 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	4.718
Prom/Min:	2.546
<b>Razón de luminancia por velo:(x100)</b>	
Promedio:	42.146
Mínimo:	21.293
Máximo:	66.578
Max/Min:	3.127
Prom/Min:	1.979

**Características de la Vialidad.**

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	12.000 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	120.000 m
Clasificación del Pavimento:	R3

**Características del poste:**

<b>Características del poste:</b>	
Altura del Montaje:	6.320 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	0.770 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
<b>Propiedades de la Lámpara</b>	
Lámparas por Luminario:	1
Lúmenes de lámpara	7900
Descripción:	200-250 WATT HPS
<b>Propiedades de los Luminarios</b>	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.810
Eficiencia:	0.856
Potencia:	175 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución:	Corta(o), IES Tipo II, Semi-cutoff

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.



## Resultados

Espaciamiento del Poste:	20.000 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
Iluminancia plano horizontal	
Promedio:	60.089 lux
Mínimo:	42.293 lux
Máximo:	76.664 lux
Max/Min:	1.813
Prom/Min:	1.42
Luminancia de la vialidad	
Promedio:	4.61 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	2.93 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	6.06 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	2.066
Prom/Min:	1.572
Razón de luminancia por velo:(x100)	
Promedio:	4.084
Mínimo:	3.262
Máximo:	4.988
Max/Min:	1.529
Prom/Min:	1.252

## Características de la Vialidad.

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	9.600 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	100.000 m
Clasificación del Pavimento:	R3

## Características del poste:

Características del poste:	
Altura del Montaje:	7.900 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	2.000 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
Propiedades de la Lámpara	
Lámparas por Luminario:	1
Lumenes de lámpara	32000
Descripción:	
200-250 WATT HPS	
Propiedades de los Luminarios	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.81
Eficiencia:	0.745
Potencia:	250 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución:	
Media, IES Tipo III, Semi-cutoff	

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.



## Resultados

Espaciamiento del Poste:	30.000 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
Iluminancia plano horizontal	
Promedio:	39.959 lux
Mínimo:	20.943 lux
Máximo:	73.612 lux
Max/Min:	3.515
Prom/Min:	1.908
Luminancia de la vialidad	
Promedio:	3.10 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	1.93 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	4.43 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	2.299
Prom/Min:	1.607
Razón de luminancia por velo:(x100)	
Promedio:	7.505
Mínimo:	4.829
Máximo:	12.971
Max/Min:	2.686
Prom/Min:	1.554

## Características de la Vialidad.

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	10.000 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	150.000 m
Clasificación del Pavimento:	R3

## Características del poste:

Características del poste:	
Altura del Montaje:	7.640 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	2.000 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
Propiedades de la Lámpara	
Lámparas por Luminario:	1
Lúmenes de lámpara	32000
Descripción:	
200-250 WATT HPS	
Propiedades de los Luminarios	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.81
Eficiencia:	0.745
Potencia:	250 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución:	
Media, IES Tipo III, Semi-cutoff	

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.



## Resultados

Espaciamiento del Poste:	43.300 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
Iluminancia plano horizontal	
Promedio:	29.971 lux
Mínimo:	8.015 lux
Máximo:	88.746 lux
Max/Min:	11.072
Prom/Min:	3.739
Luminancia de la vialidad	
Promedio:	2.32 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	1.02 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	4.71 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	4.614
Prom/Min:	2.271
Razón de luminancia por velo:(x100)	
Promedio:	16.626
Mínimo:	7.061
Máximo:	34.314
Max/Min:	4.859
Prom/Min:	2.355

## Características de la Vialidad.

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	9.600 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	216.500 m
Clasificación del Pavimento:	R3

## Características del poste:

Características del poste:	
Altura del Montaje:	6.820 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	2.000 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
Propiedades de la Lámpara	
Lámparas por Luminario:	1
Lumenes de lámpara	32000
Descripción:	200-250 WATT HPS
Propiedades de los Luminarios	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.81
Eficiencia:	0.745
Potencia:	250 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución:	Media, IES Tipo III, Semi-cutoff

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.



**Resultados**

Espaciamiento del Poste:	32.000 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
<b>Iluminancia plano horizontal</b>	
Promedio:	34.224 lux
Mínimo:	18.992 lux
Máximo:	61.153 lux
Max/Min:	3.22
Prom/Min:	1.802
<b>Luminancia de la vialidad</b>	
Promedio:	2.63 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	1.65 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	3.68 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	2.235
Prom/Min:	1.599
<b>Razón de luminancia por velo:(x100)</b>	
Promedio:	9.382
Mínimo:	5.034
Máximo:	19.622
Max/Min:	3.898
Prom/Min:	1.864

**Características de la Vialidad.**

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	10.800 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	160.000 m
Clasificación del Pavimento:	R3

**Características del poste:**

<b>Características del poste:</b>	
Altura del Montaje:	8.520 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	2.000 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
<b>Propiedades de la Lámpara</b>	
Lámparas por Luminario:	1
Lumenes de lámpara	32000
Descripción:	200-250 WATT HPS
<b>Propiedades de los Luminarios</b>	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.81
Eficiencia:	0.745
Potencia:	250 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución:	Media, IES Tipo III, Semi-cutoff



CIB-ESPOL

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.



