

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“MEJORAMIENTO DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN EN EL  
ALUMBRADO PUBLICO DE LA AVENIDA PASTOR SEVILLA CON LA  
AVENIDA RICARDO PALMA – DISTRITO DE SJM”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

FLORES VALENZUELA, ERIK SAUL

**Villa El Salvador**

**2019**

## **DEDICATORIA**

“El presente trabajo va dedicado a mis padres, hermanos y amistad quienes son el soporte y apoyo de vida, quienes también son mi base de inspiración y motivo a continuar con mis metas”

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a mis padre y hermanos ya que ellos me inculcaron los valores necesarios para poder lograr mis metas y poder superarme cada día, tan bien agradezco a mis hermanos por el e apoyándo en toda mi formación.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
LISTADO DE FIGURAS .....	vi
LISTADO DE TABLAS .....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPITULO I: PLANIFICACION DEL TRABAJO</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1. Descripción de la realidad problemática</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2. Justificación del problema</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3. Delimitación del proyecto</b> .....	<b>3</b>
1.3.1 teórica .....	3
1.3.2 Temporal .....	3
1.3.3 Espacial .....	3
<b>1.4 Formulación del problema</b> .....	<b>3</b>
1.4.1 Problemas generales .....	3
1.4.2 Problemas específicos .....	4
<b>1.5 objetivos</b> .....	<b>4</b>
1.5.1. Objetivos generales: .....	4
1.5.2. Objetivos específicos: .....	5
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1. Antecedentes</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2. Bases teóricas</b> .....	<b>8</b>
2.2.1 fotometría .....	8
2.2.2 Lámparas y luminarias .....	11
1) <i>Disposición de las luminarias en la vía</i> .....	12
2) <i>Cálculo de luminancias</i> .....	16
3) <i>Iluminancia (I)</i> .....	17
4) <i>Alumbrado complementario de vías públicas</i> .....	17
5) <i>Deslumbramiento</i> .....	17
6) <i>Factor de uniformidad general de luminancia</i> .....	17
7) <i>Factor de uniformidad longitudinal de luminancia</i> .....	17
8) <i>Factor de uniformidad medida de luminancia (iluminancia)</i> .....	18
9) <i>Factor de uniformidad transversal de luminancia</i> .....	18
2.2.3 Procedimiento de medición .....	19
2.2.4 ESTRUCTURA DE ALUMBRADO PÚBLICO .....	27
2.2.5 ELEMENTOS DE SOPORTE DE ALUMBRADO PÚBLICO .....	35
<b>2.3 Términos básicos</b> .....	<b>51</b>
2.3.1 Características de postes BT .....	51

2.3.2	Características de lámparas BT .....	53
2.3.3	Tipos de alumbrado .....	55
2.3.4	Estándares de calidad de alumbrado público.....	56
2.3.5	Uniformidades de luminancia e iluminancia .....	58
<b>CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO .....</b>		<b>60</b>
<b>3.1</b>	<b>Modelos de solución propuesto .....</b>	<b>60</b>
3.1.1	Antes del proyecto.....	60
3.1.2	Después del proyecto.....	63
<b>3.2</b>	<b>RESULTADO.....</b>	<b>66</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>67</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>68</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>		<b>69</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>70</b>

## LISTADO DE FIGURAS

Imagen 1.....	08
Imagen 2.....	09
Imagen 3.....	11
Imagen 4.....	12
Imagen 5.....	13
Imagen 6.....	13
Imagen 7.....	14
Imagen 8.....	14
Imagen 9.....	15
Imagen 10.....	15
Imagen 11.....	16
Imagen 12.....	19
Imagen 13.....	20
Imagen 14.....	21
Imagen 15.....	22
Imagen 16.....	31
Imagen 17.....	32
Imagen 18.....	32
Imagen 19.....	33
Imagen 20.....	33
Imagen 21.....	34
Imagen 22.....	34
Imagen 23.....	35
Imagen 24.....	37
Imagen 25.....	38
Imagen 26.....	42
Imagen 27.....	43

Imagen 28.....	43
Imagen 29.....	44
Imagen 30.....	44
Imagen 31.....	45
Imagen 32.....	45
Imagen 33.....	46
Imagen 34.....	46
Imagen 35.....	47
Imagen 36.....	47
Imagen 37.....	48
Imagen 38.....	48
Imagen 39.....	49
Imagen 40.....	49
Imagen 41.....	50
Imagen 42.....	50
Imagen 43.....	61
Imagen 44.....	62
Imagen 45.....	64
Imagen 46.....	64
Imagen 47.....	65
Imagen 48.....	70
Imagen 49.....	70

## LISTADO DE TABLAS

Tabla I.....	55
Tabla II.....	57
Tabla III.....	57
Tabla IV .....	58
Tabla V .....	58

## **INTRODUCCIÓN**

El mejoramiento del alumbrado público tiene como finalidad satisfacer las necesidades de iluminación en las avenidas, calles y los vehículos que transitan durante el día.

El alumbrado público es uno de los servicios que con más insistencia demandan los habitantes de las localidades como resultado del crecimiento de la población y del desarrollo urbano, la prestación de este servicio es una de las tareas fundamentales de los gobiernos locales, sin embargo, su instalación, operación, actualización y costo constituyen a menudo un problema técnico y económico. Esto origina, en ocasiones, un servicio deficiente y costoso que se agrava a medida que el tiempo pasa y no se toman las medidas oportunas para su actualización o mejoramiento.

## **CAPITULO I: PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

Actualmente en el Perú hay zonas de alto tránsito vehicular y público que no cumplen con los niveles de iluminación requeridos por la norma técnica DGE “Alumbrado de vías públicas en zonas de concesión de distribución”, por tal motivo se tiene la necesidad de hacer estudios de ingeniería para determinar el cumplimiento de lo establecido en la normativa correspondiente con la intención de la mejora de calidad del alumbrado público.

### **1.2. Justificación del problema**

Al realizar este proyecto y realizar un análisis comparativo se puede comprobar la mejora de los niveles de iluminación del alumbrado público, la aportación principal de este proyecto es desarrollar la ingeniería de iluminación y las ventajas que se obtienen al implementar estas nuevas luminarias.

En el Perú es se necesitan estos proyectos de alumbrado público, puesto que en muchos sectores es una necesidad básica, porque al tener una buena iluminación en el alumbrado público la comunidad obtiene beneficios tales como: seguridad en el tránsito de calles, el confort visual al conducir y transitar peatonalmente.

Cabe señalar que el distrito de San Juan de Miraflores presentó el más alto índice de víctimas de hechos delictivos (40%), revelo el INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

## **1.3. Delimitación del proyecto**

### **1.3.1 teórica**

Estudio realizado sobre la base de lo que contempla la Norma Técnica DGE “Alumbrado de vías públicas en zonas de concesión de distribución” (en adelante, Norma de Alumbrado)

### **1.3.2 Temporal**

Comprende el siguiente periodo:

Inicio: setiembre del 2018

Termino: octubre del 2018

### **1.3.3 Espacial**

El trabajo de investigación presente está referido a instalaciones de alumbrado ubicadas en la Av. Ricardo Palma con Pastor Sevilla en el distrito de San Juan De Miraflores, Lima –Perú.

## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Problemas generales**

- En el Perú tenemos un atraso referente con respecto al tema de iluminación pública en distintos sectores, no solo en Lima si no en todo el Perú, vivimos en una situación de inseguridad ciudadana y de accidentes de tránsito debido a que muchos lugares no cuentan con iluminación pública o simplemente no cumplen con los niveles de iluminación requeridos por la Norma de Alumbrado.
- Cuando se toca el tema de iluminación pública en algunos casos no es tratada con la importancia y seriedad que se requiere, por tal motivo en diferentes partes del Perú tenemos instalaciones de iluminación pública deficientes, lo

cual conlleva a que sean zonas con mayor probabilidad de que ocurran accidentes vehiculares o de daño materiales o físicos para las personas.

- Particularmente en el distrito de San Juan de Miraflores, se encuentran instaladas lámparas con una potencia de 150 watts, con las que no se cumplen los niveles de iluminancia establecido por la Norma de Alumbrado, por tal motivo se propone sustituirlas por lámparas de 400 watts de potencia y añadir toda una instalación masiva de luminarias en toda la vía.

#### **1.4.2 Problemas específicos**

- Como cumplir las exigencias que trae consigo Norma de Alumbrado.
- Como dimensionar y seleccionar correctamente un sistema eléctrico de alumbrado masivo altamente eficiente para el lugar de trabajo.
- Como ejecutar el trabajo teniendo en cuenta que el lugar es una zona de alto tránsito vehicular.

### **1.5 objetivos**

#### **1.5.1. Objetivos generales:**

- Medir, analizar y evaluar los parámetros de iluminación del alumbrado público en la AV. Ricardo Palma con AV. Pastor Sevilla-San Juan De Miraflores y realizar una comparación de los datos del luxómetro antes y después de ejecutar el proyecto de iluminación masiva para garantizar el cumplimiento de lo establecido en la Norma de Alumbrado.

### **1.5.2. Objetivos específicos:**

- Evaluar los datos de los niveles de iluminación de las luminarias que actualmente tenemos instaladas en nuestro lugar de trabajo y determinar si cumplen con lo establecido en la norma técnica DGE “Alumbrado de vías públicas en zonas de concesión de distribución”.
- Detallar los datos obtenidos realizados en el proyecto.
- Garantizar el cumplimiento de la norma técnica DGE “alumbrado de vías públicas en zonas de concesión de distribución”.
- Proponer la implementación de un alumbrado público masivo que permita cumplir con los niveles exigidos por la norma.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Gonzales F. (2011), realizó una investigación: *Plan de gestión municipal para el alumbrado público* para obtener el grado de Magister en gerencia de proyectos de construcción en Maracaibo-Venezuela. En sus conclusiones manifiesta que es inevitable emitir una opinión desde un punto de vista particular proveniente de diferentes usuarios involucrados que diariamente interactúan con el servicio público.

Dimas E. (2016), realizó un proyecto de inversión: *implementación de un sistema de lámparas led en el alumbrado público controlado mediante un software primeread en el distrito de Miraflores para la empresa luz del sur*, para obtener el grado de Ingeniero Industrial-Estudio de caso en Universidad Privada Del Norte-PERU, en sus conclusiones resalto que las lámparas led superan ampliamente a las luminarias de vapor de sodio de alta presión en la producción cromática, en la temperatura de calor y eficacia de lúmenes de watio.

Rosas J. (2017) realizó un: *“análisis de ingeniería en alumbrado público con luminarias led aplicado a la avenida central del distrito de villa el salvador*, para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, en sus conclusiones manifiesta que las luminarias led son tecnologías que debemos comenzar a implementar en Perú pues se obtiene un verdadero ahorro de energía en comparación con los luminarios actualmente usados.

Medrano E. (2010), realizó un: *diseño e implementación de un sistema de iluminación para espacios publicitarios usando led RGB* para obtener el título de Ingeniero Electrónico- Estudio de caso en la universidad Católica-Perú, concluyó que, usando un dispositivo externo, el lente convergente, permitió dirigir el flujo luminoso del led RGB con un ángulo de 34° y se logró mezclar los colores primarios para conseguir los tres colores secundarios y el color blanco.

Ing. lama L. (2018), realizo estudio sobre: *la calidad del servicio de alumbrado público y su relación en la satisfacción de los usuarios de la empresa hidrandina de la ciudad de Trujillo 2017*, tesis para obtener el grado académico de Maestro En Gestión Pública-estudio de caso en la Universidad Cesar Vallejo, se ha determinado que existe una relación de significativa entre la variable calidad del servicio de alumbrado público y la variable satisfacción de los usuarios de hidrandina de la ciudad de Trujillo, debido a que el coeficiente de chi-cuadrado de Pearson obtenido ((6,635) es mayor al valor de la tabla Chi-cuadrado para 1 grado de libertad (3.84); así mismo el grado de significancia bilateral obtenido (0,01) es menor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1 fotometría

A) **Luz.** – forma de energía que nos permite ver todo lo que nos rodea, es una reacción electromagnética que se propaga en formas de ondas.

ADRIAN J. León (2002) “Luz es una manifestación de energía en forma de radiaciones electromagnéticas capaces de afectar el órgano visual, se denomina radiación a la transmisión de energía a través del espacio” la luz se compone de partículas energizadas denominadas fotones, cuyo grado de energía y frecuencia determina la longitud de onda y el color.

**B) Flujo luminoso ( $\Phi$ ).** – es la cantidad total emitida por una fuente de luz y produce una sensación luminosa en el órgano visual: lumen (lm)

**Ej.** Cantidad de agua que sale de una ducha en 1s.

**c) Iluminancia.** -la iluminancia indica la cantidad de luz que llega a una superficie y se define como el flujo luminoso recibido por una superficie.

$$E = \frac{d\Phi}{ds}$$

Si la expresamos en función de la intensidad luminosa nos queda como:

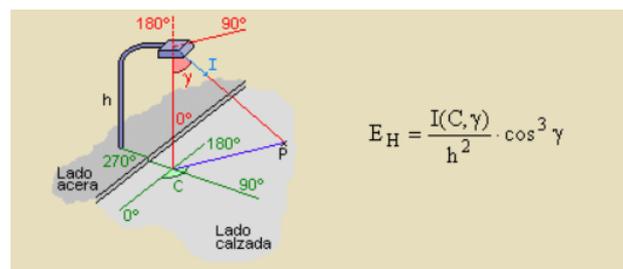


Imagen N° 1

Fuente: CITCEA-UPC

Donde  $I$  es la intensidad recibida por el punto  $P$  en la dirección definida por el par de ángulos  $(C, \gamma)$  y  $h$  la altura del foco luminoso. Si el punto está iluminado por más de una lámpara, la iluminancia total recibida es entonces:

$$E_H = \sum_{i=1}^n \frac{I(C_i, \gamma_i)}{h_i^2} * \cos^3 \gamma_i$$

**D) Intensidad luminosa (I).** - Se define como la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente en la unidad de ángulo sólido, indica la cantidad de luz que es percibida: candela (cd)

**Ej.** Chorro de agua en una dirección señalada

**E) Candela (CD).**- es la unidad de intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de una frecuencia de  $540 \times 10^{12}$  Hertz y en la cual la intensidad energética en esa dirección es de 1/683 watt por estereorradián.

**F) Luminancia (L).**- La luminancia, por contra, es una medida de la luz que llega a los ojos procedente de los objetos y es la responsable de excitar la retina provocando la visión. Esta luz proviene de la reflexión que sufre la iluminancia cuando incide sobre los cuerpos. Se puede definir, pues, como la porción de intensidad luminosa por unidad de superficie que es reflejada por la calzada en dirección al ojo.

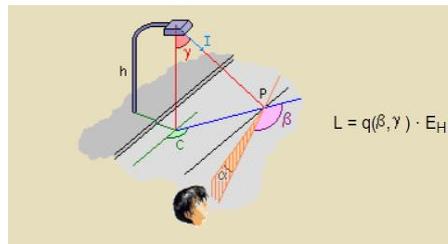


Imagen N° 2

Fuente : CITCEA-UPC

Donde  $q$  es el coeficiente de luminancia en el punto P que depende básicamente del ángulo de incidencia  $\gamma$  y del ángulo entre el plano de incidencia y el de observación  $\beta$ . El efecto del ángulo de observación  $\alpha$  es despreciable para la mayoría de conductores (automovilistas con campo visual entre 60 y 160 mpor delante y una altura de 1,5 m sobre el suelo) y no se tiene en cuenta. Así pues, nos queda:

$$L = \frac{I(C, \gamma) \cdot \cos^3 \gamma}{h^2} \cdot q(\beta, \gamma)$$

Por comodidad de cálculo, se define el término:

$$r(\beta, \gamma) = q(\beta, \gamma) \cdot \cos^3 \gamma$$

Quedando finalmente:

$$L = \frac{I(C, \gamma) \cdot r(\beta, \gamma)}{h^2}$$

Y si el punto está iluminado por más de una lámpara, resulta:

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{I(C_i, \gamma_i) \cdot r(\beta_i, \gamma_i)}{h_i^2}$$

Los valores de  $r(\beta, \gamma)$  se encuentran tabulados o incorporados a programas de cálculo y dependen de las características de los pavimentos utilizados en la vía.

**G) Criterio de calidad.** - para determinar si una instalación es adecuada y cumple con todos los requisitos de seguridad y visibilidad necesarios se establecen una serie de parámetros que sirven como criterios de calidad. Son la luminancia media ( $L_m/L_{av}$ ), los coeficientes de uniformidad ( $U_0/U_I$ ), el deslumbramiento ( $T_i$  y  $G$ ) y el coeficiente de iluminación de los alrededores ( $SR$ ).

**H) Coeficientes de uniformidad.** - Como criterios de calidad y evaluación de la uniformidad de la iluminación en la vía se analizan el rendimiento visual en términos del coeficiente global de uniformidad  $U_0$  y la comodidad visual mediante el coeficiente longitudinal de uniformidad  $U_L$  (medido a lo largo de la línea central).

$$U_0 = \frac{L_{min}}{L_m}$$

$$U_L = \frac{L_{min}}{L_{max}}$$

**I) Coeficiente de iluminación en los alrededores.** -El coeficiente de iluminación en los alrededores (Surround Ratio, SR) es una medida de la iluminación en las zonas limítrofes de la vía. De esta manera se asegura que los objetos, vehículos o peatones que se encuentren allí sean visibles para los conductores. SR se obtiene calculando la iluminancia media de una franja de 5 m de ancho a cada lado de la calzada.