## Resultados

Espaciamiento del Poste:	38.000 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
Iluminancia plano horizontal	
Promedio:	28.824 lux
Mínimo:	11.436 lux
Máximo:	58.914 lux
Max/Min:	5.152
Prom/Min:	2.521
Luminancia de la vialidad	
Promedio:	2.38 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	1.90 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	2.70 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	1.421
Prom/Min:	1.252
Razón de luminancia por velo:(x100)	
Promedio:	12.455
Mínimo:	6.362
Máximo:	17.987
Max/Min:	2.827
Prom/Min:	1.958

## Características de la Vialidad.

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	7.000 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	190.000 m
Clasificación del Pavimento:	R3

## Características del poste:

Características del poste:	
Altura del Montaje:	9.350 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	2.000 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
Propiedades de la Lámpara	
Lámparas por Luminario:	1
Lumenes de lámpara	32000
Descripción:	
200-250 WATT HPS	
Propiedades de los Luminarios	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.81
Eficiencia:	0.745
Potencia:	250 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución:	
Media, IES Tipo III, Semi-cutoff	

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.



## Resultados

Espaciamiento del Poste:	52.000 m
Total de Luminarias requeridas:	6
Total de Postes requeridos:	6
Estatándar de Iluminación de Caminos:	IESNA RP-8
<b>Iluminancia plano horizontal</b>	
Promedio:	15.517 lux
Mínimo:	9.555 lux
Máximo:	25.054 lux
Max/Min:	2.853
Prom/Min:	1.684
<b>Luminancia de la vialidad</b>	
Promedio:	1.13 cd/m <sup>2</sup>
Mínimo:	0.52 cd/m <sup>2</sup>
Máximo:	1.83 cd/m <sup>2</sup>
Max/Min:	3.690
Prom/Min:	2.324
<b>Razón de luminancia por velo:(x100)</b>	
Promedio:	8.989
Mínimo:	6.099
Máximo:	12.342
Max/Min:	2.013
Prom/Min:	1.429

## Características de la Vialidad.

Flujo de tráfico	Un solo sentido
Ancho del carril:	8.640 m
Líneas del lado derecho:	1
Líneas del lado izquierdo:	0
Ancho del camellón:	0
Largo de la vialidad:	260 m
Clasificación del Pavimento:	R3

## Características del poste:

<b>Características del poste:</b>	
Altura del Montaje:	6.320 m
Lado Casa:	0.000 m
Longitud del brazo:	2.000 m
Costo del Poste:	\$0.00
Costo del brazo:	\$0.00
<b>Propiedades de la Lámpara</b>	
Lámparas por Luminario:	1
Lúmenes de lámpara	16500
Descripción:	200-250 WATT HPS
<b>Propiedades de los Luminarios</b>	
Total del Factor de pérdida luminosa:	0.81
Eficiencia:	0.745
Potencia:	150 W
Inclinación de la luminaria:	0.00°
Costo:	\$0.00
Distribución:	Media, IES Tipo III, Semi-cutoff
Descripción de la Luminaria:	

Desviaciones normales en suministro eléctrico, tolerancias en lámparas y luminarias, dimensiones del área iluminada, instalación de las luminarias y obstrucciones dentro del espacio iluminado, pueden producir niveles de iluminación diferentes a los valores calculados.

ANEXO E

**CURVAS ISOLUX**

---

FIG E.1 CURVAS ISOLUX POSTE p-27

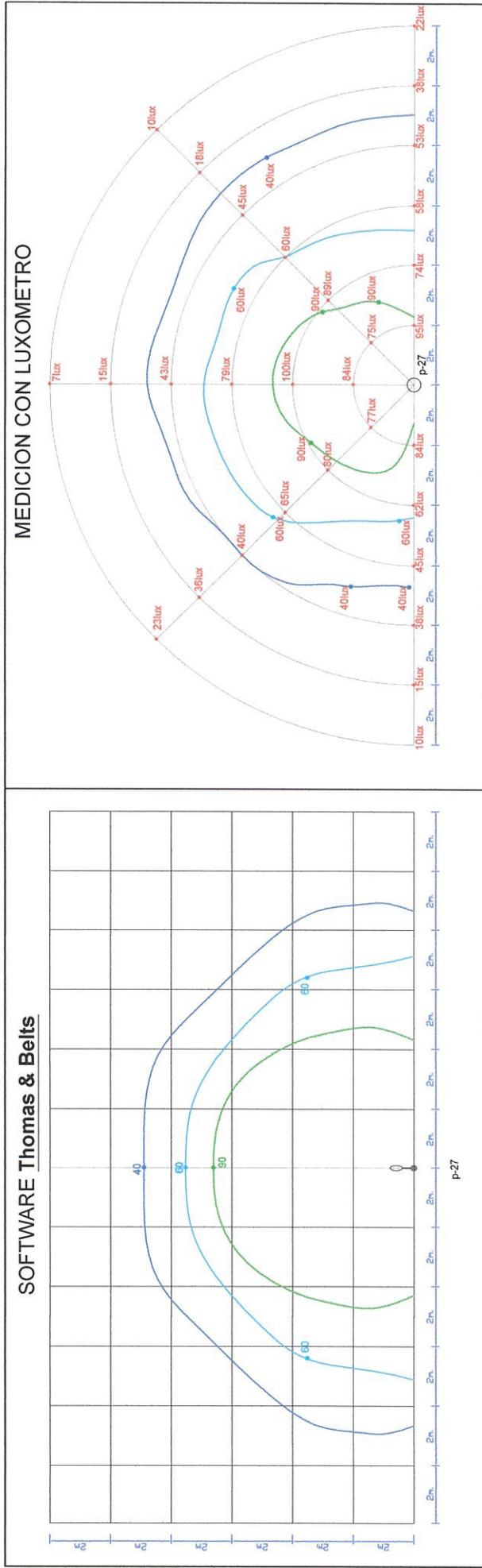


FIG E.2 CURVAS ISOLUX POSTE p-165