*Imagen N° 3*

*Fuente: CITCEA-UPC*

### **2.2.2 Lámparas y luminarias**

Las lámparas son los aparatos encargados de generar la luz. En la actualidad, en alumbrado público se utilizan las lámparas de descarga frente a las lámparas incandescentes por sus mejores prestaciones y mayor ahorro energético y económico. Concretamente, se emplean las lámparas de vapor de mercurio a alta presión y las de vapor de sodio a baja y alta presión.

Las luminarias, por contra, son aparatos destinados a alojar, soportar y proteger la lámpara y sus elementos auxiliares además de concentrar y dirigir el flujo luminoso de esta. Para ello, adoptan diversas formas aunque en alumbrado público predominan las de flujo asimétrico con las que se consigue una mayor superficie iluminada sobre la calzada. Las podemos encontrar montadas sobre postes, columnas o suspendidas sobre cables transversales a la calzada, en catenarias colgadas a lo largo de la vía o como proyectores en plazas y cruces.

## 1) Disposición de las luminarias en la vía

Para conseguir una buena iluminación, no basta con realizar los cálculos, debe proporcionarse información extra que oriente y advierta al conductor con suficiente antelación de las características y trazado de la vía. Así en curvas es recomendable situar las farolas en la exterior de la misma, en autopistas de varias calzadas ponerlas en la mediana o cambiar el color de las lámparas en las salidas.

En los tramos rectos de vías con una única calzada existen tres disposiciones básicas: unilateral, bilateral tresbolillo y bilateral pareada. También es posible suspender la luminaria de un cable transversal pero sólo se usa en calles muy estrechas.

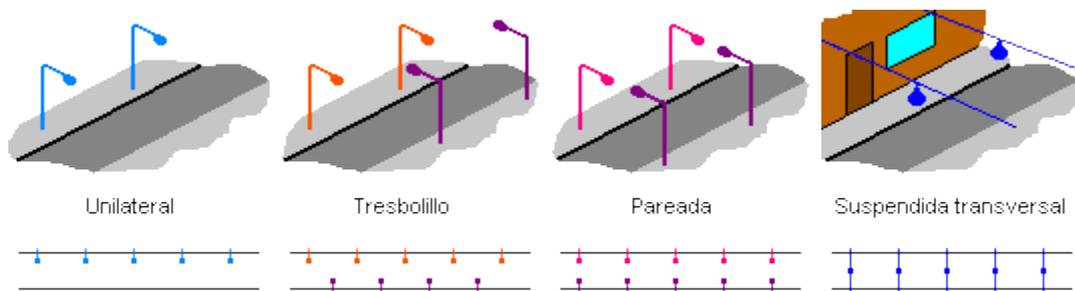


Imagen N° 4

Fuente: CITCEA-UPC

En el caso de tramos rectos de vías con dos o más calzadas separadas por una mediana se pueden colocar las luminarias sobre la mediana o considerar las dos calzadas de forma independiente. Si la mediana es estrecha se pueden colocar farolas de doble brazo que dan una buena orientación visual y tienen muchas ventajas constructivas y de instalación por su simplicidad. Si la mediana es muy ancha es preferible tratar las calzadas de forma separada. Pueden combinarse los brazos dobles con la disposición al tresbolillo o aplicar iluminación unilateral en cada una de ellas. En este último caso es recomendable poner las luminarias en el lado contrario a la mediana porque de esta forma incitamos al usuario a circular por el carril de la derecha.

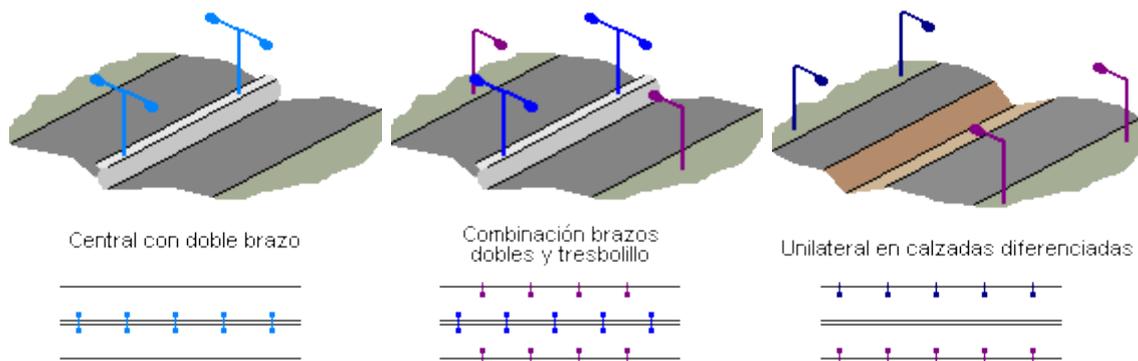


Imagen N° 5

Fuente: CITCEA-UPC

En tramos curvos las reglas a seguir son proporcionar una buena orientación visual y hacer menor la separación entre las luminarias cuanto menor sea el radio de la curva. Si la curvatura es grande ( $R > 300$  m) se considerará como un tramo recto. Si es pequeña y la anchura de la vía es menor de 1.5 veces la altura de las luminarias se adoptará una disposición unilateral por el lado exterior de la curva. En el caso contrario se recurrirá a una disposición bilateral pareada, nunca tresbolillo pues no informa sobre el trazado de la carretera.

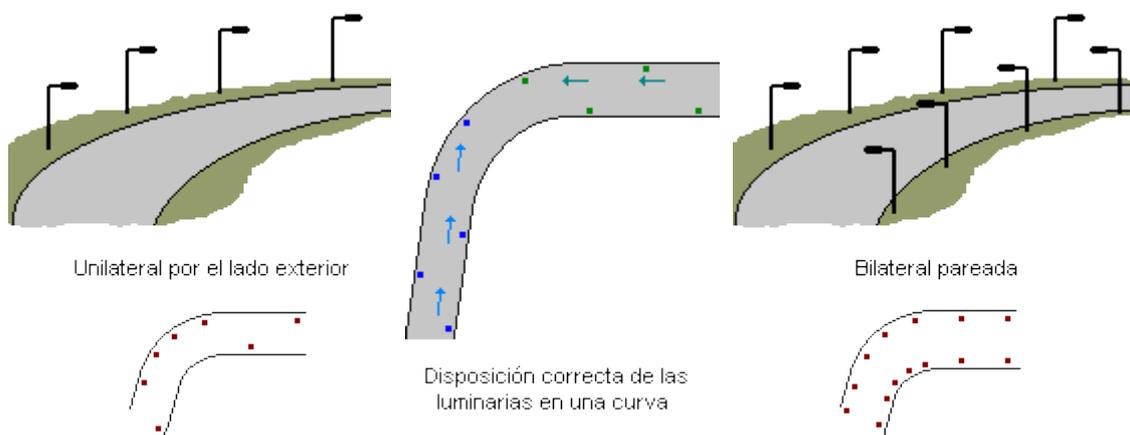


Imagen N° 6

Fuente: CITCEA-UPC

En cruces conviene que el nivel de iluminación sea superior al de las vías que confluyen en él para mejorar la visibilidad. Asimismo, es recomendable situar las farolas en el lado derecho de la calzada y después del cruce. Si tiene forma de T hay que poner una luminaria al final de la calle que termina. En las salidas de

autopistas conviene colocar luces de distinto color al de la vía principal para destacarlas. En cruces y bifurcaciones complicados es mejor recurrir a iluminación con proyectores situados en postes altos, más de 20 m, pues desorienta menos al conductor y proporciona una iluminación agradable y uniforme.

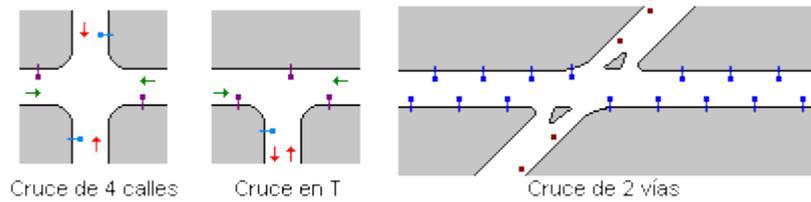


Imagen N° 7

Fuente: CITCEA-UPC

En las plazas y glorietas se instalarán luminarias en el borde exterior de estas para que iluminen los accesos y salidas. La altura de los postes y el nivel de iluminación serán por lo menos igual al de la calle más importante que desemboque en ella. Además, se pondrán luces en las vías de acceso para que los vehículos vean a los peatones que crucen cuando abandonen la plaza. Si son pequeñas y el terraplén central no es muy grande ni tiene arbolado se puede iluminar con un poste alto multibrazo. En otros casos es mejor situar las luminarias en el borde del terraplén en las prolongaciones de las calles que desemboca en esta.

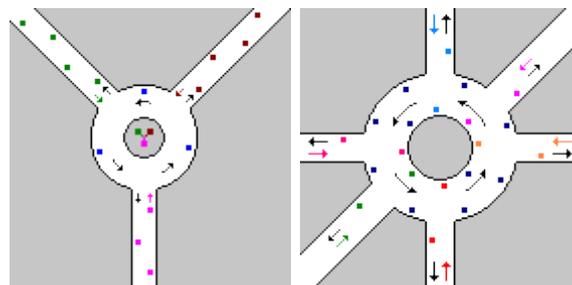


Imagen N° 8

Fuente: CITCEA-UPC

En los pasos de peatones las luminarias se colocarán antes de estos según el sentido de la marcha de tal manera que sea bien visible tanto por los peatones como por los conductores.

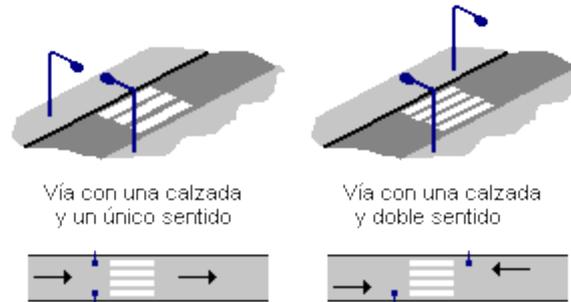


Imagen N° 9

Fuente: CITCEA-UPC

Por último, hay que considerar la presencia de árboles en la vía. Si estos son altos, de unos 8 a 10 metros, las luminarias se situarán a su misma altura. Pero si son pequeños las farolas usadas serán más altas que estos, de 12 a 15 m de altura. En ambos casos es recomendable una poda periódica de los árboles.

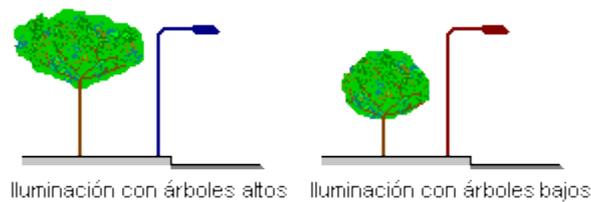


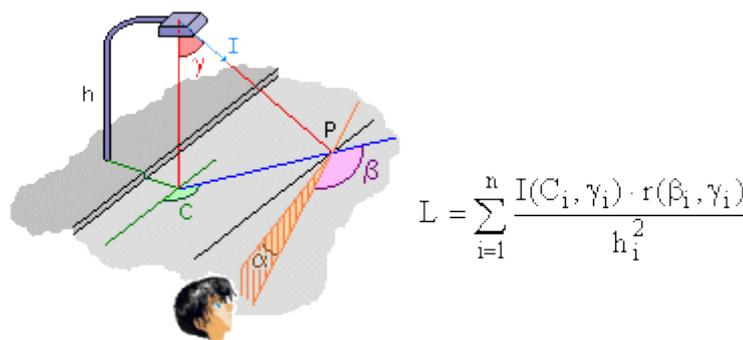
Imagen N° 10

Fuente: CITCEA-UPC

## 2) Cálculo de luminancias

La luminancia de un punto de la calzada que percibe un observador depende básicamente de la iluminancia recibida en dicho punto proveniente de las luminarias de la calle, de las características reflectantes del pavimento y de la posición del observador. Visto esto, y en especial teniendo en cuenta que los observadores, los usuarios de la vía, van variando su posición, resulta fácil comprender la dificultad de determinar las luminancias. Por ello, en la actualidad, el cálculo de luminancias está orientado al empleo de métodos numéricos ejecutados por ordenador.

Como ya sabemos, la luminancia de un punto de la calzada vista por un observador e iluminado por más de una luminaria se puede expresar como:



Luminancia de un punto de la calzada

Imagen N° 11

Fuente: CITCEA-UPC

Donde  $r(\beta, \gamma)$  es un factor que depende de las características reflectivas del pavimento.

Para efectuar los cálculos, el observador se sitúa 60 metros, en el sentido de la marcha, por delante de la primera fila de puntos que forman la partición que se ha realizado en la vía y a una altura de 1.5 m sobre el suelo.

Los métodos consisten en determinar las luminancias de los puntos de la calzada previamente escogidos. Una vez determinadas podremos calcular la

luminancia media y los factores de uniformidad de la calzada. Así comprobaremos si se cumplen los criterios especificados en las recomendaciones.

Existen métodos manuales para el cálculo de la iluminancia por el método del punto por punto aplicando gráficos (con diagramas iso-r e isocandela o con diagramas iso-q e isolux) pero están en desuso por ser métodos lentos, tediosos y poco fiables debido a que es fácil equivocarse durante su empleo.

### **3) Iluminancia (I)**

Indica la cantidad de luz que llega a una superficie y se define como flujo luminoso repartido sobre la superficie. Unidad: lux(lx)

### **4) Alumbrado complementario de vías públicas**

Es el alumbrado alimentado desde los suministros eléctricos de las edificaciones ubicadas a lo largo de una vía pública, cuyo costo de adquisición, instalación y operación podría estar a cargo de los propietarios de dichos locales, bajo responsabilidad comunal u otra forma de gestión o promoción.

### **5) Deslumbramiento.**

Condición de la visión en la cual se experimenta una molestia, o una reducción en la aptitud de distinguir los objetos, o ambas cosas simultáneamente, como resultado de una distribución desfavorable de la luminancia o de su escalamiento entre valores extremos muy diferentes, o como resultado de contrastes exagerados en el espacio y en el tiempo.

### **6) Factor de uniformidad general de luminancia**

Relación se la iluminación mínima de la superficie de la calzada a su luminancia máxima (L min/L máx.).

### **7) Factor de uniformidad longitudinal de luminancia**

Relación L min/L máx. Más pequeña medida sobre un eje longitudinal cualquiera de la calzada.

**8) Factor de uniformidad medida de luminancia (iluminancia)**

Relación de la luminancia (iluminancia) mínima de la superficie de la calzada a su luminancia (iluminancia) media.

$$\frac{L_{min}}{L_{med}} \qquad \frac{D_{min}}{D_{med}}$$

**9) Factor de uniformidad transversal de luminancia**

Relación L min/L máx. Más pequeña medida sobre un eje transversal cualquiera de la calzada.