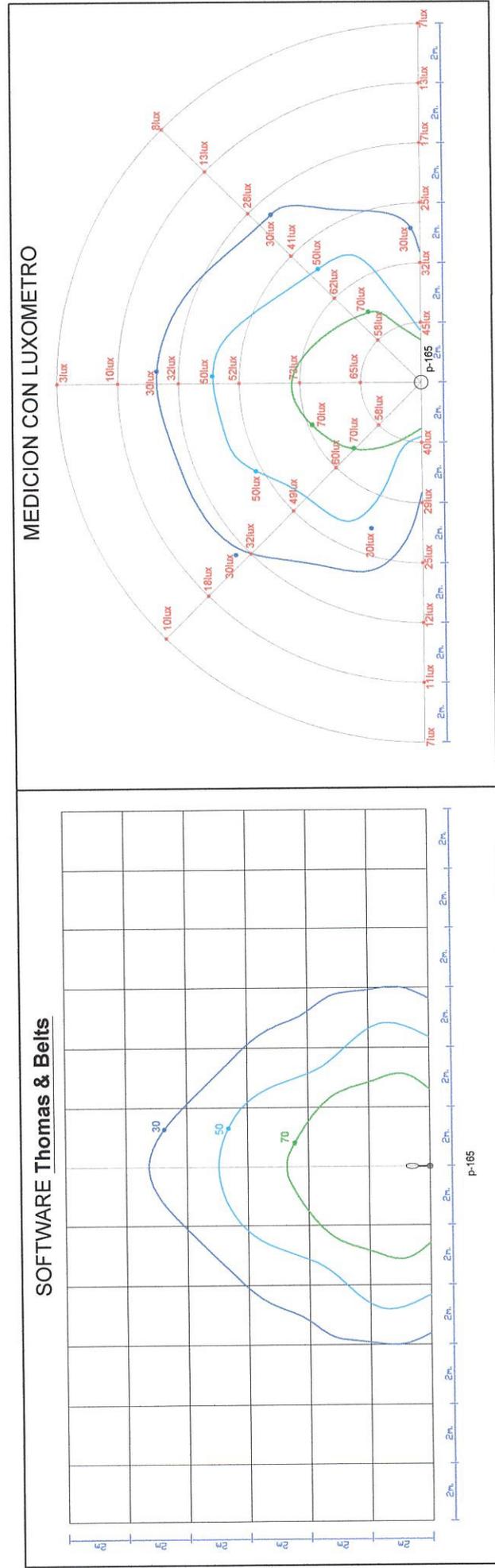


FIG E.3 CURVAS ISOLUX POSTE p-25

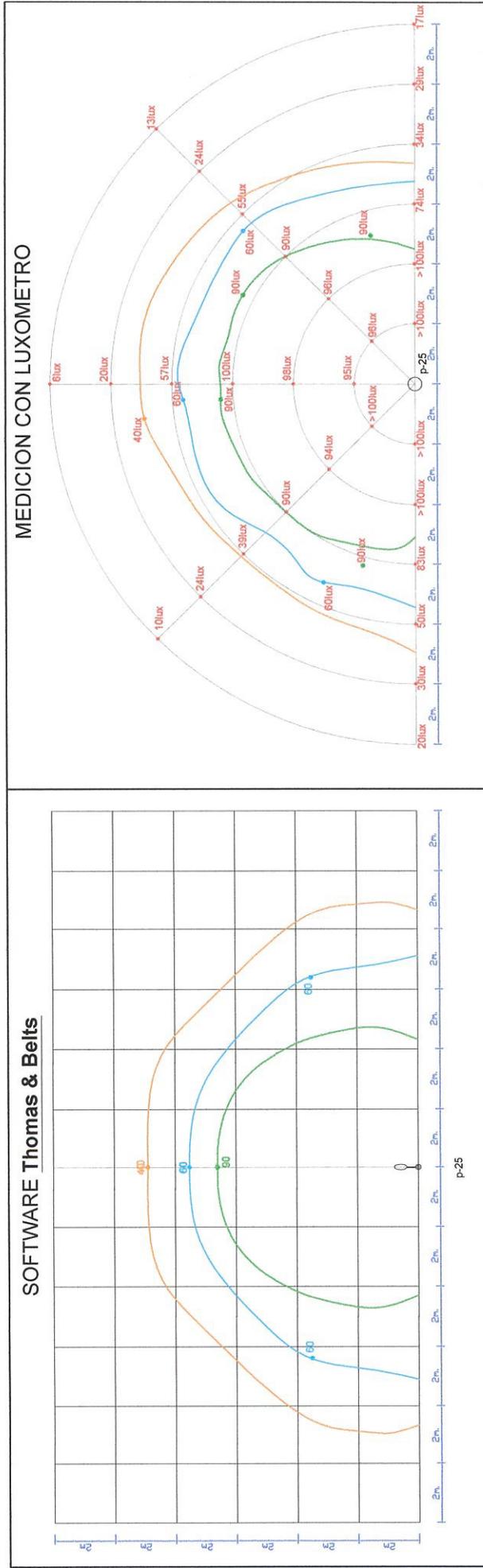


FIG E.4 CURVAS ISOLUX POSTE p-158-A