### 2.2.3 Procedimiento de medición

En los casos en los cuales se efectuará las mediciones, el procedimiento de medición está descrito en el diagrama de flujo siguiente:

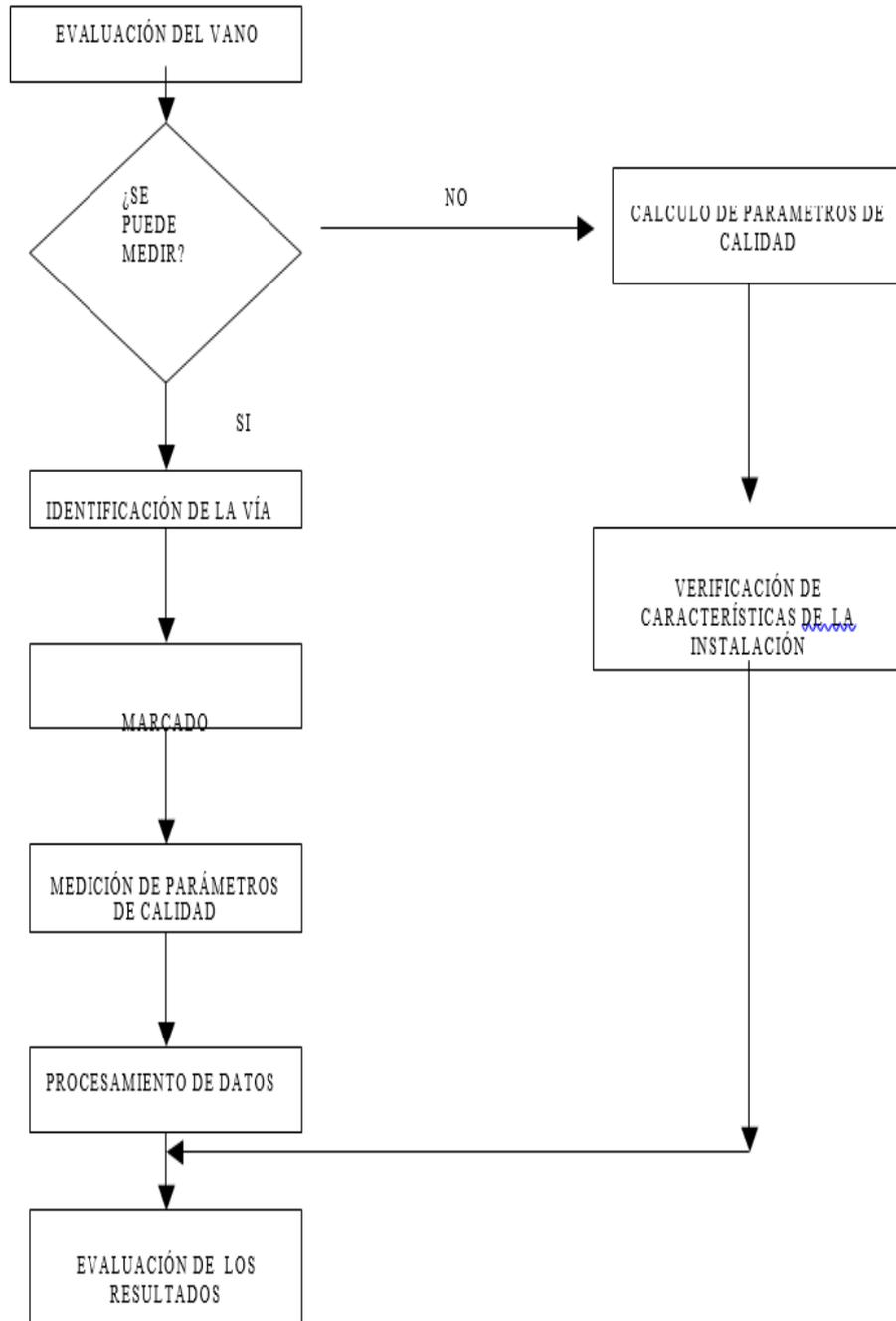


Imagen N° 12

Fuente : NORMA DE ALUMBRADO PUBLICO

### 2.2.3.1 Malla de medición

#### 1) Vías rectas

El marcado de la vía será de treinta puntos por carril, distribuidos de la siguiente manera (ver figura 12):

- a) **A lo ancho del carril.-** Se ubicarán tres puntos de la siguiente manera, el primero a un décimo ( $1/10C$ ) del ancho del carril, el segundo punto a un medio del ancho ( $1/2C$ ) del carril y el tercer punto a nueve décimos ( $9/10C$ ) del ancho del carril.
- b) **A lo largo del vano.-** Se ubicarán diez puntos de la siguiente manera, el primero al inicio del vano (a la altura del poste inicial del vano), el segundo punto a un décimo ( $1/10L$ ) de la distancia entre postes, el tercer punto a un quinto ( $1/5L$ ) de la distancia entre postes y así sucesivamente hasta llegar al punto número diez, que estará ubicado a nueve décimos ( $9/10L$ ) de la distancia entre postes

#### Malla de medición de 30 puntos para tramos



Imagen N° 13

Fuente: NORMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

El marcado de la vía por el método de quince puntos por carril está distribuido de la siguiente manera (ver Figura 13):

- a) **A lo ancho del carril.-** Tres puntos ubicados, el primero a un décimo ( $1/10C$ ) del ancho del carril, el segundo punto a un medio del ancho ( $1/2C$ ) del carril y el tercer punto a nueve decimos ( $9/10C$ ) del ancho del carril.
  
- b) **A lo largo del vano.-** Cinco puntos ubicados, el primero al inicio del vano (a la altura del poste inicial del vano), el segundo punto a un quinto ( $1/5L$ ) de la distancia entre postes, el tercer punto a dos quintos ( $2/5L$ ) de la distancia entre postes, el cuarto punto a tres quintos ( $3/5L$ ) de la distancia entre postes, el quinto punto estará ubicado a cuatro quintos ( $4/5L$ ) de la distancia entre postes.

### Malla de medición de 15 puntos para tramos rectos

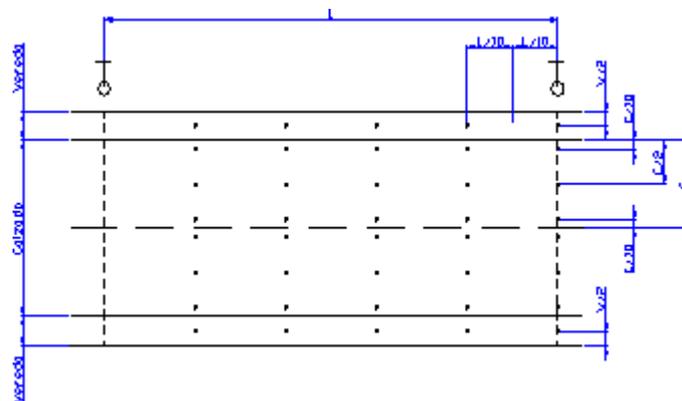


Imagen N° 14

Fuente: NORMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

## 2) Vías curvas

El marcado de la vía será de treinta puntos por carril y están distribuidos de la siguiente manera (ver Figura 14):

- c) **A lo ancho del carril.-** Se ubicarán tres puntos de la siguiente manera, el primero a un décimo ( $1/10C$ ) del ancho del carril, el segundo punto a un medio del ancho ( $1/2C$ ) del carril y el tercer punto a nueve décimos ( $9/10C$ ) del ancho del carril.
- d) **A lo largo del vano.-** Se ubicarán diez puntos de la siguiente manera, el primero al inicio del vano (a la altura del poste inicial del vano), el segundo punto a un décimo ( $1/10L$ ) de la distancia entre postes, el tercer punto a un quinto ( $1/5L$ ) de la distancia entre postes y así sucesivamente hasta llegar al punto número diez que estará ubicado a nueve décimos ( $9/10L$ ) de la distancia entre postes.

**FIGURA 3 Malla de medición de 30 puntos en tramos curvos**

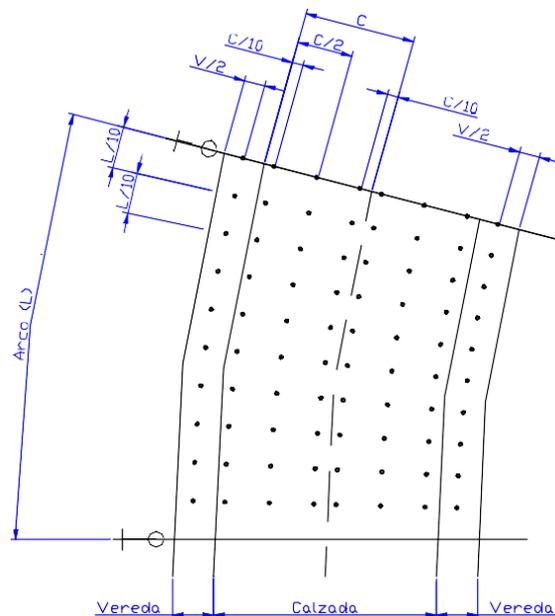


Imagen N° 15

Fuente: NORMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

### **2.2.3.2 Evaluaciones de iluminación**

#### **1) Área de evaluación**

El área de evaluación de las mediciones será el tramo o vano seleccionado de la vía, teniendo en cuenta lo especificado en el punto dos de la guía.

#### **2) Ubicación del sensor**

El sensor o fotocelda del iluminancímetro será colocado sobre un dispositivo que ubique a la fotocelda hasta una altura máxima de quince centímetros (0,15m) sobre el suelo y la mantenga horizontal.

#### **3) Ubicación del punto a medir**

El dispositivo con el sensor es colocado por el operario sobre el punto inicial marcado sobre el vano o tramo a medir.

La persona encargada de realizar la medición, registrará la lectura obtenida en el iluminancímetro.

Cada punto marcado en el vano será medido de igual forma.

#### **4) Cuidados en la medición**

Antes de iniciarse la medición, la persona encargada, debe calibrar el iluminancímetro de acuerdo a su manual de funcionamiento y verificar que esté funcionando correctamente.

La persona encargada de colocar el dispositivo con el sensor sobre el punto a medir, debe ubicarse a una distancia prudencial para no crear sombras sobre el

sensor y no obstruir la distribución luminosa.

La persona encargada de la medición antes de realizar la lectura, debe esperar que la lectura en el display del iluminancímetro se estabilice.

### 2.2.3.3 Cálculos

#### 1) Luminancia promedio

Es el promedio aritmético de todos los valores de luminancia medidos en un tramo o vano.

$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}$$

Donde:

$L_i$ : Luminancia en un punto de medición

$N$ : Número de puntos de medición

#### 2) Uniformidad media (U0)

Es el cociente entre de luminancia mínima del tramo de evaluación entre la luminancia promedio de los valores obtenidos en los puntos ubicados en la superficie a evaluar.

$$U_o = \frac{L_{min}}{\bar{L}}$$

Donde:

$L_{min}$ : Luminancia mínima en el tramo medido

$\bar{L}$  : Luminancia promedio del vano

#### 3) Uniformidad longitudinal (UL)

Es el cociente de la luminancia mínima entre la luminancia máxima de los valores obtenidos en los puntos ubicados en el eje del carril. La luminancia de la calzada será la menor de las uniformidades longitudinales calculadas.

$$U_L < U_{L_i} \text{ y } U_{L_i} = \frac{L_{MIN_i}}{L_{MAX_i}}$$

donde:

$U_L$	Uniformidad longitudinal de la calzada
$U_{L_i}$	Uniformidad longitudinal del i ésimo carril
$L_{MIN_i}$	Luminancia mínima del i ésimo carril
$L_{MAX_i}$	Luminancia máxima del i ésimo carril

#### 4) Iluminación promedio (E)

Es el promedio aritmético de todos los valores medidos en un tramo o vano.

$$\bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}$$

Donde:

$E_i$  = iluminación en un punto de medición

$N$  = número de puntos de medición

#### 5) Relación de alcance (SR)

Es el cociente de la iluminación promedio en las veredas (  $E_{Vi}$  ) entre la iluminación promedio de la mitad del carril adyacente (  $E_{Ci}$  ).

#### 6) Incremento umbral

El incremento umbral se obtiene a través de cálculos por computadora y asumiendo que la lámpara se encuentre nueva y que el factor de mantenimiento es 1.

### **2.2.3.4 Selecciones de medición**

#### **1) Medición de luminancia**

- Repetibilidad de las mediciones en cualquier punto de la escala utilizada.
- Las medidas deberán ser realizadas con un luminancímetro, con un ángulo de medición no mayor de 2 minutos vertical y entre 2 y 20 minutos horizontalmente.
- El instrumento deberá ser sensible a mediciones de luminancia de cerca de 0,1 cd/m<sup>2</sup> con un error no mayor de  $\pm 2\%$ .

#### **2) Medidores fotométricos de iluminación**

- Repetibilidad de las mediciones en cualquier punto de la escala utilizada.
- Deberán tener una alta sensibilidad
- Deberán tener una precisión no menor del  $\pm 2\%$ .
- Deberán tener una corrección efectiva del coseno hasta un ángulo de 80°.
- El coeficiente de sensibilidad con la temperatura deberá ser despreciable dentro del rango normal de temperaturas.
- Deberá de tener una suspensión que permita ajustar automáticamente la horizontal.
- Deberá ser capaz de medir niveles de iluminancia horizontal, o ubicarse en otros planos de medición requeridos.

- El fotómetro deberá ser ubicado de tal manera que el observador no produzca sombras y cubierto de la luz extraña que no será medida.

## **2.2.4 ESTRUCTURA DE ALUMBRADO PÚBLICO**

### **2.2.4.1 Lámparas**

#### **1) Lámparas fluorescentes**

Son lámparas de descarga en vapor de mercurio a baja presión. Producen radiaciones ultravioletas por el efecto de descarga que activa los polvos fluorescentes que contiene y transforma la radiación ultravioleta en radiación visible.

#### **2) Lámparas de vapor de mercurio a alta presión**

Las descargas de alta presión son más compactas y tienen mayores cargas eléctricas; por consiguiente, requieren tubos de descarga de arco hechos de cuarzo para soportar la presión y la temperatura. El tubo de descarga de arco va dentro de una envoltura exterior de vidrio con una atmósfera de nitrógeno o argón-nitrógeno para reducir la oxidación y el chisporroteo. La bombilla filtra eficazmente la radiación ultravioleta del tubo de descarga de arco.

#### **3) Lámparas de vapor de sodio a baja presión**

Está hecho de un vidrio contrachapado especial con una capa interior resistente al sodio. El tubo de descarga de arco tiene forma de “U” estrecha y va dentro de una envoltura exterior al vacío para asegurar la estabilidad térmica. Durante el cebado, el gas neón del interior de la lámpara produce un intenso resplandor rojo.

## LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO



### 4) Lámparas de vapor de sodio a alta presión

Son parecidas a las de mercurio de alta presión, pero ofrecen mejor eficiencia (más de 100 lúmenes/vatio) y una excelente constancia del flujo luminoso. La naturaleza reactiva del sodio requiere que el tubo de descarga de arco se fabrique con alúmina policristalina translúcida, ya que el vidrio o el cuarzo son inadecuados. El globo de vidrio exterior contiene un vacío para evitar el chisporroteo y la oxidación. La descarga de sodio no emite radiación ultravioleta, por lo que los revestimientos fosfóricos no tienen ninguna utilidad. Algunas bombillas son esmeriladas o revestidas para difuminar la fuente de luz.

### 5) Lámparas de mercurio con halógenos metálicos

Es posible mejorar el color y el rendimiento lumínico de las lámparas de descarga de mercurio añadiendo diferentes metales al arco de mercurio. La dosis es pequeña en cada lámpara y, a efectos de precisión en la aplicación, es más conveniente manejar los metales en polvo, en forma de haluros, que se disgrega cuando la lámpara se calienta y libera el metal. Una lámpara de haluro metálico puede utilizar varios metales diferentes, cada uno de los cuales emite un color característico específico.

## **6) Lámparas con descarga por inducción**

Recientemente han aparecido en el mercado lámparas que utilizan el principio de inducción. Son lámparas de mercurio de baja presión con revestimientos trifosfóricos y cuya producción de luz es similar a la de las lámparas fluorescentes. La energía se transmite a la lámpara por radiación de alta frecuencia, aproximadamente a 2,5 MHz, desde una antena situada en el centro de la lámpara. No existe conexión física entre la bombilla y la bobina. Sin electrodos u otras conexiones alámbricas, la construcción del recipiente de descarga es más sencilla y duradera. La vida útil de la lámpara se determina principalmente por la fiabilidad de los componentes electrónicos y la constancia del flujo luminoso del revestimiento fosfórico.

### **2.2.4.2 Luminarias**

Son los dispositivos que sirven de soporte y conexión entre la red eléctrica y las lámparas. Para que tengan un desempeño eficiente, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras. A nivel de óptica, las Luminarias son responsables del control y la distribución de la luz emitida por las lámparas. Es importante, pues, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios. Otros requisitos que debe cumplir las luminarias es que sean de fácil instalación y mantenimiento. Para ello, los materiales empleados en su construcción han de ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar la luminaria y mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento. Todo esto sin perder de vista aspectos no menos importantes como la economía o la estética.

## 1) Luminarias HID

Se utiliza comúnmente para iluminación exterior como lo son proyectores, Wall packs, alumbrado público y para estacionamientos.

En iluminación de naves industriales su aplicación ideal es cuando las áreas a iluminar son de muy alta temperatura y muy sucias, como lo son las áreas de fundición, soldadura, etc.



## 2) Fluorescentes

Se utilizan comúnmente en aplicaciones comerciales, oficinas, comercios, etc. y está entrando bastante fuerte en aplicaciones de alto montaje, como naves industriales y bodegas, ya que es una fuente confiable en cuanto a calidad de luz y vida útil, además tienen un considerable ahorro de energía contra las luminarias de HID.

## 3) Led

Este tipo de iluminación se utiliza comúnmente como iluminación de acento y decorativa ya que nos da una excelente gama de colores. Las nuevas generaciones de LED ya se están utilizando para proyectos de ahorro de energía en todo tipo de aplicaciones como los son: oficinas, vialidades e industriales. Ese tipo de tecnología nos provee un mayor ahorro en energía que las Fluorescentes y HID.



#### 4) Inducción

es un tipo de tecnología que a pesar de tener varios años de existencia no se había comercializado y aprovechado al máximo. Su principal característica es su larga vida (como la lámpara no genera un arco eléctrico). La vida que tiene es alrededor de 100,000 hrs (10 años) y sus aplicaciones más comunes son para vialidades y para naves industriales.



#### 2.2.4.3 Tipos de luminarias utilizadas en el proyecto

##### 1) CELSA



Imagen N° 16

Fuente: MANUAL-TECSUR

## 2) ROS



Imagen N° 17

Fuente: MANUAL-TECSUR

## 3) PHILIPS LIGHTING



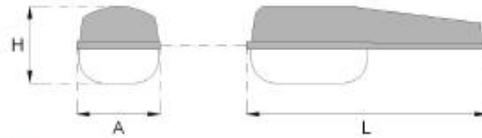
Imagen N° 18

Fuente: MANUAL-TECSUR



DESCRIPCIÓN GENERAL					
Matrícula	Código LDS	Modelo	Cubierta	Tipo de Lámpara	Potencia (W)
5564243 PHH	LP021	SRC-510-I, Espejo envolvente	Acrílica	VSAP	150

VSAP: Vapor de Sodio de Alta Presión

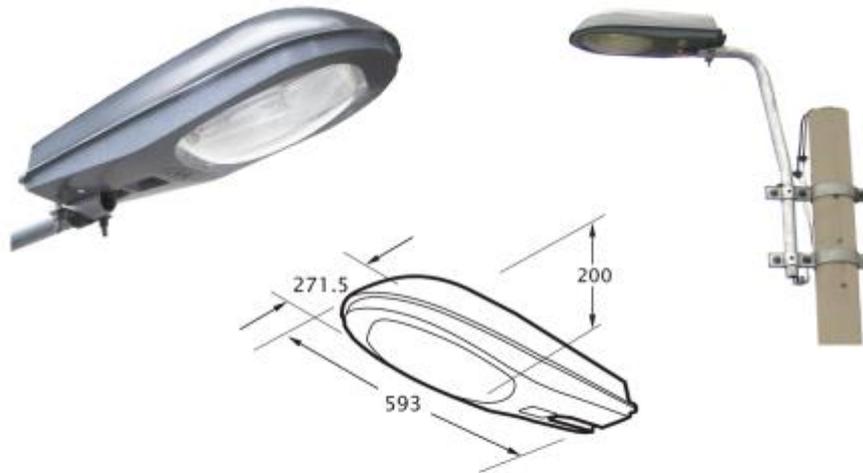


Dimensiones (mm)	
Largo (L)	578
Ancho (A)	295
Alto (H)	250

Imagen N° 19

Fuente: MANUAL-TECSUR

#### 4) JOSFEL



DESCRIPCIÓN GENERAL				
Código LDS	Modelo	Cubierta	Tipo de Lámpara	Potencia (W)
LJ020	Pallisa	Vidrio	VSAP	150

Imagen N° 20

Fuente: MANUAL-TECSUR



DESCRIPCIÓN GENERAL					
Matrícula	Código LDS	Modelo	Cubierta	Tipo de Lámpara	Potencia (W)
5564466 JOS	LJ041	BSH-100S	Polycarbonato	VSAP	400

VSAP: Vapor de Sodio de Alta Presión.

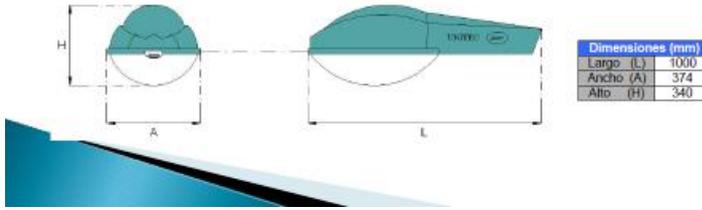


Imagen N° 21

Fuente: MANUAL-TECSUR

## 5) GE LIGHTING



DESCRIPCIÓN GENERAL					
Matrícula	Código LDS	Modelo	Cubierta	Tipo de Lámpara	Potencia (W)
5504426 GEL	LG011	Solans	Borosilicato Prismado	VSAP	70
	LG021	Solans	Borosilicato Prismado	VSAP	150

VSAP: Vapor de Sodio de Alta Presión.

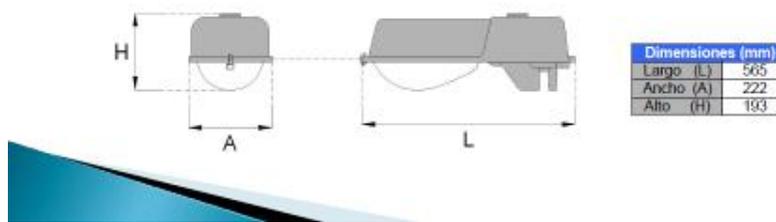


Imagen N° 22

Fuente: MANUAL-TECSUR

## 2.2.5 ELEMENTOS DE SOPORTE DE ALUMBRADO PÚBLICO

### 2.2.5.1 POSTES

Elemento básico que sirve de soporte de los demás elementos y que pueden ser de tipos como fierro, concreto armado centrifugado (CAC), fibra de vidrio etc. La altura y dimensiones de los postes están determinadas por el proyecto de iluminación que el especialista ha desarrollado para determinada calle o avenida. Los postes normalizados son de 7, 8, 9, 11, 13 y 15 metros de altura.

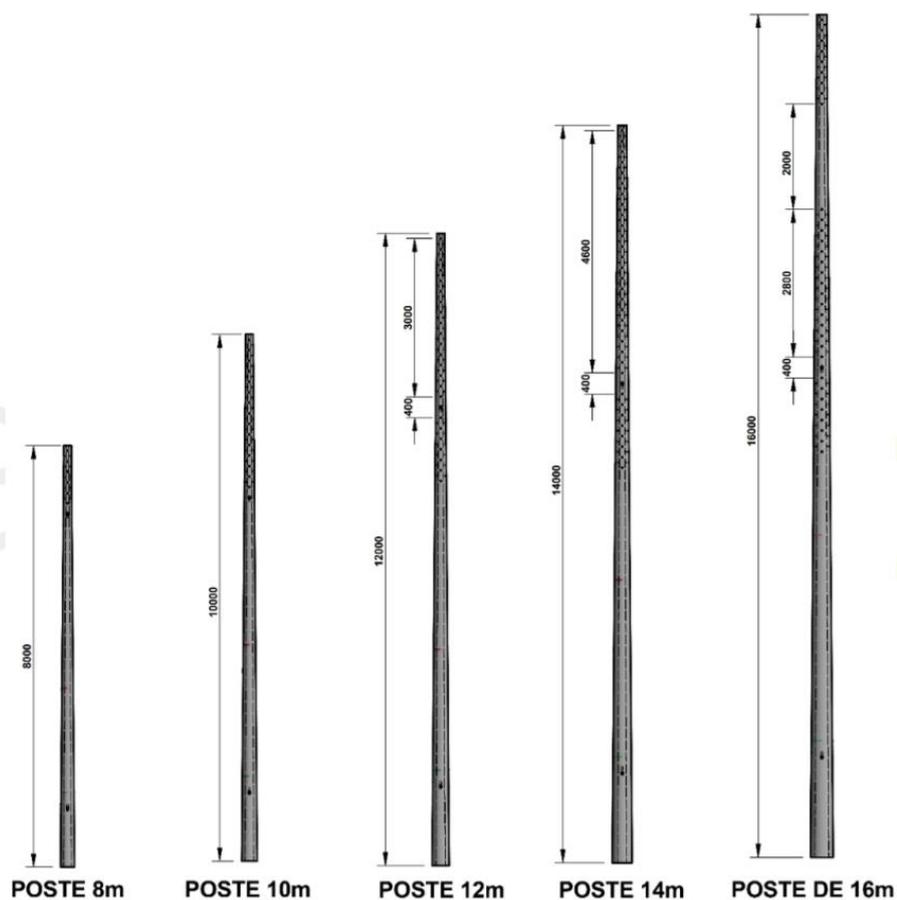


Imagen N° 23

## **2.2.5.2 MARCAS DE POSTES**

### **1) FABINCO S.A**

#### **Normas de fabricación**

- INDECOPI NTP 339.027: poste de concreto armado para líneas aéreas
- MEM: DGE 015-PD-1: poste, cruceta y ménsulas de concreto armado para redes de distribución

#### **USO**

Líneas de alumbrado público en red subterránea

#### **ESPECIFICACIONES**

- El recubrimiento mínimo de concreto sobre la estructura es de 15 mm. presentando el poste una superficie lisa y sin resanes.
- El coeficiente mínimo de seguridad, entre la carga de rotura nominal y la carga de trabajo, es de dos (2)
- Las condiciones de prueba de los postes, son:  
Empotramiento: 1/10 de su longitud, más 0.50 m. Punto de aplicación de las cargas de prueba: a 0.15 m. de la punta del poste.

## Descripción normalizada

- Longitud total (L1): Longitud total del poste.
- Carga de trabajo (F): Kilos de soporte de carga transversal en la punta del poste.
- Ø cima (pe), Ø base (be) : Diámetros en la punta y base, en mm.
- Tipo: Utilización: A.P. (Alumbrado Público)  
Ej.: Poste C.A.C. 7/100/120/225 C/Caja Alumbrado Público en Red Subterránea, con caja portafusiles.

## CARACTERISTICAS TECNICAS

DESCRIPCION	LONG. TOTAL L1 (m)	CARGA DE TRABAJO F (kgs)	DIAMETRO EN MM.				PUESTA A TIERRA A (m)	EMPOTRAMIENTO		ALTURA DE SEÑALIZ S (m)	UBICACIÓN MARCO PVC (m)
			EXTERIORES		INTERIORES			INST. BASE CONCRETO L2 (m)	INSPECCION Y PRUEBA L3 (m)		
			Punta Ø pe (mm)	Base Ø be (mm)	Punta Ø pi * (mm)	Base Ø bi (mm)					
POSTE C.A.C. 5/70/2/90/165	5	70	90	165	15	90	0.20	0.50	1.00	3	3.30
POSTE C.A.C. 6/70/2/90/180	6	70	90	180	15	105	0.30	0.60	1.10	3	3.40
POSTE C.A.C. 7/100/2/120/225	7	100	120	225	40	125	0.40	0.70	1.20	3	3.50
POSTE C.A.C. 8/200/2/120/240	8	200	120	240	40	140	0.50	0.80	1.30	3	3.70
POSTE C.A.C. 9/200/2/120/255	9	200	120	255	40	155	0.60	0.90	1.40	3	3.80
POSTE C.A.C. 10/200/2/120/270	10	200	120	270	40	165	0.70	1.00	1.50	3	4.00
POSTE C.A.C. 11/200/2/120/285	11	200	120	285	40	165	0.80	1.10	1.60	3	4.10
POSTE C.A.C. 12/200/2/120/300	12	200	120	300	40	185	0.90	1.20	1.70	3	4.20
POSTE C.A.C. 13/200/2/150/345	13	200	150	345	40	215	1.00	1.30	1.80	3	4.30
POSTE C.A.C. 13/300/2/180/375	13	300	180	375	40	215	1.00	1.30	1.80	3	4.30
POSTE C.A.C. 15/400/2/210/435	15	400	210	435	40	245	1.20	1.50	2.00	4	4.60
POSTE C.A.C. 18/400/2/255/525	18	700	255	525	40	245	1.50	1.80	2.30	5	
POSTE C.A.C. 20/700/2/270/570	20	700	270	570	40	300	1.70	2.00	2.50	5	5.00

\* Diámetro interior mínimo 40 mm. y máximo indicado en la tabla.

Imagen N° 24

Fuente: MANUAL-FABINCO

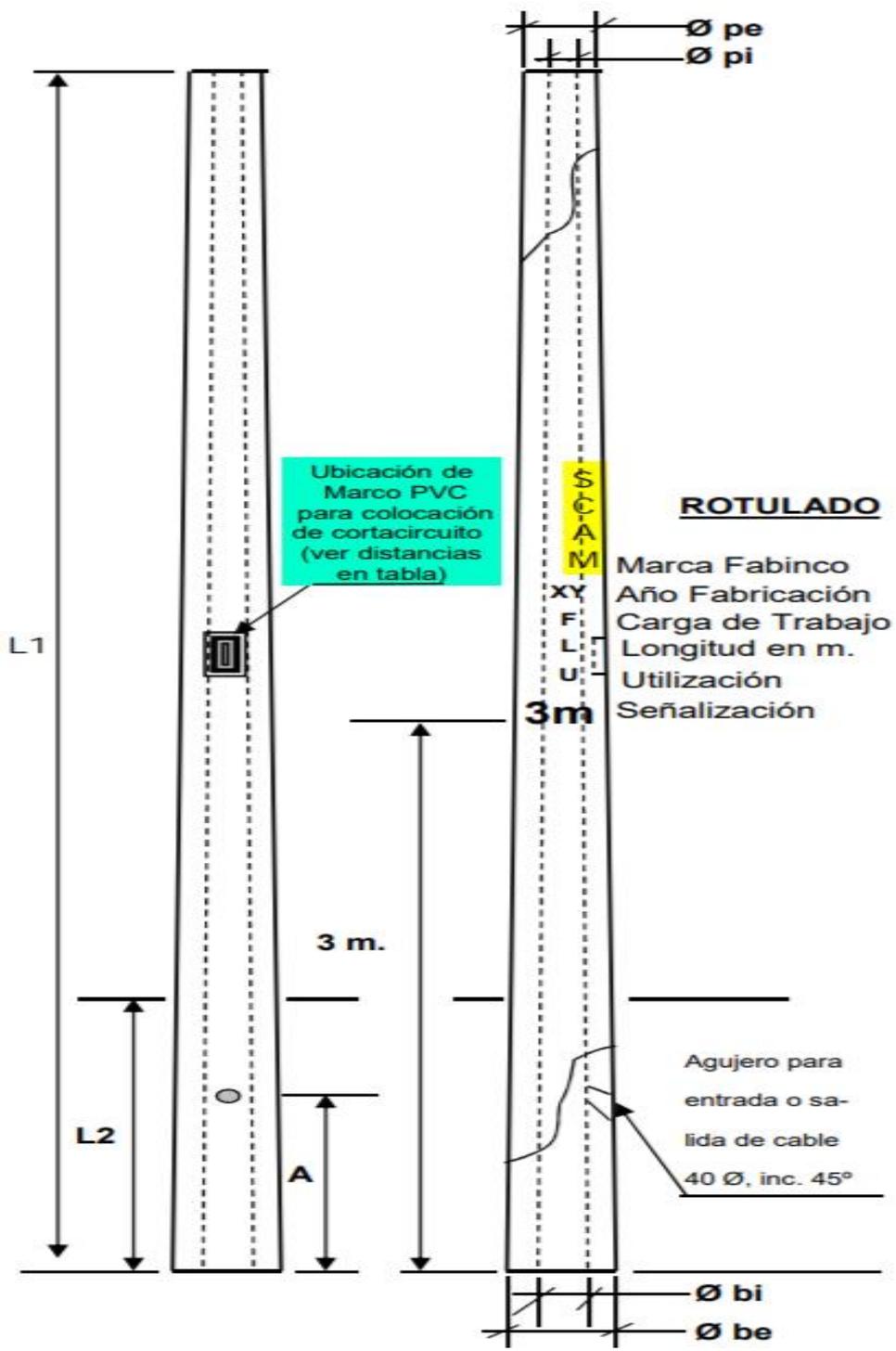


Imagen N° 25

## **2) PROMELSA**

### **postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio (P.R.F.V)**

La línea de postes de P.R.F.V. se desarrolló con la finalidad de cubrir necesidades importantes en la distribución como: La topografía compleja de nuestro país, el difícil acceso, los ambientes húmedos corrosivos de la selva amazónica, suelos y ambientes húmedos y salinos de playas y zonas costeras. Por lo que las ventajas de nuestros postes fueron la solución; el bajo peso, la facilidad en el transporte, una cimentación económica y fácil, la resistencia a la corrosión e intemperie. Los postes tienen una geometría circular troco-cónica continua. Son fabricados por métodos específicos, donde se combinan filamentos de fibra de vidrio en angulaciones bajas para soportar las cargas axiales, e hilos perpendiculares para soportar cargas de pandeo o colapso sobre el empotramiento. Disponibles en longitudes hasta 12 metros, en una sola pieza y hasta 24m en secciones embonables.

### **Vida útil**

Un poste de poliéster reforzado PRFV podría superar los 50 años de vida útil, ya que las resinas están formuladas para resistir los rayos UV e intemperie con un mantenimiento prácticamente nulo

### **Fabricados y aprobados**

Los postes se fabrican apegados a la norma ANSI C136.20-2008 y ASTM D4923-01, Nuestros sistemas de fabricación llamado embobinado continuo o filamentwinding en máquinas electrónicas nos proveen una gran flexibilidad en el desarrollo y producción de nuestros productos. Nuestros postes se prueban en un banco que simula el empotramiento del poste ejerciendo un esfuerzo desde 30cm de la cima el cual nos indica su comportamiento a flexión y rotura, lo que garantiza su diseño y desempeño en el campo de trabajo. La fuerza que se ejerce en la

prueba es del 50% de la carga de diseño en la cual se verifica la flexión inferior al 10% recuperando su estabilidad una vez eliminada la carga.

### **Resistencia a la intemperie**

Nuestros postes están probados según la norma ASTM G154 por más de 2500 horas, cumpliendo con criterios como, ningún cambio de color ni brillo, ningún craquelamiento o presencia de grietas, ninguna exposición de fibras de vidrio, y adicional en pruebas mecánicas según la norma ASTM D790 no existe cambio o deterioro en sus propiedades luego del envejecimiento acelerado. Cumpliendo la norma ANSI C136.20, sección 10.1

### **Resistencia a la intemperie**

Nuestros postes están diseñados y probados para resistir el fuego con una rata de quemado inferior a los 25,4mm/min, superando la clasificación HB según las normas ASTM D635 y UL-94 HB, cumpliendo con la norma ASTM D4923-01, sección 8.1.5. RESISTENCIA A LA FLEXION Y ROTURA Nuestros postes cumplen y sobrepasan las especificaciones de flexión y rotura, estas pruebas han sido certificadas por el INEN en varias auditorias de calidad para cumplir con el sello de calidad INEN, El cual certifica el permanente cumplimiento de la norma adoptada. Cumpliendo la norma ANSI C136.20, sección 10.2.1, 10.2.2, y la norma ASTM D4923-01, sección 8.1.2.2,8.1.1

### **Postes no conductivos**

Nuestros postes están producidos con materiales no conductivos como es la fibra de vidrio tipo E, y resinas poliéster modificadas, las mismas que confieren propiedades dieléctricas a nuestros postes, según la norma ASTM D149 con una rigidez > 2000 v/mm, estos no se combinan con ningún otro material lo que garantiza su dielectricidad cumpliendo con la norma

ASTM D4923-01, sección 8.1.6

## **Absorción de agua**

Absorción inferior a 0,6% según la norma ASTM D570

## **Ventajas**

- Bajo Peso
- Tiempos de instalación, costos de transporte y montaje más bajos (No necesita Grúa).
- Propiedades mecánicas y eléctricas estables.
- Disponibilidad en varios colores.
- Inmunes a Hongos y Bacterias.
- Anticorrosivos y resistentes a ambientes salinos (costas y playas).
- Flexibilidad en el diseño y propiedades mecánicas para aplicaciones especiales.
- Ambientalmente inerte, un material ecológico ya que evita la tala de árboles.
- Pájaros, insectos u otro animal no lo comen ni atacan.
- Métodos de fabricación electrónicos lo que garantiza estandarización en cada una de los productos.