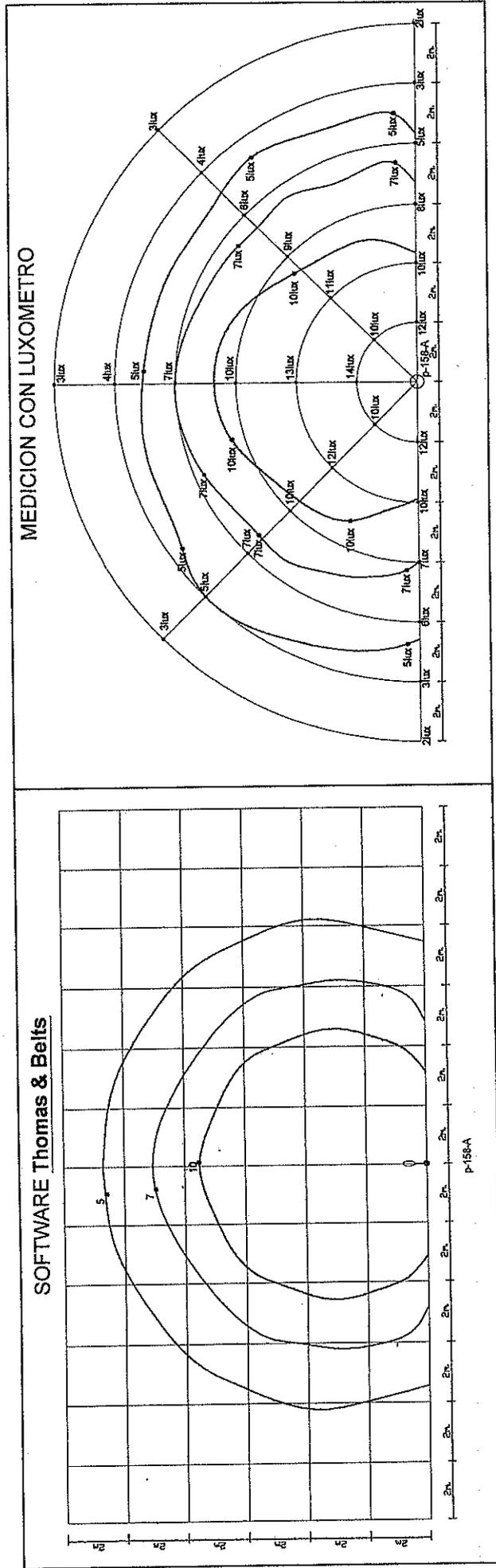


FIG E.5 CURVAS ISOLUX POSTE p-253

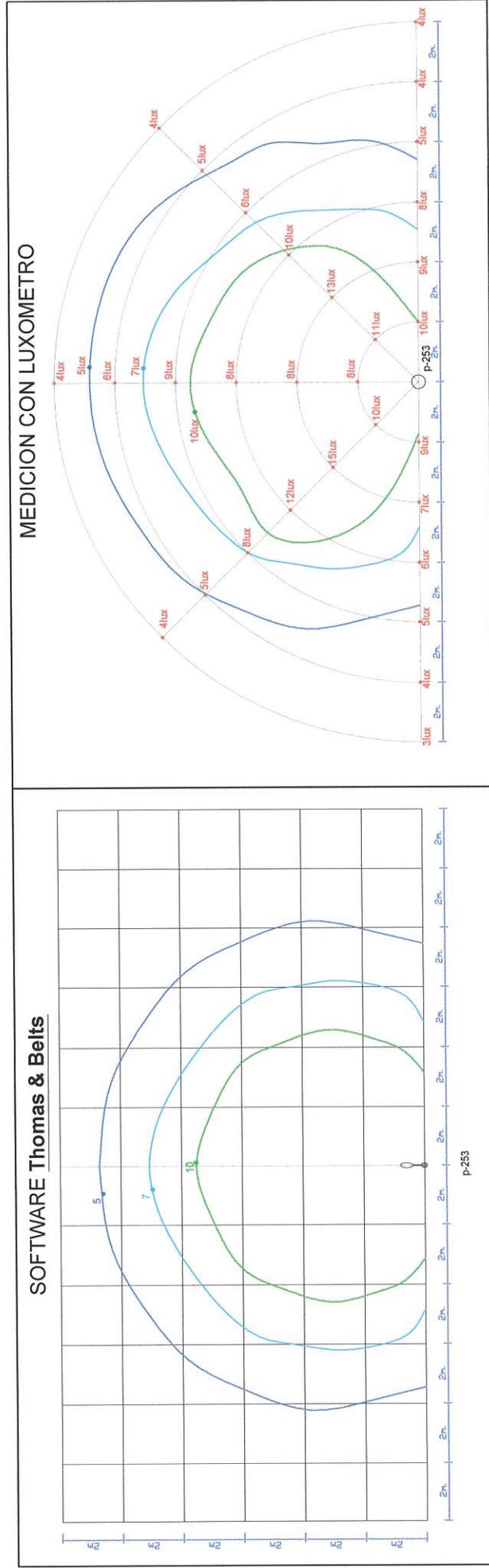
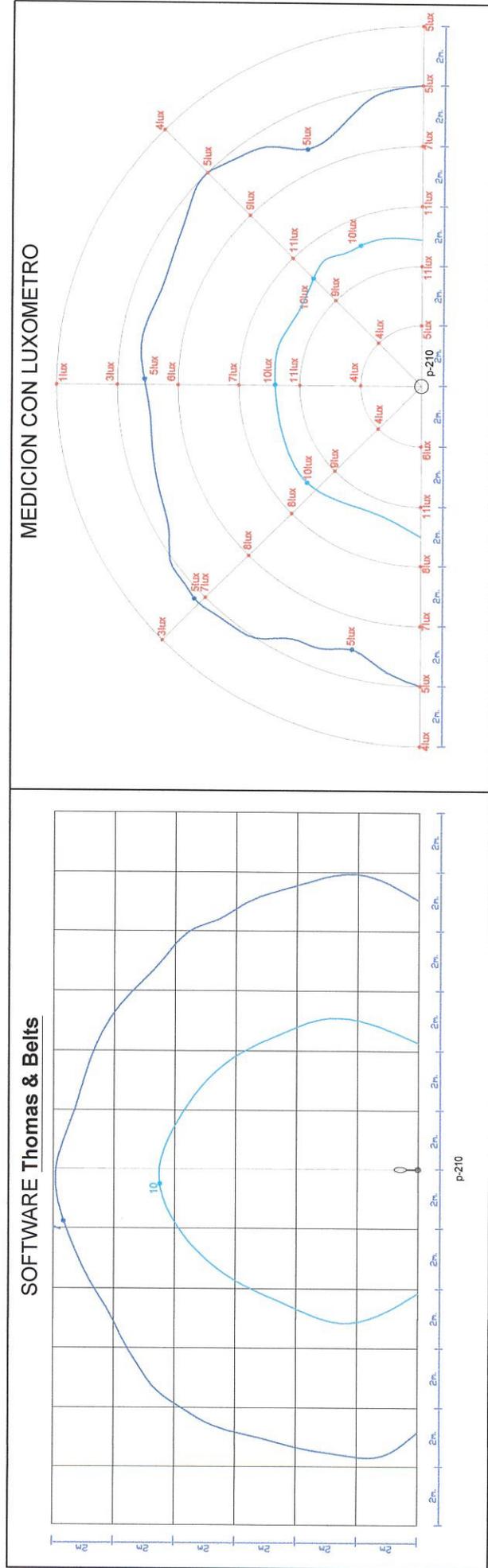