### 2.2.5.3 PASTORALES

Es el elemento curvo que da el ángulo de la luminaria para la iluminación, el cual puede ser de concreto o metálico. La tendencia de los proyectistas es utilizar pastorales del tipo metálico por su facilidad en su instalación.

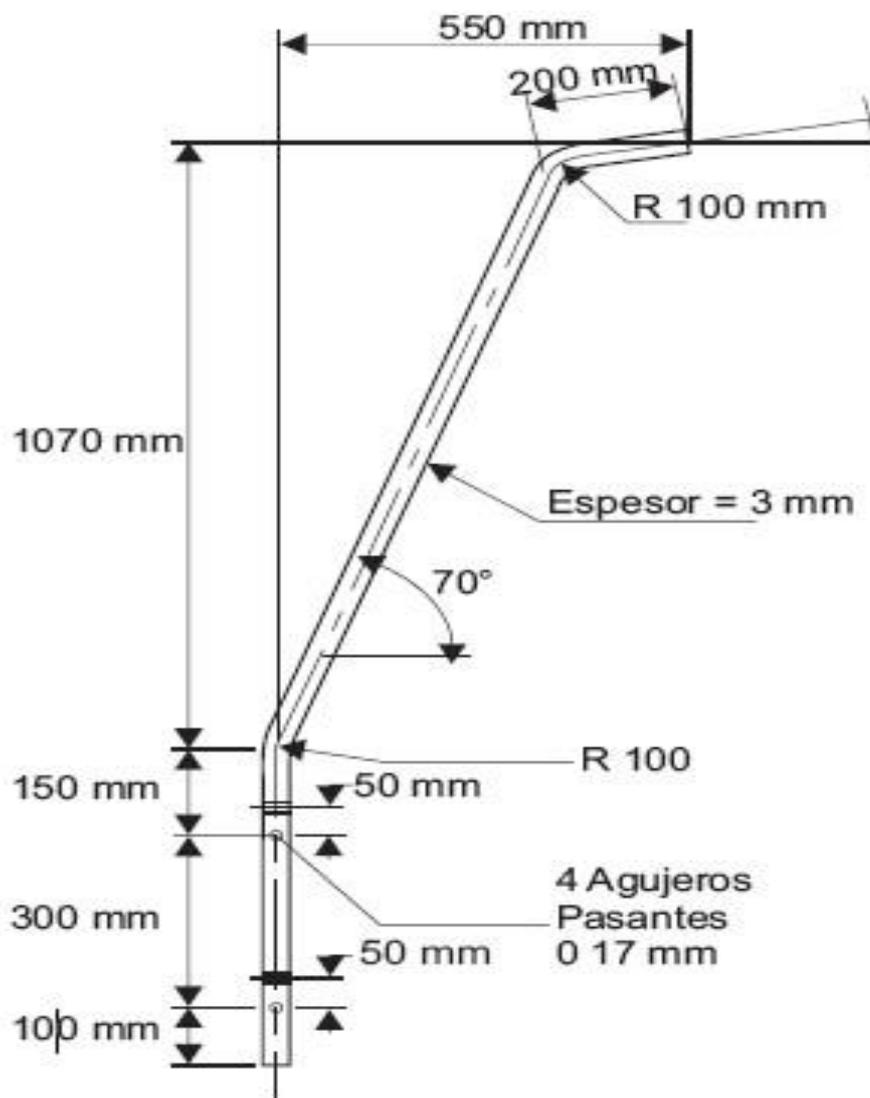


Imagen N° 26

## 2.2.5.4 MARCA DE PASTORALES

### 1) FABINCO S.A

#### Pastoral de concreto armado vibrado tipo parabólico

Normas de fabricación: INDECOPI NTP 339.027 y DGE 015-PD-1, en lo aplicable Sirven como soporte de luminarias en redes de alumbrado público, instalando en la punta de los postes para alumbrado de calles y avenidas secundarias o principales y en áreas verdes.

CARACTERÍSTICAS	UM	PS/1.50/1.30	PS/1.50/1.90	PD/1.50/1.30
Longitud de vuelo Nominal (Ln)	m	1.50		
Distancia vertical de punta de poste a tope de pastoral	m	1.30	1.90	1.30
Diámetro interior de embone	mm	120 - 150		
Recubrimiento de concreto	mm	15		
Carga de prueba vertical (V)	kg	30		
Carga de prueba horizontal	kg	20		
Coefficiente mínimo de seguridad		2.5		
Proceso de fabricación		VIBRADO		
Resistencia del concreto a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>	280		
Rotulado		Bajo relieve		
Peso aproximado	kg	45	60	70

PS = Pastoral Simple

PD = Pastoral Doble

Imagen N° 27

Fuente: MANUAL-FABINCO



Imagen N° 28

Fuente: MANUAL-FABINCO

## Pastoral de concreto armado vibrado tipo “C” recortados

NORMAS DE FABRICACION: INDECOPI NTP 339.027 y DGE 015-PD-1, en lo aplicable Sirven como soporte de luminarias en redes de alumbrado público, instalando en la punta de los postes para alumbrado de calles y avenidas secundarias o principales y en áreas verdes.

CARACTERISTICAS	UM	PS/0.50/ 0.25	PD/0.50/ /0.25	PT/0.50/ 0.25	PC/0.50/ 0.25
Longitud de vuelo Nominal (Ln)	m	0.50			
Distancia vertical de punta de poste a tope de pastoral	m	0.25			
Diámetro interior de embone	mm	125 - 135 - 155			
Recubrimiento de concreto	mm	15			
Carga de prueba vertical (V)	kg	60			
Carga de prueba horizontal	kg	15			
Coefficiente mínimo de seguridad		2.5			
Proceso de fabricación		VIBRADO			
Resistencia del concreto a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>	280			
Rotulado		Bajo relieve			
Peso aproximado	kg	25	30	35	40

Imagen N° 29

Fuente: MANUAL-FABINCO



Imagen N° 30

Fuente: MANUAL-FABINCO

## Pastoral de concreto armado vibrado tipo “C” largos

Normas de fabricación: INDECOPI NTP 339.027 y DGE 015-PD-1, en lo aplicable Sirven como soporte de luminarias en redes de alumbrado público, instalando en la punta de los postes para alumbrado de calles y avenidas secundarias o principales y en áreas verdes.

CARACTERÍSTICAS	UM	PS/1.30/ 0.90	PD/1.30/ /0.90	PT/1.30/ 0.90
Longitud de vuelo Nominal (Ln)	m	1.30		
Distancia vertical de punta de poste a tope de pastoral	m	0.90		
Diámetro interior de embone	mm	125 - 135 - 155		
Recubrimiento de concreto	mm	15		
Carga de prueba vertical (V)	kg	30		
Carga de prueba horizontal	kg	20		
Coefficiente mínimo de seguridad		2.5		
Proceso de fabricación		VIBRADO		
Resistencia del concreto a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>	280		
Rotulado		Bajo relieve		
Peso aproximado	kg	40	60	70

**PS** = Pastoral Simple

**PD** = Pastoral Doble

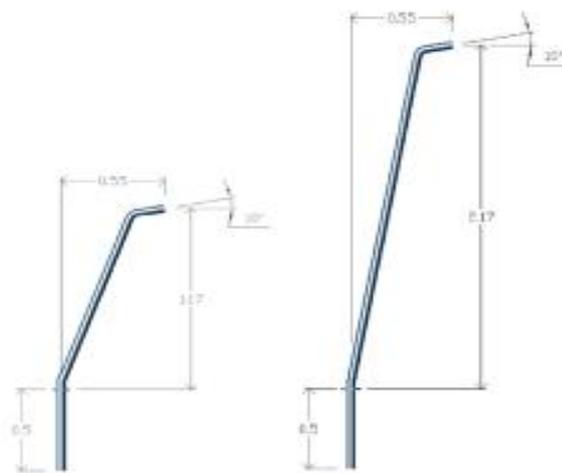
*Imagen N° 31*



*Imagen N° 32*

## 2.2.5.5 Tipos de pastorales utilizados en el proyecto

### 1) Pastoral chileno corto

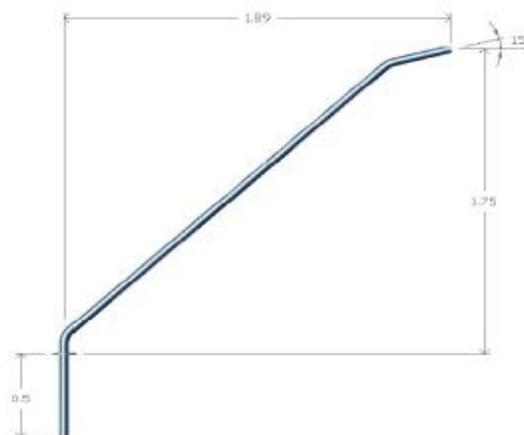


Matrícula	Código	Designación Normalizada	Nombre Común
5347205	PA01	PS / 0.55 / 1.17 / 1.5" φ	Chileno Corto
	PA0105	PS / 0.55 / 1.67 / 1.5" φ	
5347002	PA011	PS / 0.55 / 2.17 / 1.5" φ	
5347005	PA0115	PS / 0.55 / 2.57 / 1.5" φ	
5347208	PA012	PS / 0.55 / 3.17 / 1.5" φ	
5347210	PA0125	PS / 0.55 / 3.67 / 1.5" φ	
	PA013	PS / 0.55 / 4.17 / 1.5" φ	

Imagen N° 33

Fuente: MANUAL-TECSUR

### 3) Pastoral chileno largo



Matrícula	Código	Designación Normalizada	Nombre Común
5347212	PA20	PS / 1.89 / 1.75 / 1.5" φ	Chileno Largo
5347216	PA200	PS / 1.89 / 2.25 / 1.5" φ	
5347217	PA201	PS / 1.89 / 2.75 / 1.5" φ	
	PA2015	PS / 1.89 / 3.25 / 1.5" φ	
	PA202	PS / 1.89 / 3.75 / 1.5" φ	

Imagen N° 34

Fuente: MANUAL-TECSUR

#### 4) Pastoral "3x1"



Matrícula	Código	Designación Normalizada	Nombre Común
5347005	PA02	PS / 1.00 / 3.00 / 1.5" e	"3 X 1"
5347062	PA0205	PS / 1.00 / 3.50 / 1.5" e	
5347007	PA021	PS / 1.00 / 4.00 / 1.5" e	
5347060	PA0215	PS / 1.00 / 4.50 / 1.5" e	

Imagen N° 35

Fuente: MANUAL-TECSUR

#### 5) Pastoral JP "JOSE PARDO"



Matrícula	Código	Designación Normalizada	Nombre Común
5347022	PA03	PS / 1.50 / 1.90 / 1.5" e	JP " José Pardo"
5347088	PA0305	PS / 1.50 / 2.50 / 1.5" e	
5347090	PA031	PS / 1.50 / 3.00 / 1.5" e	
5347092	PA0315	PS / 1.50 / 3.50 / 1.5" e	
5347008	PA0320	PS / 1.50 / 4.00 / 1.5" e	
5347094	PA0325	PS / 1.50 / 4.50 / 1.5" e	

Imagen N° 36

Fuente: MANUAL-TECSUR

## 6) PASTORAL TIPO MORA

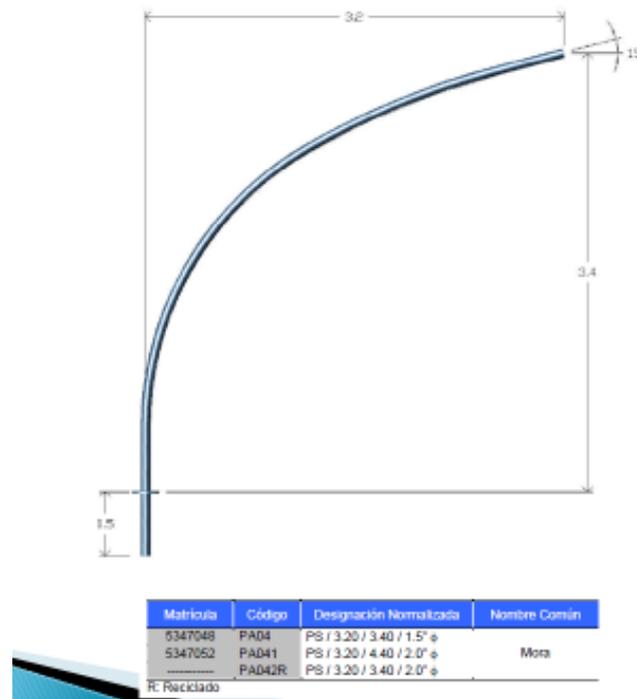


Imagen N° 37

Fuente: MANUAL-TECSUR

## 7) PASTORAL TIPO MORA DOBLE

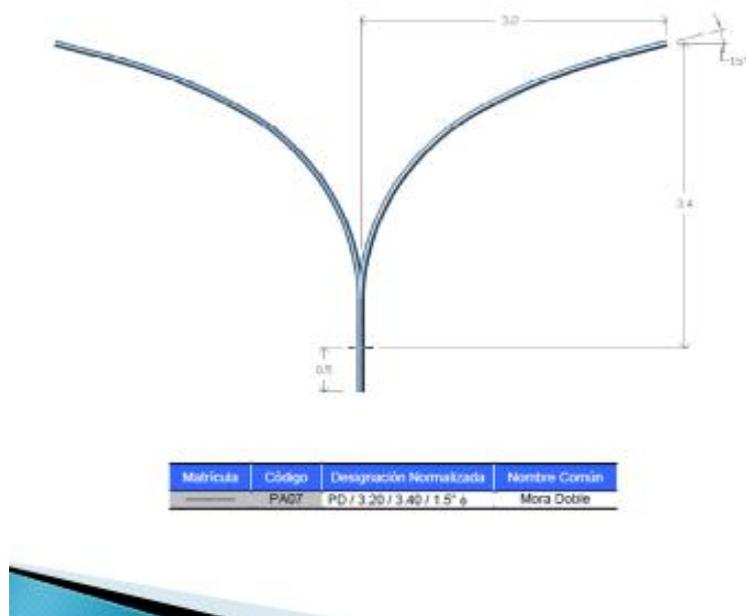


Imagen N° 38

Fuente: MANUAL-TECSUR

## 8) PASTORAL TIPO JP RECTO

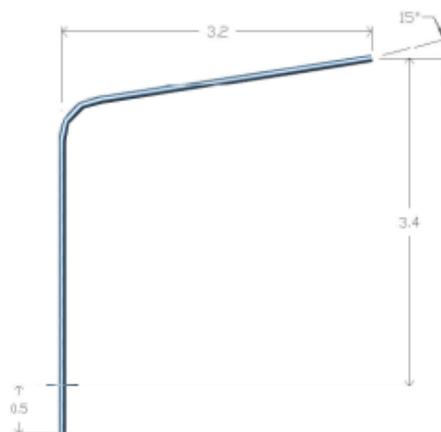


Matrícula	Código	Designación Normalizada	Nombre Común
-----	PA31	PS / 1.50 / 1.90 / 1.5° e	JP Recto

Imagen N° 39

Fuente: MANUAL-TECSUR

## 9) PASTORAL MORA RECTO



Matrícula	Código	Designación Normalizada	Nombre Común
-----	PA41	PS / 3.20 / 3.40 / 1.5° e	Mora Recto