FIG E.6 CURVAS ISOLUX POSTE p-210



ANEXO F

**FLUJO DE EFECTIVO**  
**ECONOMICO**

---

## FLUJO DE EFECTIVO ECONOMICO

	ano 0	ano 1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
INVERSION	\$ 54,837.00										
+ INGRESOS											
BENEFICIOS ECONOMICOS (AHORRO PARA LA BASE NAVAL SUR)		\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37
<b>TOTAL INGRESOS</b>		\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= INGRESOS-EGRESOS		\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37
Valor Residual											
FLUJO DE EFECTIVO BRUTO		\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37
FLUJO DE EFECTIVO NETO	\$ -54,837.00	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 17,606.37	\$ 164,326.12

**VALOR ACTUAL NETO ECONOMICO** \$91,882.75  
**TASA INTERNA DE RETORNO ECONOMICO** 35%

<b>DATOS ECONOMICOS</b>
TASA DE DESCUENTO 12.0%

# **BIBLIOGRAFIA:**

## **TEXTOS, AUTORES, FOLLETOS, Y VARIOS**

▪ <b>Fábrica Electrotécnica</b>  <b>JOSA S.A.</b>	Luminotecnia Principios y Aplicaciones  Primera Edición. Impreso en México.
▪ <b>J. A. Taboada</b>	Manual de Luminotecnia OSRAM.  Madrid, Editorial Dossat S.A., 1983.
▪ <b>IES "ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA"</b>	Roadway Lighting  Edición, 1985; Impreso en New York.
▪ <b>IES "ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA"</b>	Designing with the IES Roadway Lighting Practice.  Edición, 1984; Impreso en New York.

▪ <b>AMERICAN NATIONAL ESTANDAR INSTITUTE</b>	Nomenclature and definitions for illuminating Engineering.  Edición, 1983; Impreso en New York.
▪ <b>PHILIPS</b>	Manual del alumbrado Philips.  Editorial Paraninfo. Madrid. 1976.
▪ <b>POWER MEASUREMENT</b>	"Manual del Software ION Enterprise 3.0".  1998. Impreso en Canadá
▪ <b>POWER MEASUREMENT</b>	"Manual ION 7500 - 7600 "  1998. Impreso en Canadá
▪ <b>AEL "AMERICAN ELECTRIC LIGHTING"</b>	" <i>Product Guide</i> "  Segunda Edición. Impreso en EE.UU.

#### **REFERENCIAS DE INTERNET:**

- <http://www.cie.co.at/cie>.
- [http://www.edison.upc.edu/curs/llum/exterior/vias\\_p.html](http://www.edison.upc.edu/curs/llum/exterior/vias_p.html)
- <http://edison.upc.edu/curs/llum/fotometria/magnitud.html#llumin>
- [www.osram.es/productos/profesionales/descarga/index.html](http://www.osram.es/productos/profesionales/descarga/index.html)
- <http://www.americanelectricalighting.com/Products/>
- <http://www.lighting.philips.com>

**SIMBOLOGIA**

- POSTE CIRCULAR DE 11M DE H.A.
- POSTE RECTANGULAR DE 18M DE H.A.
- ▭ POSTE RECTANGULAR DE 11M DE H.A.
- ▴ TRANSFORMADOR EN POSTE
- LAMPARA DE Na.400-240V. CON FOTOCELULA
- LAMPARA DE Hg.250-240V. CON FOTOCELULA
- LAMPARA DE Na.250-240V. CON FOTOCELULA
- LAMPARA DE Hg.175-240V. CON FOTOCELULA
- TENSOR A TIERRA
- TENSOR DE EMPUJE
- CONDUCTOR TW#10
- ▬ TABLERO DE DISTRIBUCION
- ESTRUCTURA EN H.