Imagen N° 40

Fuente: MANUAL-TECSUR

## 10) PASTORAL PARABOLICO DOBLE

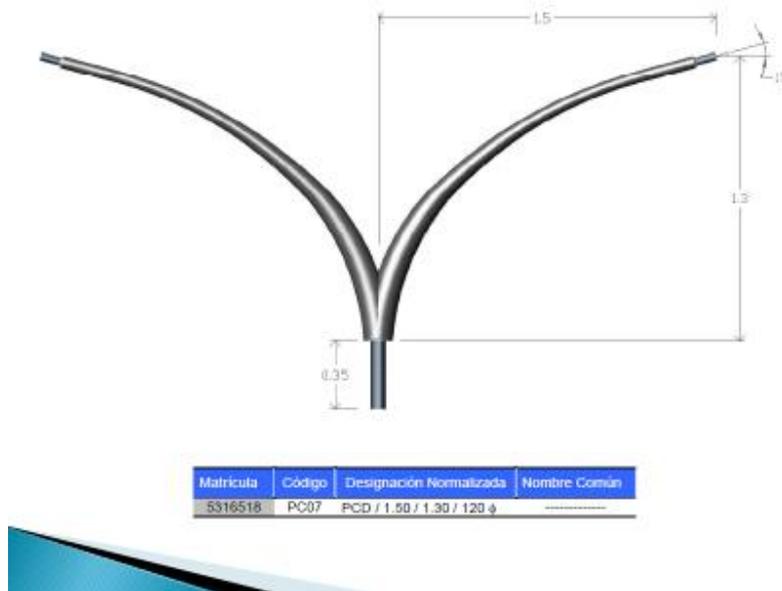


Imagen N° 41

Fuente: MANUAL-TECSUR

## 11) PASTORAL TIPO COBRA

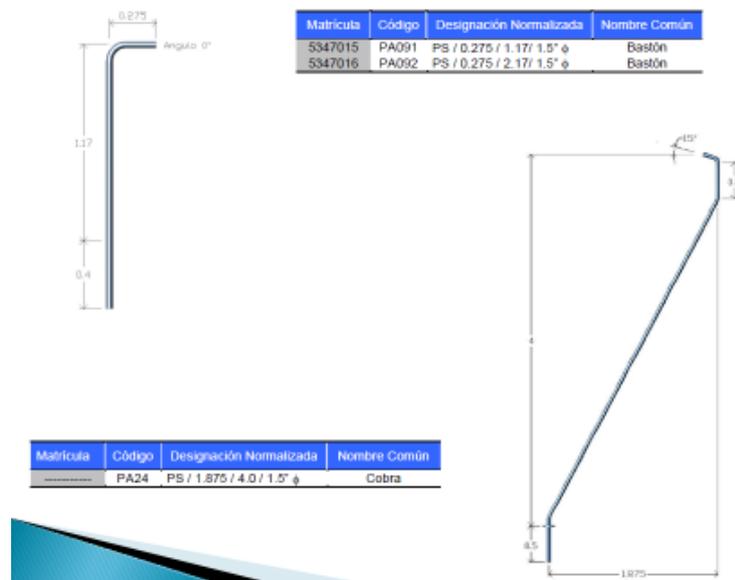


Imagen N° 42

Fuente: MANUAL-TECSUR

## 2.3 Términos básicos

### 2.3.1 Características de postes BT

- 1) **Base:** plano o sección transversal extrema en la parte inferior del poste.
- 2) **Carga de rotura:** es aquella que aplicada a 20 cm de la cima, produce el colapso estructural del poste por fluencia del acero, por aplastamiento del concreto o por ambas causas simultáneamente.
- 3) **Carga de servicio o de trabajo:** carga máxima a la cual puede ser sometido el poste sin que se presenten deformaciones superiores a las establecidas en esta especificación, siendo aplicada en sentido normal al eje, a 20 cm de la cima.
- 4) **Centrifugado:** procedimiento en el cual se ha sometido a la fuerza centrífuga el poste recién vaciado, con el fin de producir la compactación del concreto.
- 5) **Cima:** plano o sección transversal en la parte extrema superior del poste.
- 6) **Coefficiente de seguridad:** factor por el cual se mayor la carga de trabajo o de servicio para obtener la carga de rotura.
- 7) **Colapso:** condición que se presenta cuando el poste, bajo la acción de la carga aplicada, experimenta deformaciones sin incrementos de carga, causadas por la fluencia del acero y que puede ocasionar el aplastamiento del concreto en la zona del poste sometida a compresión
- 8) **Concreto armado o reforzado:** concreto estructural reforzado con barras de acero corrugado que trabajan principalmente a la tracción, que actúan de forma conjunta, con el fin de contrarrestar los esfuerzos producidos por las cargas actuantes.
- 9) **Concreto pretensado:** concreto estructural que se le han transferido esfuerzos de compresión mediante cables previamente tensados, con el fin de reducir los esfuerzos potenciales de tracción en el concreto causados por las cargas actuantes.
- K) **Conicidad:** relación entre la diferencia de los diámetros de cima y de base, y la longitud del poste.
- 10) **Deformación permanente:** flecha residual registrada una vez ha dejado de actuar la carga de trabajo sobre el poste.

**11) Deformación (flecha):** desplazamiento que experimenta la cima del poste, por acción de la carga, medido normalmente al eje longitudinal del poste desde su posición inicial, sin ninguna carga.

**12) Equipotencializar:** es el proceso, práctica o acción de conectar partes conductoras de las instalaciones, equipos o sistemas entre sí o a un sistema de puesta a tierra, mediante una baja impedancia, para que la diferencia de potencial sea mínima entre los puntos interconectados. Fisura: hendidura (quiebre o fractura) que se forma en el concreto reforzado y que tiene un ancho menor a 1 mm en la superficie del mismo.

**O) Grieta:** hendidura (quiebre o fractura) que se forma en el concreto reforzado y que tiene un ancho mayor a 1 mm en la superficie del mismo.

**13) Longitud de empotramiento (LE):** distancia entre la sección de empotramiento y la base del poste.

**14) Longitud total (H):** distancia entre la cima y la base del poste. Perforación: agujero que se realiza en el poste utilizado para la fijación de elementos o para descender el cable bajante de puesta a tierra.

**15) Plano transversal:** sección perpendicular al eje longitudinal del poste  
Recubrimiento de la armadura: distancia mínima especificada, que debe existir entre el borde o superficie de cualquier elemento metálico de la armadura y la superficie interior y exterior del poste.

**16) Sección de empotramiento:** plano transversal del poste, al nivel del piso, donde se produce el máximo momento flector por efecto de las cargas aplicadas.

**17) Refuerzo:** acero en barras, alambre o cables, colocado para absorber los esfuerzos generados por las cargas aplicadas al poste, en conjunto con el concreto.

**18) Vibrado:** sistema de compactación del concreto mediante aparatos vibratorios de alta frecuencia. Adicionalmente, aplican todas las definiciones contenidas en la norma NTC 1329, RETIE y las que las modifiquen o sustituyan.

### **2.3.2 Características de lámparas BT**

#### **1) *Intensidad luminosa y tipo de luminaria (reproducción cromática)***

Las lámparas utilizadas deben adaptarse a las necesidades de uso. La demanda lumínica de emplazamientos turísticos no es la misma que en puntos únicamente de tráfico, por lo que las necesidades de intensidad y tipo de luz en estos emplazamientos no es la misma. Tener presente estas diferencias debe permitir reducir la demanda energética total y optimizar la potencia instalada.

#### **2) *Calidad energética de las lámparas (eficiencia)***

No todos los tipos de lámparas presentan el mismo rendimiento energético. Hacer una correcta selección de las lámparas (dentro de la misma función), teniendo en cuenta el rendimiento (lumen/W), puede derivar en un ahorro energético importante.

#### **3) *Zonificación***

Establecer cuál es el área que se necesita iluminar permite optimizar las potencias de las lámparas y, por lo tanto, reducir el consumo.

#### **4) *Duración de la vida económica***

Las lámparas presentan una reducción del rendimiento con el tiempo (lumen/potencia). Tener presente esta variación de propiedades y establecer un óptimo (económico y energético) en la sustitución de lámparas debe permitir un mejor rendimiento del sistema lumínico.

### **5) Factores que determinan el confort visual**

Los requisitos que un sistema de iluminación debe cumplir para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual son los siguientes

- Iluminación uniforme
- Luminancia óptima
- Ausencia de brillos deslumbrantes
- Condiciones de contraste adecuadas
- Colores correctos
- Ausencia de luces intermitentes o efectos estroboscópicos

### **6) Niveles de iluminación**

El nivel de iluminación se mide con un luxómetro que convierte la energía luminosa en una señal eléctrica, que posteriormente se amplifica y permite una fácil lectura en una escala de lux calibrada. Al elegir un cierto nivel de iluminación para un puesto de trabajo determinado, deberán estudiarse los siguientes puntos

- La naturaleza del trabajo
- La reflectancia del objeto y de su entorno inmediato
- Las diferencias con la luz natural y la necesidad de iluminación diurna,
- La edad del trabajador.

### 2.3.3 Tipos de alumbrado

**TABLA I**

Tipo de vía	Tipo de alumbrado	Función	Características del tránsito y la vía
Expresa	I	-Une zonas de alta generación de tránsito con alta fluidez -Accesibilidad a las áreas urbanas adyacentes mediante infraestructura especial (rampas)	-Flujo vehicular ininterrumpido. - Cruces a desnivel. -No se permite estacionamiento. -Alta velocidad de circulación, mayor a 60 km/h. -No se permite paraderos urbanos sobre la calzada principal. -No se permite vehículos de transporte urbano, salvo los casos que tengan vía especial.
Arterial	II	-Une zonas de alta generación de tránsito con media o alta fluidez - Acceso a las zonas adyacentes mediante vías auxiliares.	-No se permite estacionamiento. -Alta y media velocidad de circulación, entre 60 y 30 km/h. -No se permiten paraderos urbanos sobre la calzada principal. -Volumen importante de vehículos de transporte público.
Colectora 1	II	-Permite acceso a vías locales	-Vías que están ubicadas y/o atraviesan varios distritos. Se considera en esta categoría las vías principales de un distrito o zona céntrica. -Generalmente tienen calzadas principales y auxiliares. -Circulan vehículos de transporte público.
Colectora 2	III	-Permite acceso a vías locales	-Vías que están ubicadas entre 1 o 2 distritos. -Tienen 1 o 2 calzadas principales pero no tienen calzadas auxiliares. -Circulan vehículos de transporte público.
Local Comercial	III	-Permite el acceso al comercio local	-Los vehículos circulan a una velocidad máxima de 30 km/h. -Se permite estacionamiento. -No se permite vehículos de transporte público. - Flujo peatonal importante.
Local Residencial 1	IV	-Permite acceso a las viviendas	-Vías con calzadas asfaltadas, veredas continuas y con flujo motorizado reducido. -Vías con calzadas asfaltadas pero sin veredas continuas y con flujo motorizado muy reducido o nulo.
Local Residencial 2	V	-Permite acceso a las viviendas	-Vías con calzadas sin asfaltar. -Vías con calzadas asfaltadas, veredas continuas y con flujo motorizado muy reducido o nulo.

Vías peatonales	V	-Permite el acceso a las viviendas y propiedades mediante el tráfico peatonal	- Tráfico exclusivamente peatonal.
-----------------	---	---	------------------------------------

FUENTE: NORMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

Para proyectos en provincias, se deben considerar normas correspondientes. En todo caso, el proyectista deberá coordinar con el concesionario y la municipalidad respectiva la viabilidad de construcción, estipulados en dichos dispositivos municipales.

#### **2.3.4 Estándares de calidad de alumbrado público**

Toda instalación de alumbrado público debe cumplir, como mínimo, con los niveles de alumbrado para tráfico motorizado, tráfico peatonal y áreas públicas recreacionales, desde la etapa de diseño como en el control de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, la fiscalización por parte de la Autoridad y reclamaciones que pudieran realizar los usuarios.

Requerimiento para el diseño y la puesta en operación de nuevas instalaciones:

Para las nuevas instalaciones, así como para su diseño de iluminación, se consideran en la superficie de la vía, los niveles de luminancia, iluminancia e índices de control de deslumbramiento establecidos en la Tabla II, de acuerdo al tipo de alumbrado que corresponde a la vía, conforme al numeral 2 de la presente Norma.

La identificación de los tipos de calzada se realizará de acuerdo al siguiente cuadro:

**TABLA II**

<b>Tipo de superficies</b>	<b>Tipo de calzada</b>
Revestimiento de concreto	Clara
Revestimiento de asfalto	oscura
Superficies de tierra	Clara

FUENTE: NORMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

**TABLA III**

**Niveles de luminancia, iluminancia e índice de control de deslumbramiento**

<b>Tipo de alumbrado</b>	<b>Luminancia media revestimiento seco</b>	<b>Iluminancia media (lux)</b>		<b>Índice de control de deslumbramiento</b>
		<b>Calzada clara</b>	<b>Calzada oscura</b>	
	<b>( cd/m<sup>2</sup>)</b>			<b>( G)</b>
I	1,5 – 2,0	15 – 20	30 – 40	≥ 6
II	1,0 – 2,0	10 – 20	20 – 40	5 - 6
III	0,5 – 1,0	5 – 10	10 – 20	5 - 6
IV		2 – 5	5 – 10	4 - 5
V		1 – 3	2 – 6	4 - 5

FUENTE: NORMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

### 2.3.5 Uniformidades de luminancia e iluminancia

La repartición de luminancia e iluminancia debe ser lo suficientemente uniforme para que todo obstáculo destaque por su silueta, cualquiera que sea la posición del observador.

En ambos casos, se respetarán los valores que a continuación se señalan en las Tablas IV y V:

**Tabla IV**

#### **Uniformidad de luminancia**

Tipo de alumbrado	Uniformidad Longitudinal	Uniformidad media
I	$\geq 0,70$	$\geq 0,40$
II	$\geq 0,65$	$\geq 0,40$

FUENTE: NORMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

**Tabla V**

#### **Uniformidad media de iluminancia**

Tipo de Alumbrado	Uniformidad media
III	0,25 - 0,35
IV , V	$\geq 0,15$

FUENTE: NORMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

La iluminación de las veredas no deberá ser inferior al 20% de la iluminación media de la calzada.

- Los estándares de calidad fijados en las Tablas II, III y IV deben verificarse en el momento de la puesta en operación comercial de las nuevas instalaciones de alumbrado de vías públicas.
  
- El control de calidad que se exija en los asentamientos humanos (AAHH) que se encuentren en cerros y cuyas vías no están afirmadas, o sea dificultoso el desplazamiento de vehículos rodantes, o la calzada presente ondulaciones, solo será el parámetro iluminancia media para el tipo de vía que corresponde. Conforme vayan mejorando las vías, les será de aplicación la Tabla II.
  
- Requerimiento para el control de la calidad del alumbrado y reclamaciones de los usuarios.
  
- Los niveles mínimos de alumbrado para efecto del control de la calidad del alumbrado de vías públicas, para la aplicación de la NTCSE y reclamaciones de usuarios, son las que se indica en la Tabla II.
  
- Todo cambio de color de la calzada obliga que la iluminación de ésta se ajuste a los estándares vigentes que le corresponde.

## CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO

### 3.1 Modelos de solución propuesto

#### 3.1.1 Antes del proyecto

Para este proyecto la empresa eléctrica TECSUR S.A tiene conocimiento de los distintos metodos de mediciones ; sin embargo debido a la orden de la consecionaria LUZ DEL SUR, se tiene la obligacion de trabajar con el metodo de los 30 puntos (fig.12)

Tecsur al ser una empresa ejecutadora de las obras de luz del sur , se enfoca en los datos obtenidos en las mediciones de la manera siguiente:

- 1.- Luz del sur manda un tramo respectivo a medir especificando el tipo de vía a medir.
- 2.- Tecsur evalúa el área teniendo en cuenta la vía y las restricciones que puede haber en la zona.
- 3.- Tecsur pone en marcha su trabajo.
- 4.- Se comienza a trabajar en hora nocturna.
- 5.- Se señala toda el área dividiendo la zona en 30 puntos, tanto carril derecho e izquierdo.
- 6.- Con el luxómetro se tiene los datos tomados en campo.
- 7.- Dichos datos son entregados a luz del sur.
- 8.- Los datos son procesados y evaluados por luz del sur teniendo en cuenta ya establecido un programa que arrojar si está en modo correcto o incorrecto actualmente el alumbrado público.

9.- Luz del sur al tener los datos manda al departamento de proyectos, para diseñar la mejora de toda la vía analizada

10.- Al tener luz del sur el proyecto de mejora ya establecido, manda a tecsur a ejecutar dicha mejora en el alumbrado público.

### Imagen antes del proyecto

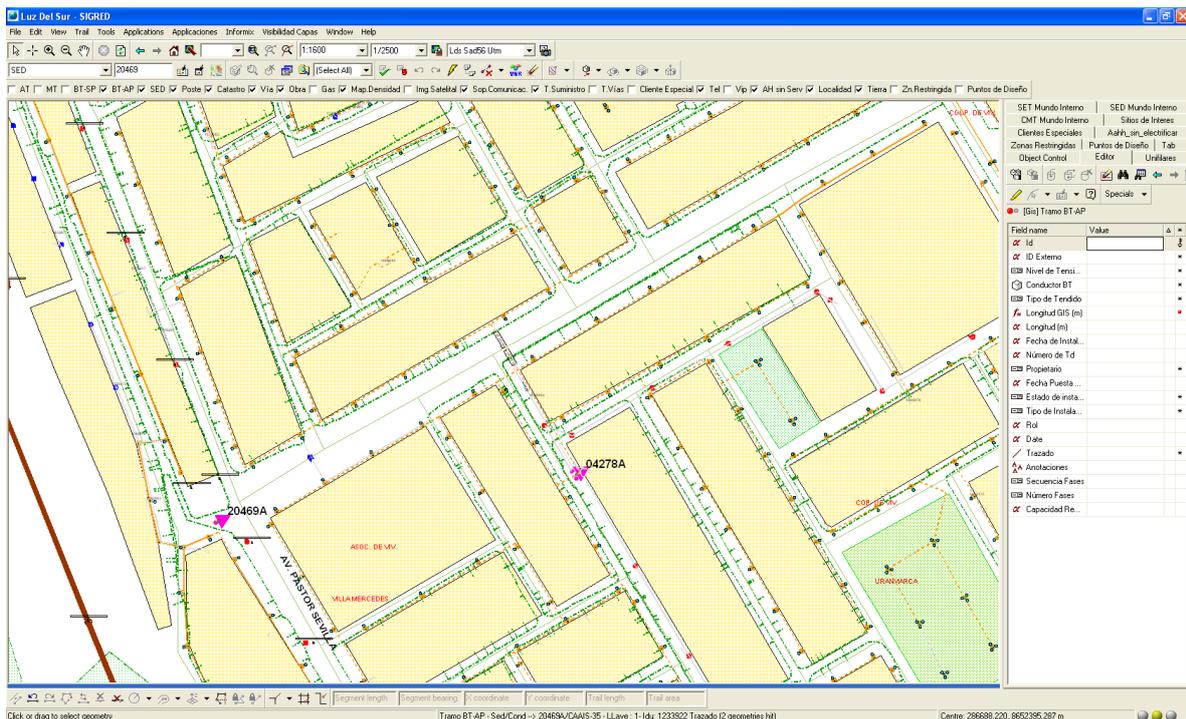


Imagen N° 43

FUENTE: TECSUR

Según en la imagen N°41 observamos que existían un proyecto de alumbrado público ya ejecutada en el año 1998 que constaba de iluminación masiva pero sólo en los bordes de la vía con lámparas de 150 Watts; sin embargo en el transcurso del tiempo dicha proyecto no abastecía a toda la vía tanto para el transito vehicular y peatonal.

## DATOS DE CAMPO ANTES DEL PRPYECTO:

Sec. Via	Codigo del Punto	Lectura de Medic	Medic de Supn	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30		
12392	291001194	I	3	O	20.30	28.00	18.60	27.48	24.20	15.75	13.20	26.99	28.00	15.00	12.00	15.75	25.45	15.75	25.45	12.95	18.60	14.50	17.40	19.20	15.75	14.50	11.36	20.00	13.50	26.99	25.35	13.20	11.36	24.20	
12392	291001194	I	3	O	22.00	28.45	28.54	22.25	28.54	22.25	22.25	25.35	15.40	18.60	17.90	23.84	18.60	15.40	12.95	23.84	17.58	23.20	18.30	12.95	16.85	23.84	22.10	20.30	28.00	14.50	16.45	24.20	22.10	15.45	22.25
12392	291001195	I	3	O	23.70	18.60	18.10	17.58	25.35	14.50	25.35	18.60	15.50	16.85	28.00	25.35	18.50	18.50	14.50	15.45	28.99	20.10	19.20	17.58	22.25	28.00	20.90	20.60	14.50	17.90	28.00	21.70	22.00	22.25	
12392	291001196	I	3	O	15.75	15.45	23.84	15.40	17.58	25.35	26.99	16.60	28.54	22.25	13.20	13.20	18.60	18.50	12.48	25.35	16.85	20.10	20.10	17.40	15.75	12.48	21.80	20.90	24.20	18.60	17.40	23.40	21.30	28.54	
12392	291001197	I	3	O	15.75	25.35	22.25	25.35	18.60	16.00	17.90	13.20	24.20	18.95	14.50	28.54	15.45	23.30	28.54	13.20	13.20	15.00	22.10	19.20	22.25	12.95	17.40	21.20	14.50	14.50	13.50	13.50	20.80	19.99	
12392	291001208	I	3	O	28.00	13.20	21.80	17.40	13.20	14.50	28.00	21.80	19.50	14.50	21.00	12.48	21.80	22.80	13.20	28.54	19.20	25.50	15.00	19.00	15.75	14.50	13.20	21.50	26.99	19.00	14.50	15.45	16.85	23.84	
12392	291001210	I	3	O	18.70	14.50	16.45	27.48	18.95	28.45	28.00	15.45	12.48	12.95	15.45	14.50	13.20	18.95	13.20	14.50	28.99	12.48	12.95	14.50	14.50	25.35	22.25	21.80	13.50	17.58	19.00	28.00	28.54	18.60	
12392	291001095	I	3	O	15.80	28.00	28.50	15.45	17.58	13.20	16.85	26.99	27.80	23.84	23.84	16.45	15.45	11.36	24.20	12.95	14.50	25.45	27.70	16.85	14.50	14.50	13.20	22.10	19.10	17.40	15.75	13.20	15.00	23.84	
12392	291001096	I	3	O	12.90	12.95	16.00	26.99	25.35	12.95	25.35	17.40	18.80	18.60	17.90	22.25	15.00	19.60	20.50	13.50	22.25	25.45	20.20	28.00	25.35	15.45	16.45	22.40	17.40	14.50	18.95	13.20	22.30	22.30	
12392	291001140	I	3	O	19.20	13.20	19.20	13.20	17.40	19.00	13.20	20.20	14.50	15.00	28.00	28.45	21.10	28.45	19.00	18.60	18.19	21.90	16.00	13.50	25.45	27.70	22.60	15.75	14.50	26.80	17.58	23.70	22.25	22.25	
12392	291001141	I	3	O	16.85	17.90	12.48	21.50	24.30	12.95	13.50	16.45	16.85	28.45	23.00	17.40	14.50	19.00	18.60	17.90	19.00	19.00	17.40	28.00	19.99	14.50	13.20	21.00	18.95	13.20	17.90	18.95	14.50	16.45	
12392	291001135	I	3	O	28.00	25.35	22.25	14.50	17.40	20.00	26.99	23.84	26.99	13.20	17.00	25.45	18.95	14.50	17.90	28.00	17.40	14.50	14.50	16.45	15.45	17.90	17.40	14.50	12.95	16.85	21.00	15.00	14.50	18.95	
12392	291001159	I	3	O	15.75	17.90	19.19	15.45	13.20	15.00	19.19	12.95	18.95	17.90	19.70	17.40	15.75	17.58	17.40	26.00	14.50	28.00	19.98	25.35	17.58	17.90	25.35	22.25	28.54	15.00	16.85	28.54	18.95	14.50	
12392	291012968	I	3	C	19.20	16.00	25.45	16.45	23.84	15.45	15.60	15.75	14.50	14.60	13.20	15.50	18.60	13.50	15.50	19.19	23.84	18.95	11.36	14.00	28.45	28.54	28.54	22.25	17.20	28.45	15.80	12.48	14.50	18.20	
12392	291012967	I	3	C	21.50	25.35	17.58	19.99	24.20	24.60	23.84	15.00	13.20	23.30	29.60	15.60	15.00	25.45	22.90	17.90	16.10	18.95	15.75	17.90	25.45	16.80	12.48	21.00	21.50	14.50	17.40	18.60	15.00	21.20	
12392	291012965	I	3	C	11.30	28.00	25.45	19.20	16.60	19.00	24.20	25.35	21.20	18.60	22.25	28.45	18.60	17.40	20.00	13.20	17.90	29.60	22.25	21.80	17.40	17.40	28.45	13.20	23.30	17.40	13.50	28.45	12.95	24.40	
12392	291013037	I	3	O	12.95	18.60	27.48	18.60	13.20	14.50	19.19	12.48	18.60	17.00	20.10	17.58	16.85	24.60	22.25	16.85	18.95	14.50	15.45	25.70	26.99	21.00	15.45	15.00	12.48	25.35	13.20	18.95	26.99	16.45	
12392	291013038	I	3	O	13.20	19.19	14.50	28.54	18.95	15.00	16.85	22.25	14.50	22.25	22.80	18.95	15.00	12.48	13.20	19.20	15.45	19.99	17.40	17.90	28.54	15.00	14.50	28.54	26.99	17.90	18.95	14.50	17.40	15.75	
12392	291013031	I	3	O	19.20	13.20	28.45	12.95	13.20	19.00	17.40	16.45	15.45	28.54	17.40	15.45	22.25	28.45	13.20	17.40	25.35	17.40	25.45	17.90	14.50	13.20	17.40	24.20	25.45	14.50	18.60	15.00	28.00	13.20	
12392	291013046	I	3	O	14.50	15.75	22.25	26.99	23.84	14.50	19.19	12.95	19.00	28.45	23.70	25.45	13.20	16.45	28.45	28.00	17.90	22.25	26.60	17.90	22.25	17.90	18.95	24.10	19.00	21.00	13.20	22.25	22.40	19.00	
12392	291013045	I	3	O	19.00	27.48	14.50	18.60	25.45	17.40	14.50	25.35	14.50	17.58	18.95	13.20	19.00	14.50	28.54	15.40	21.00	15.45	18.95	13.20	18.60	18.95	19.99	15.00	13.20	21.00	13.50	28.00	12.95	13.20	
12392	291013029	I	3	O	14.50	15.75	28.80	19.00	19.99	22.25	19.45	17.58	19.00	25.45	27.48	17.58	17.48	27.48	19.20	18.60	14.50	12.95	13.50	25.45	16.85	27.48	14.50	14.50	28.54	13.20	13.20	13.50	26.40	19.20	

Imagen N° 44

FUENTE: TECSUR

## EVALUANDO LOS DATOS:

Usando la formula detallada por la NORMA DE ALUMBRADO detallada en la pag.24

Tenemos:

Formula general:

$$\bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}$$

Remplazando en la formula los datos obtenidos antes del proyecto:

$$\bar{E} = \frac{20.3 + 28 + 18.60 + 18.75 + 13.20 + 26.99 + 28.00 + 15.00 + \dots + 19.20}{660}$$

$$\bar{E} = 19.26 \text{ lux}$$

### **3.1.2 Después del proyecto**

Después de analizar todos los datos entregado a LUZ DEL SUR , este se encarga de replantear un proyecto para la mejora de la vía, ya sea cambiando las lámparas y luminarias o haciendo todo un nuevo tendido de alumbrado público de la manera siguiente:

- 1.- Se recepciona el plano de replanteo que detalla el nuevo tendido de alumbrado.
  
- 2.- TECSUR evalúa la zona teniendo en cuenta las ventajas y desventajas del lugar.
  
- 3.- Se ejecuta el trabajo.
  
- 4.- Se hace un tendido de alumbrado público que es alimentada de la subestación cercana.
  
- 5.- Se instala los nuevos postes de lámparas de 400w con doble pastoral en medio de la vía.
  
- 6.- Terminado este proyecto a fin de mes se realiza nuevamente las mediciones ya mencionadas.
  
- 7.- Se entrega a LUZ DEL SUR los nuevos datos obtenidos.
  
- 8.- LUZ DEL SUR hace la conformidad de los datos ya que son positivos.

## Imagen después del proyecto

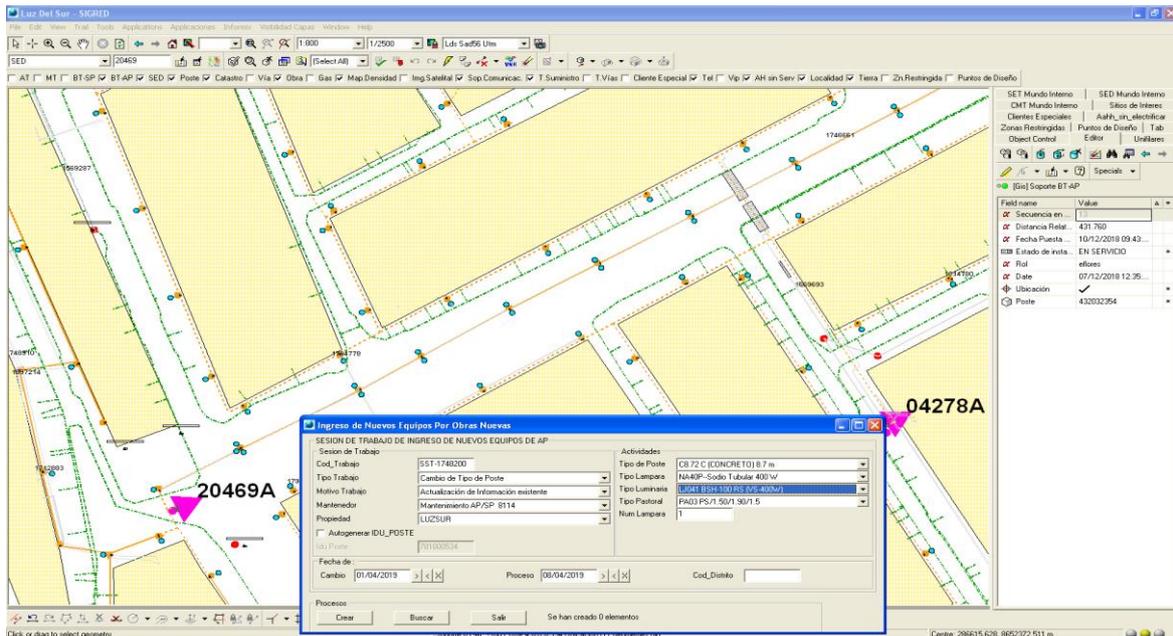


Imagen N° 45

FUENTE: TECSUR

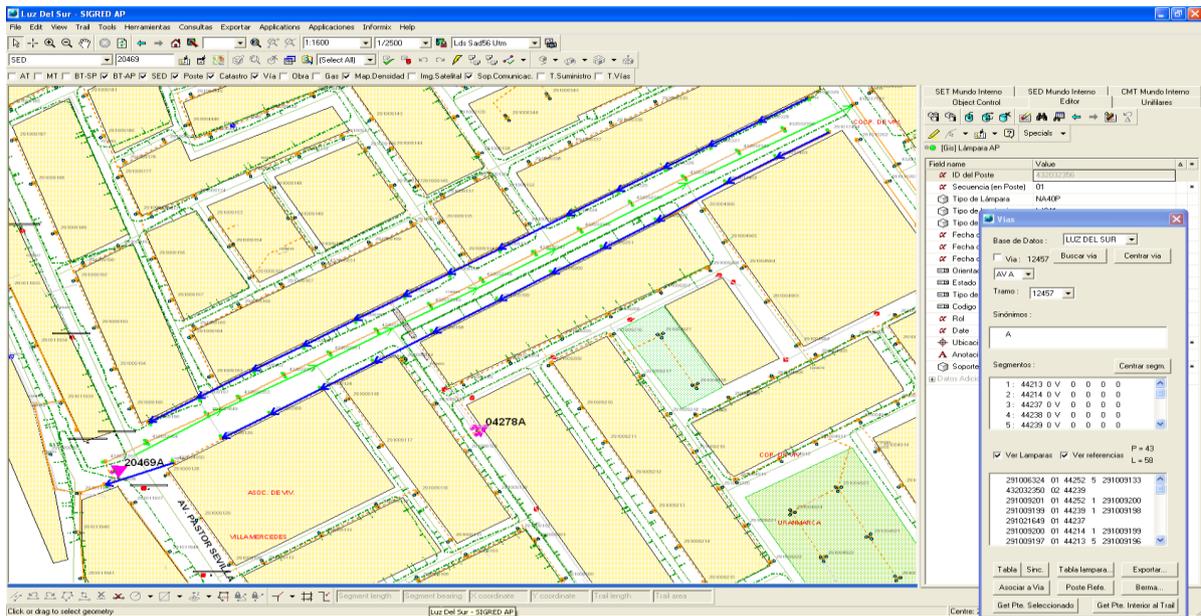


Imagen N° 46

FUENTE: TECSUR

Según la imagen N° 44, observamos que al realizar el proyecto de alumbrado queda una instalación de postes con lámparas y luminarias de 400 watts en toda la vía que viene alimentada de la subestación 20469A .