AV. 25 DE JULIO

HOSNAV

PARQUEADERO

ESCSUP

PARQUEADERO

PROYECTO: ESTUDIO PARA EL AHORRO DE ENERGIA EN ALUMBRADO PUBLICO DE LA BASE NAVAL SUR

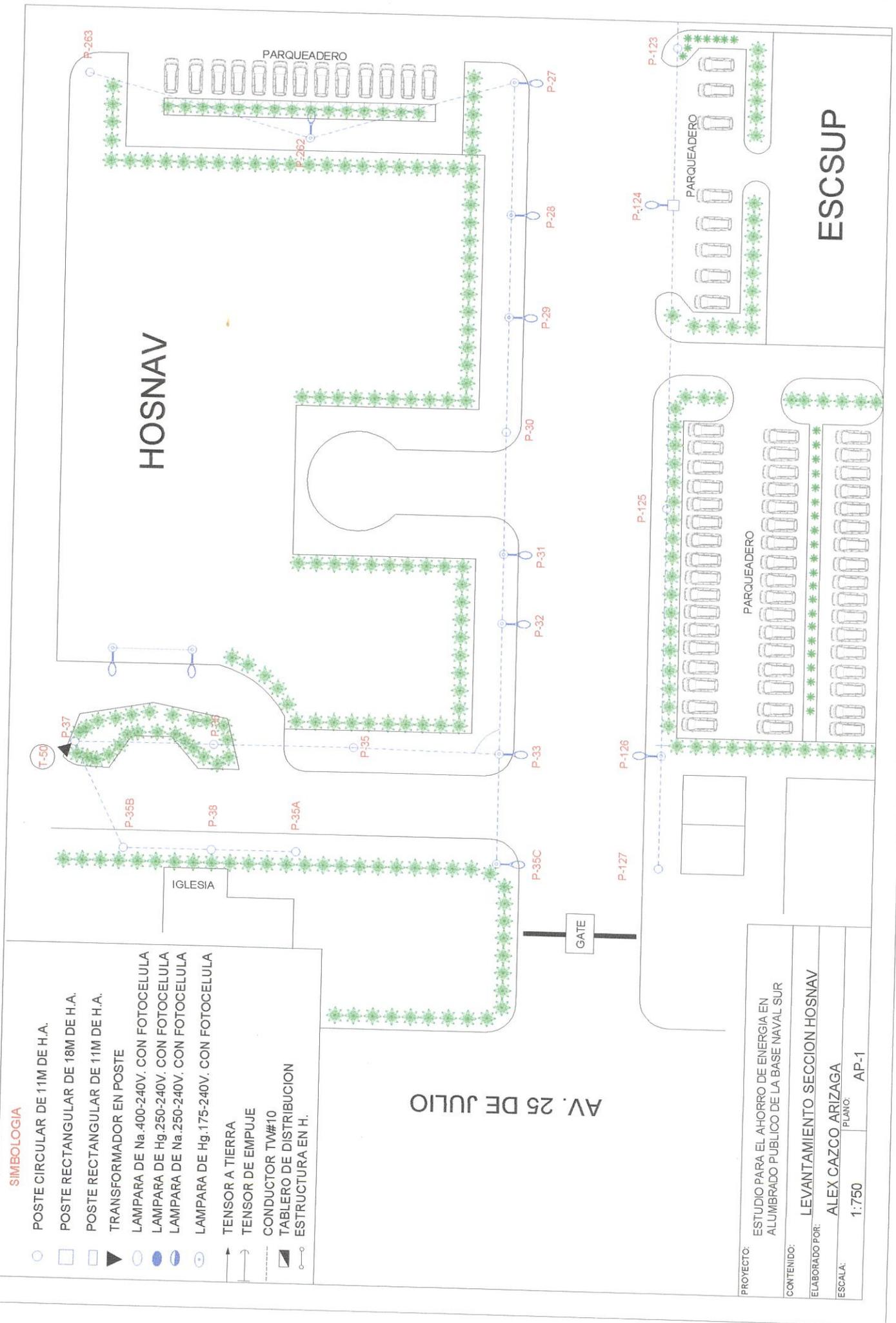
CONTENIDO:

LEVANTAMIENTO SECCION HOSNAV

ELABORADO POR: ALEX CAZCO ARIZAGA

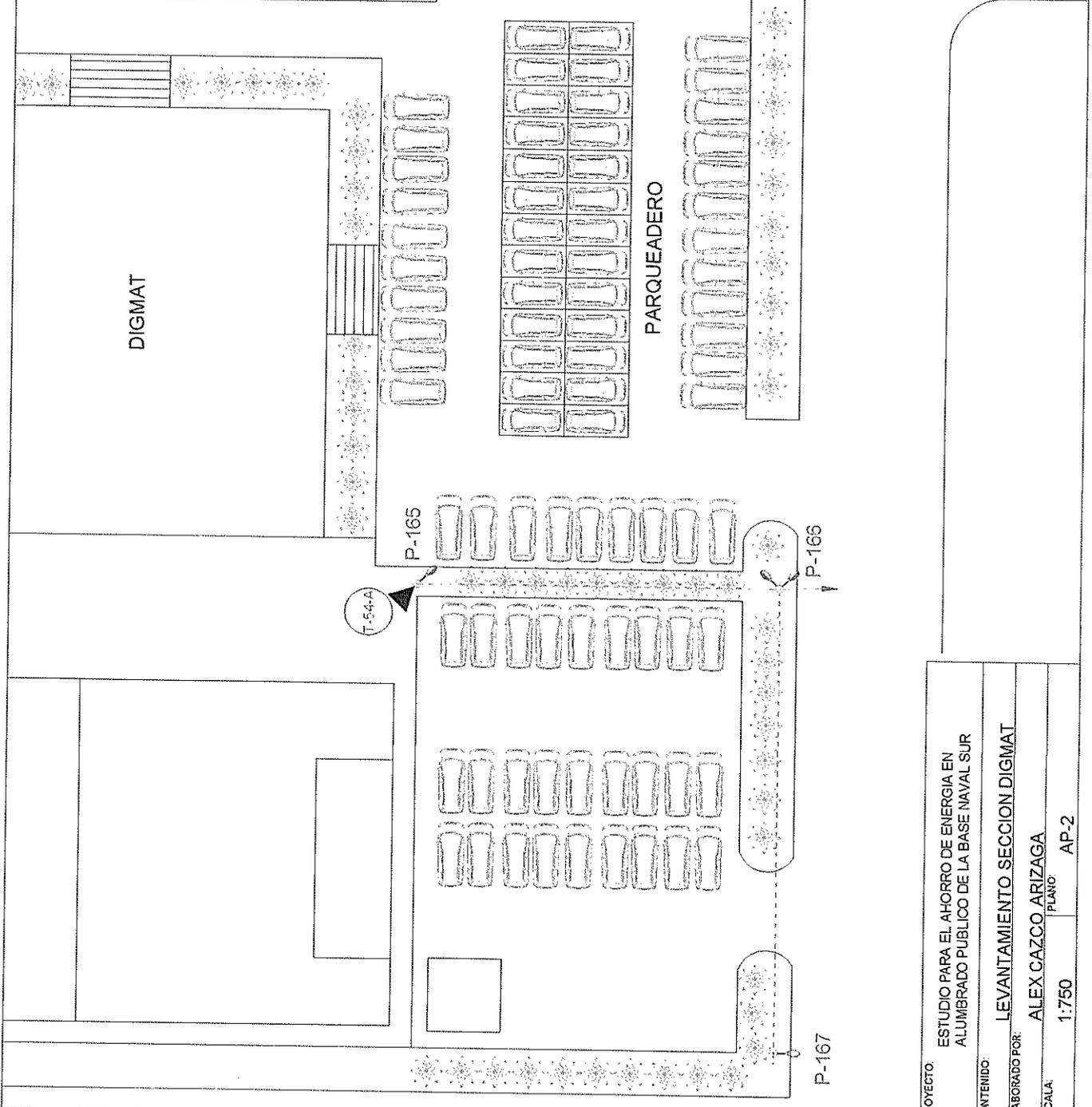
ESCALA: 1:750

PLANO: AP-1



SIMBOLOGIA

- POSTE CIRCULAR DE 11M DE H.A.
- POSTE RECTANGULAR DE 18M DE H.A.
- ▭ POSTE RECTANGULAR DE 11M DE H.A.
- ▲ TRANSFORMADOR EN POSTE
- LAMPARA DE Na.400-240V. CON FOTOCELULA
- LAMPARA DE Hg.250-240V. CON FOTOCELULA
- ◐ LAMPARA DE Na.250-240V. CON FOTOCELULA
- ◑ LAMPARA DE Hg.175-240V. CON FOTOCELULA
- ↑ TENSOR A TIERRA
- ⇌ TENSOR DE EMPUJE
- CONDUCTOR TW#10
- ▭ TABLERO DE DISTRIBUCION
- ESTRUCTURA EN H.



PROYECTO: ESTUDIO PARA EL AHORRO DE ENERGIA EN ALUMBRADO PUBLICO DE LA BASE NAVAL SUR

CONTENIDO: LEVANTAMIENTO SECCION DIGMAT

ELABORADO POR: ALEX CAZCO ARIZAGA

ESCALA: 1:750 PLANO: AP-2

**SIMBOLOGIA**

- POSTE CIRCULAR DE 11M DE H.A.
- POSTE RECTANGULAR DE 18M DE H.A.
- ▭ POSTE RECTANGULAR DE 11M DE H.A.
- ▲ TRANSFORMADOR EN POSTE
- LAMPARA DE Na. 400-240V. CON FOTOCELULA
- LAMPARA DE Hg. 250-240V. CON FOTOCELULA
- LAMPARA DE Na. 250-240V. CON FOTOCELULA
- LAMPARA DE Hg. 175-240V. CON FOTOCELULA
- ↑ TENSOR A TIERRA
- TENSOR DE EMPUJE
- CONDUCTOR TW#10
- ▭ TABLERO DE DISTRIBUCION
- ESTRUCTURA EN H.



CLUB NAVAL

PROYECTO:	ESTUDIO PARA EL AHORRO DE ENERGIA EN ALUMBRADO PUBLICO DE LA BASE NAVAL SUR	
CONTENIDO:	LEVANTAMIENTO SECCION AV. PRINCIPAL	
ELABORADO POR:	ALEX CAZCO ARIZAGA	
ESCALA:	1:750	PLANO: AP-3