## DATOS DE CAMPO DESPUES DEL PRPYECTO:

Sec/Via	Codigo del Poste	Lecturas de	Método de Medida	Tipo de Medida	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30
12392	432622589	1	3	O	37.30	37.30	38.50	32.00	44.60	37.30	32.00	32.00	32.00	48.60	32.00	37.30	32.00	32.00	43.30	37.30	70.50	37.30	14.50	45.50	37.30	32.00	68.50	32.00	46.80	38.50	37.30	32.00	32.00	47.50
12392	432656568	1	3	O	38.50	34.50	11.20	15.40	33.50	38.50	36.60	18.20	15.40	36.60	37.30	38.30	18.80	15.40	37.30	14.50	39.50	20.20	18.30	38.50	32.00	41.10	22.10	20.10	38.00	32.00	44.30	24.20	22.10	39.20
12392	431232585	1	3	O	37.30	39.70	16.10	19.10	42.30	32.00	39.50	16.60	15.50	41.20	32.00	38.90	18.50	18.50	40.80	32.00	38.80	20.10	19.20	39.50	14.50	39.20	20.90	20.10	38.50	37.30	39.40	21.70	22.00	37.50
12392	436959989	1	3	O	32.00	32.00	13.20	15.40	35.50	32.00	38.60	16.60	16.60	39.20	37.30	36.50	18.60	18.50	40.80	32.00	41.10	20.10	28.10	42.20	37.30	44.30	21.90	20.90	45.50	33.50	47.30	23.40	21.30	47.40
12392	436960297	1	3	O	37.30	48.50	41.50	26.00	44.30	38.50	32.00	40.20	24.20	43.20	14.50	14.50	38.60	23.30	43.00	37.30	14.50	39.60	22.10	42.50	14.50	37.30	36.10	21.20	42.50	32.00	32.00	35.30	50.80	42.50
12392	431214657	1	3	O	38.50	49.50	21.80	17.40	54.70	32.00	32.00	21.80	19.50	32.00	32.00	32.00	21.80	22.80	32.00	32.00	32.00	25.50	26.60	59.20	32.00	32.00	26.90	30.10	32.00	38.50	32.00	28.00	33.50	37.30
12392	432698985	1	3	O	28.63	37.30	43.20	41.50	32.00	38.50	32.00	40.10	38.50	50.50	28.63	32.00	38.50	38.60	45.50	32.00	32.00	38.50	34.20	41.50	37.30	34.50	32.10	32.10	36.20	74.80	48.50	30.00	31.40	33.50
12392	4326987498	1	3	O	32.00	37.30	28.50	27.80	32.00	32.00	48.50	28.00	27.80	37.30	32.00	44.20	27.60	27.50	52.50	38.50	40.80	27.00	27.70	50.20	48.50	38.80	26.80	27.50	49.10	39.40	36.20	25.20	27.20	47.40
12392	432156985	1	3	O	37.30	34.50	34.50	15.40	15.50	32.00	32.00	39.50	18.80	18.80	32.00	37.30	45.50	19.60	20.50	78.50	32.00	48.50	20.20	22.20	14.40	32.00	55.60	22.10	22.30	14.50	32.00	68.30	22.30	22.30
12392	432125477	1	3	O	38.60	35.30	19.20	32.20	32.00	37.30	33.20	20.20	32.60	62.50	50.70	30.20	21.10	32.80	32.00	44.50	28.80	21.90	33.10	32.00	39.60	27.70	22.60	33.00	51.10	26.80	25.30	23.70	33.00	46.80
12392	433698988	1	3	O	24.33	32.00	39.50	21.50	24.30	38.50	56.20	45.50	32.00	31.30	35.00	66.20	55.60	30.20	36.60	93.10	14.50	32.00	36.20	38.20	32.00	85.50	34.50	39.90	39.10	37.30	32.00	32.00	41.50	40.10
12392	434369885	1	3	O	38.50	37.30	37.30	39.60	32.00	28.63	32.00	32.00	40.10	32.00	24.33	37.30	32.00	40.50	32.00	24.33	32.00	55.50	40.90	34.50	34.50	38.50	34.50	41.10	32.00	38.50	28.63	37.30	41.30	34.50
12392	432787549	1	3	O	32.00	32.00	32.00	32.00	37.30	28.63	32.00	32.00	37.30	37.30	35.00	80.80	32.00	80.10	38.50	35.00	14.50	38.50	32.00	32.00	37.30	79.80	32.00	32.00	32.00	73.70	37.30	37.30	32.00	38.50
12392	436816949	1	3	C	32.50	16.00	6.50	5.30	13.20	32.70	15.60	8.20	5.80	14.80	33.90	16.50	8.20	15.50	35.30	15.30	7.80	32.00	16.50	34.40	15.60	7.50	6.90	17.20	54.30	15.80	7.50	7.50	18.20	

Imagen N° 47

FUENTE: TECSUR

## EVALUANDO LOS DATOS:

Usando la formula detallada por la NORMA DE ALUMBRADO detallada en la pag.24

Tenemos:

Formula general:

$$\bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}$$

Remplazando en la formula los datos obtenidos despues del proyecto:

$$\bar{E} = \frac{37.30 + 37.30 + 38.50 + 32 + 44.60 + 37.30 + 32.00 + 32.00 + \dots + 48.00}{420}$$

$$\bar{E} = 33.15 \text{ lux}$$

### 3.2 RESULTADO

Al evaluar los datos obtenidos la concesionaria LUZ DEL SUR realiza un proyecto masivo de alumbrado público, obteniendo los siguientes resultados:

Antes del proyecto se tenía como iluminación promedio unos 19,26 lux lo cual según la NORMAL DE ALUMBRADO dicho dato esta fuera de rango, entonces se evaluó e internamente LUZ DEL SUR llegó ala conclusión que se tendría que hacer una nueva reforma de iluminación masiva con lo cual TECSUR ejecutó y puso en servicio dicha obra lo cual nuevamente fue medida los niveles de iluminación,obteniendo 33.63 lux lo cual es accesible según la NORMA DE ALUMBRADO.

Según el proyecto para realizar dicho instalacion masiva en campo y obtener resultados optimos se implemento lo siguiente:

- Instalación de 12 postes de 8.7/200 y 2 postes 8.7/300 de doble lámpara, luminaria y pastoral, a inicio y fin de la vía.
- Instalación de 14 lámparas del tipo NA40P marca celsa.
- Instalación de 14 luminarias del tipo LG041 marca josffel.
- Instalación de 14 pastorales del tipo PA0305.
- Instalación de 2 puestas a tierra en los postes de inicio y fin de la vía.
- Tendido de cable AP de tipo 2-1x16 caais desde la subestación monoposte 2046A hasta el último poste de la vía.

## CONCLUSIONES

- Antes de realizar el proyecto se tenía como información de iluminación promedio 18 lux, lo cual según TABLA III DE LA NORMAL DE ALUMBRADO dicho dato no está dentro del rango establecido
- La concesionaria luz del sur tiene un programa que hace el proceso de cálculo de todos los valores obtenidos durante las mediciones realizadas por TECSUR en cada punto (30 puntos), según este método se obtiene como dato ya mencionado de la iluminación promedio el valor de 19.26 lux, los datos son obtenidos y digitados en un Excel, (fig.42) , evaluado dichos datos se realiza el proyecto y se hace una nueva medición y se obtiene como dato de iluminación promedio el valor de 33,63 lux (fig.45), lo cual está dentro del rango establecido por la NORMAL DE ALUMBRADO.
- Se tuvo en cuenta siempre a la mano tanto la NORMA TECNICA DE ALUMBRADO PÚBLICO como la norma interna de TECSUR y LUZ DEL SUR.
- LUZ DEL SUR al evaluar los datos obtenidos en la primera medición se deriva al departamento de alumbrado público lo cual realiza proyectos de iluminación masiva en diferentes lugares y detalló que en dicha vía se realice un proyecto masivo de alumbrado (fig.46)

## RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta que la iluminación promedio que en algunos casos es alta o baja ya sea por una obra mal realizada, cálculos errados o incluso factores externos de la zona.
- Hay diferentes tipos de mediciones, pero el más accesible es el de los 30 puntos ya que se obtienen datos más precisos y de manera más rápida, tener en cuenta que mientras en más puntos divides tu zona mejores datos obtendrás.
- Saber interpretar la NORMA TECNICA y apoyarse de las normas internas de la concesionaria y así obtener datos óptimos que beneficien tanto a la zona como a la empresa que ejecuta el proyecto.
- Para realizar el proyecto en esta zona tener en cuenta las normas de tránsito vehicular, equipos necesarios para trabajar en hora nocturna.
- Al finalizar el proyecto, después de poner en servicio la obra requerida por LUZ DEL SUR, hacer una nueva medición de iluminancia media.

## BIBLIOGRAFIA

- Medrano Arias, E. (2019). Rediseño e implementación de un sistema de iluminación para espacios publicitarios usando Led RGB. Retrieved from <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/509>.
- Pérez Núñez, D. (2019). PROYECTO DE INVERSIÓN: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LÁMPARAS LED EN EL ALUMBRADO PÚBLICO CONTROLADO MEDIANTE UN SOFTWARE PRIMEREAD EN EL DISTRITO DE MIRAFLORES PARA LA EMPRESA LUZ DEL SUR. Retrieved from [http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10517/T055\\_43600058\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10517/T055_43600058_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Medrano Arias, E. (2019). Rediseño e implementación de un sistema de iluminación para espacios publicitarios usando Led RGB. Retrieved from <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/509>.
- Medrano Arias, E. (2019). Rediseño e implementación de un sistema de iluminación para espacios publicitarios usando Led RGB. Retrieved from <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/509>.
- Medrano Arias, E. (2019). Rediseño e implementación de un sistema de iluminación para espacios publicitarios usando Led RGB. Retrieved from <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/50>

# ANEXOS

## DISEÑO DEL PROYECTO

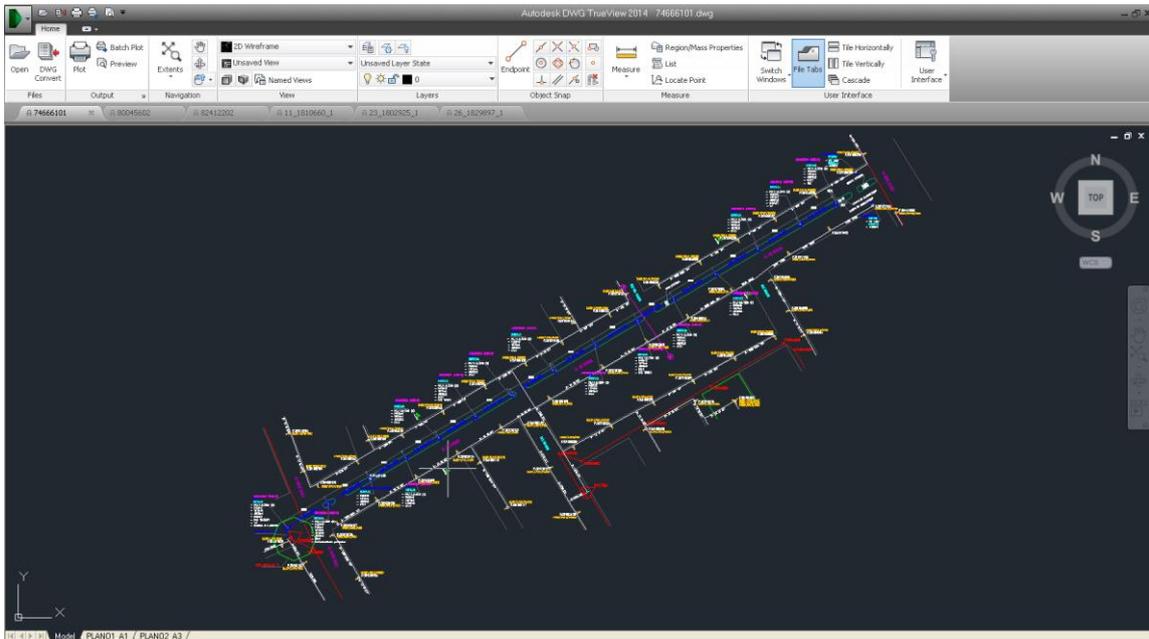


Imagen N° 48

FUENTE: LUZ DEL SUR

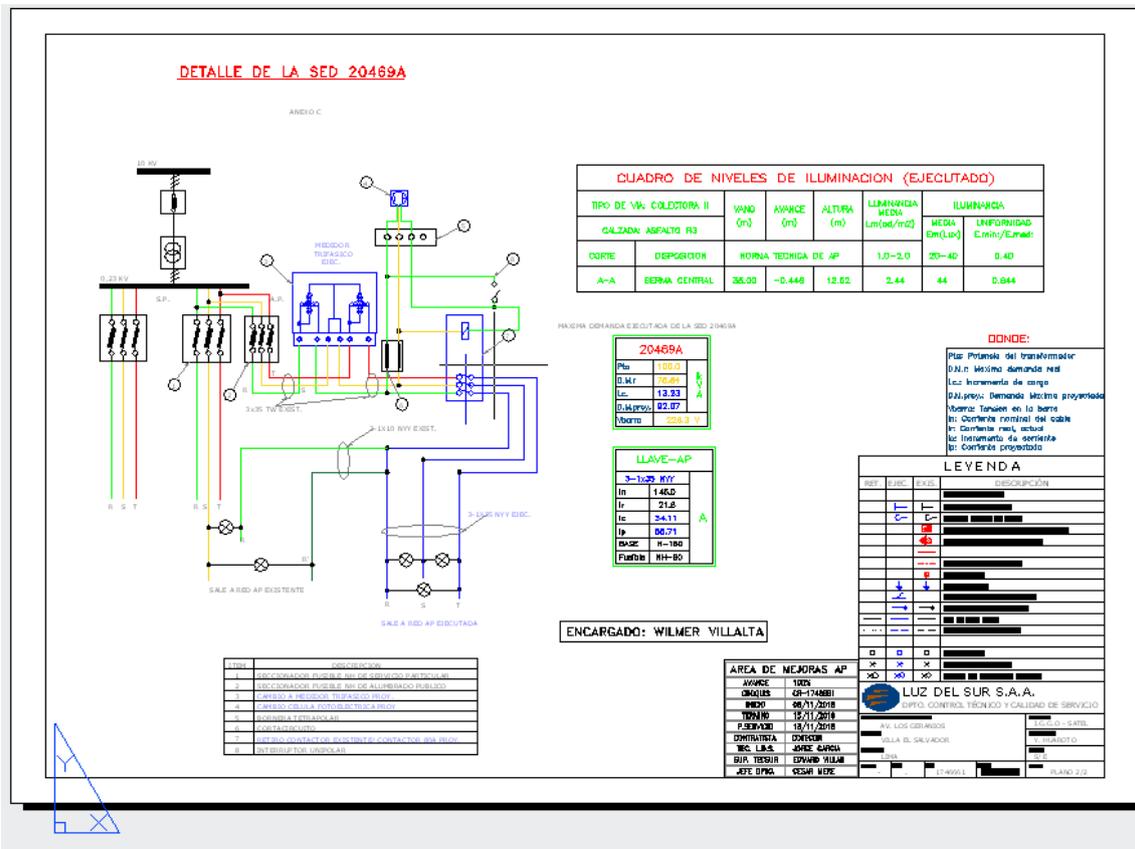


Imagen N° 49

FUENTE: LUZ DEL SUR



Foto Avance de Obra



Foto Señalización

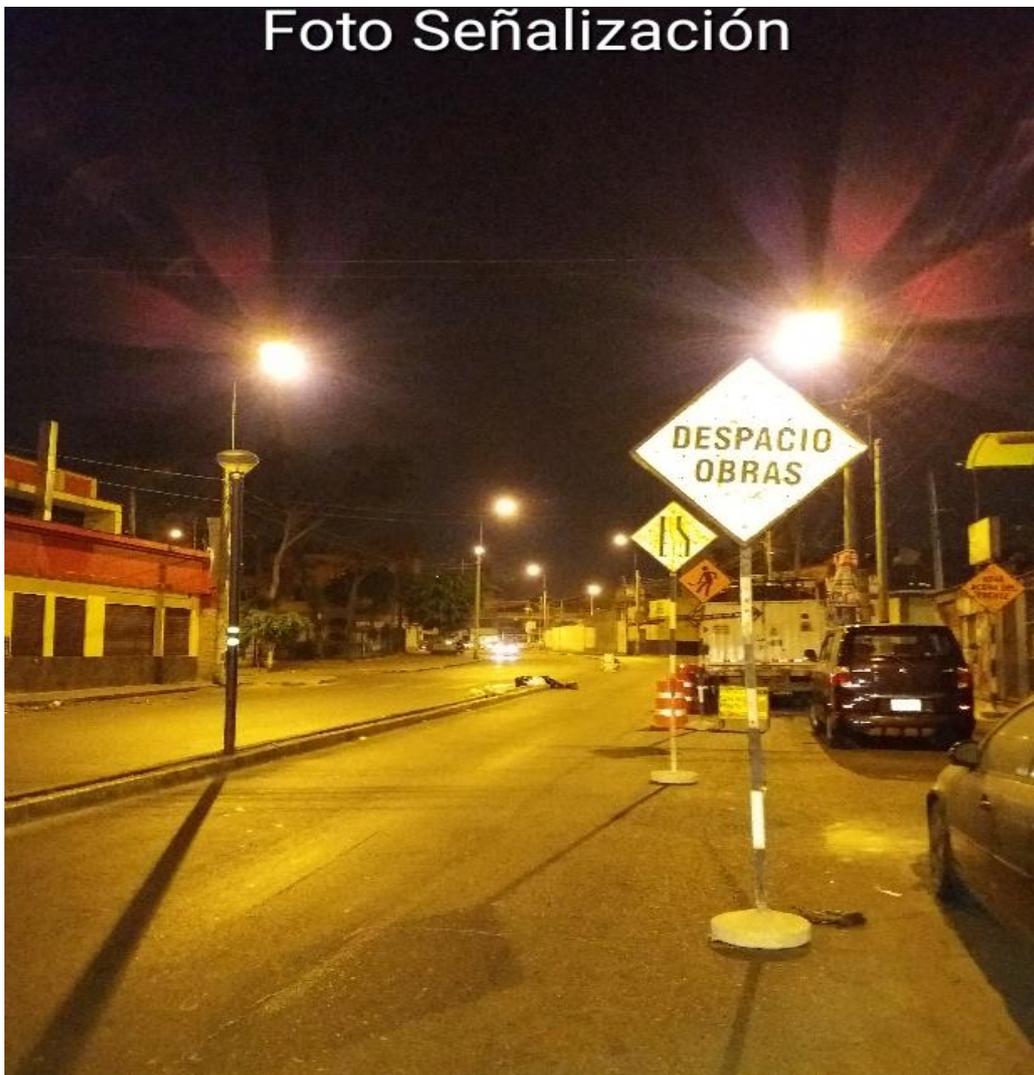


Foto Señalización



Llegada de apoyo policial

