



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



## UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

### DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

#### TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA

“Análisis técnico - económico de luminarias Led frente a luminarias  
tradicionales en el alumbrado público del cantón Salcedo”

**Autor:**

Hernández Padilla, Alex José

**Director:**

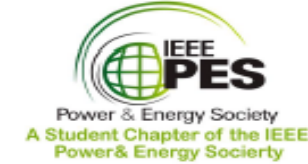
Msc. Iturralde Albán, Javier Hernán



Universidad de Chile



Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga



## CERTIFICADO

QUE SE OTORGA A:

# ALEX HERNÁNDEZ PADILLA

POR HABER COMPLETADO LOS REQUISITOS DE PARTICIPACIÓN  
EN EL CURSO VIRTUAL PRÁCTICO

**INTRODUCCIÓN A OPENDSS Y SIMULACIÓN DE  
SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA**

(8 HORAS)  
EMITIDO EL DÍA 31/08/2020

ING. JORGE LARA SÁNCHEZ  
INSTRUCTOR

ALEX VILLAMARÍN JÁCOME  
IEEE PES SB CHAPTER CHAIR  
UNIVERSIDAD DE CHILE

MANUEL MACÍAS BERMUDEZ  
IEEE PES SB CHAPTER CHAIR  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS -  
ESPE LATACUNGA



Ministerio del Trabajo

QUITO NORTE, 10 Octubre de 2022



OTORGAN A

**ALEX JOSÉ HERNÁNDEZ PADILLA**

Por haber participado en el curso:

**Taller Práctico Diseño y Aprobación de Proyectos Eléctricos de Distribución**

realizado el miércoles 05 de octubre de 2022, con una duración de 2 horas



---

Juan Francisco Pozo Mejía  
Coordinador de Empleo y Salarios

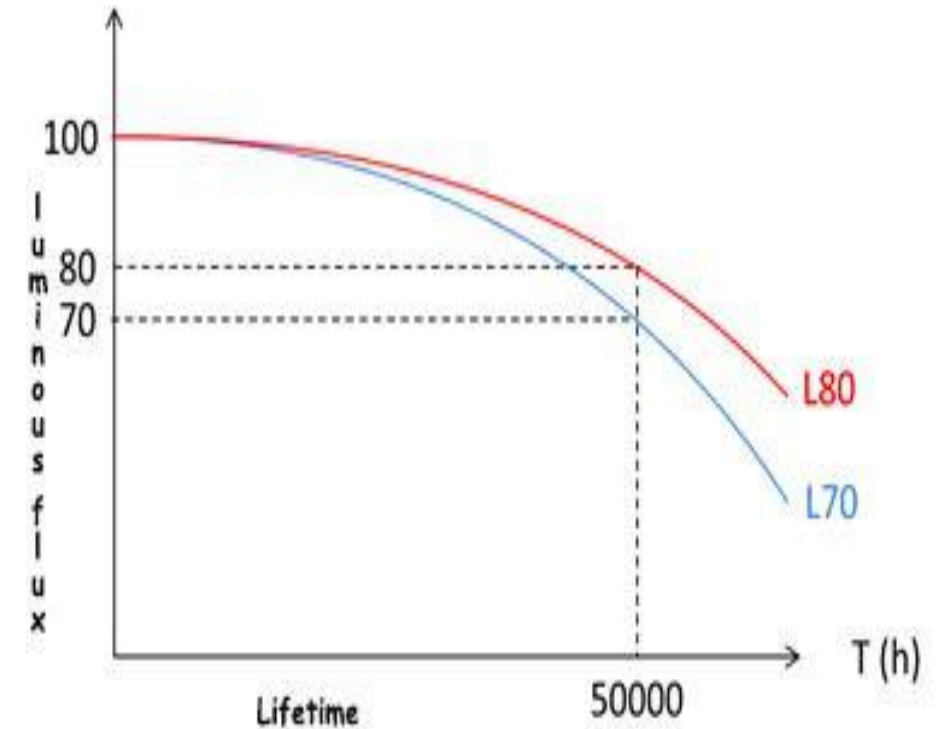


# AGENDA

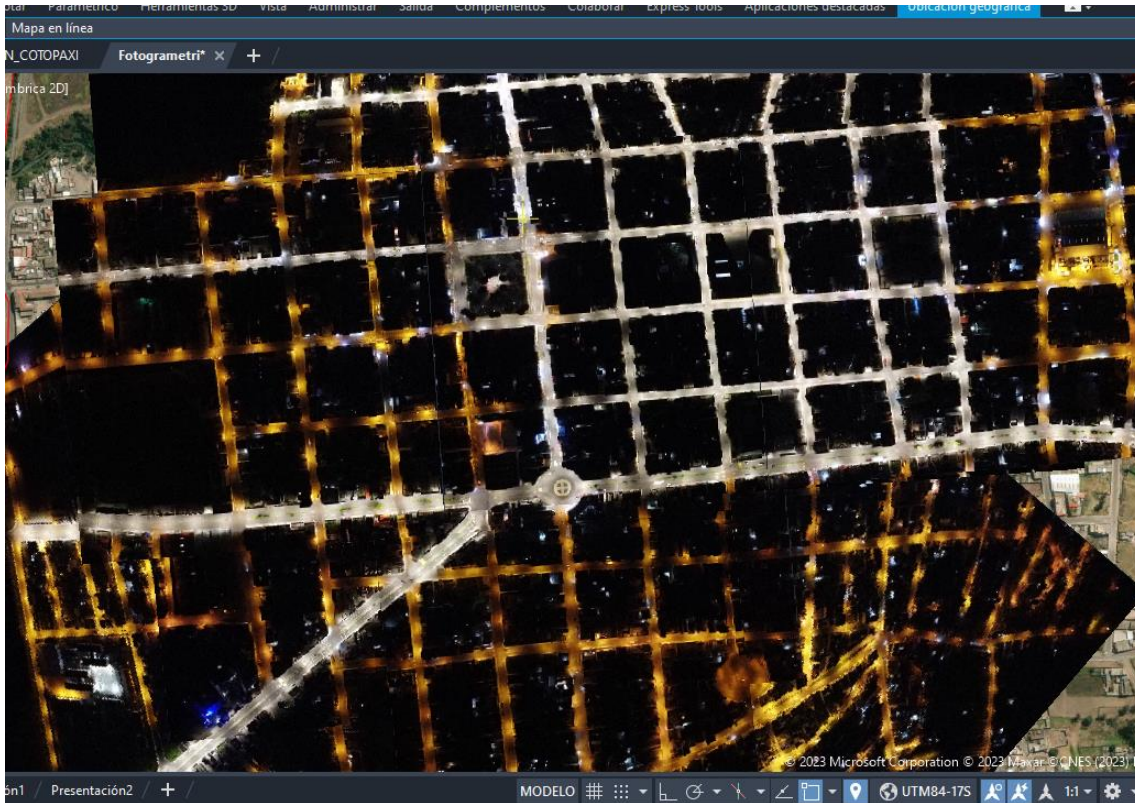
- I** PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- II** MARCO TEÓRICO
- III** METODOLOGÍA
- IV** PROPUESTA
- V** ANÁLISIS DE RESULTADOS
- VI** CONCLUSIONES

## Problema

- La ausencia de políticas de eficiencia en el Alumbrado Público, a pesar de las leyes existentes, es un problema significativo. La falta de seguimiento y evaluación compromete la eficiencia, generando un uso ineficiente de recursos y afectando la sostenibilidad y economía local.
- La disminución en la eficiencia de la conversión de energía eléctrica a luz presenta un desafío en la generación de electricidad para la iluminación. Este desperdicio no solo impacta la eficacia del sistema, sino que contribuye a problemas medioambientales, incluido el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- La falta de políticas claras en los gobiernos locales y la falta de coordinación con empresas como ELEPCO S.A. requieren acción urgente bajo la ley de eficiencia energética.



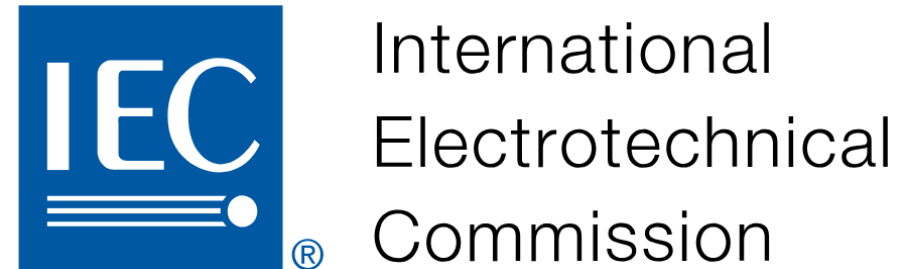
## Justificación e Importancia



- El proyecto busca mejorar la calidad del servicio de iluminación pública para asegurar que los espacios públicos y comunitarios estén debidamente iluminados.
- Buscando una sociedad sostenible y competitiva. Basada en principios constitucionales, involucrando a Gobiernos Autónomos Descentralizados y motivando a prácticas eficientes con incentivos y certificados, como referencia los Artículos; 2, 3, 9, 16 de la Ley orgánica de eficiencia energética.
- El incumplimiento de la Resolución ARCERNNR-029/20, artículo 21, conlleva sanciones, incluyendo multas, según la ley y regulación de la ARCERNNR, asegurando el cumplimiento de las disposiciones establecidas.

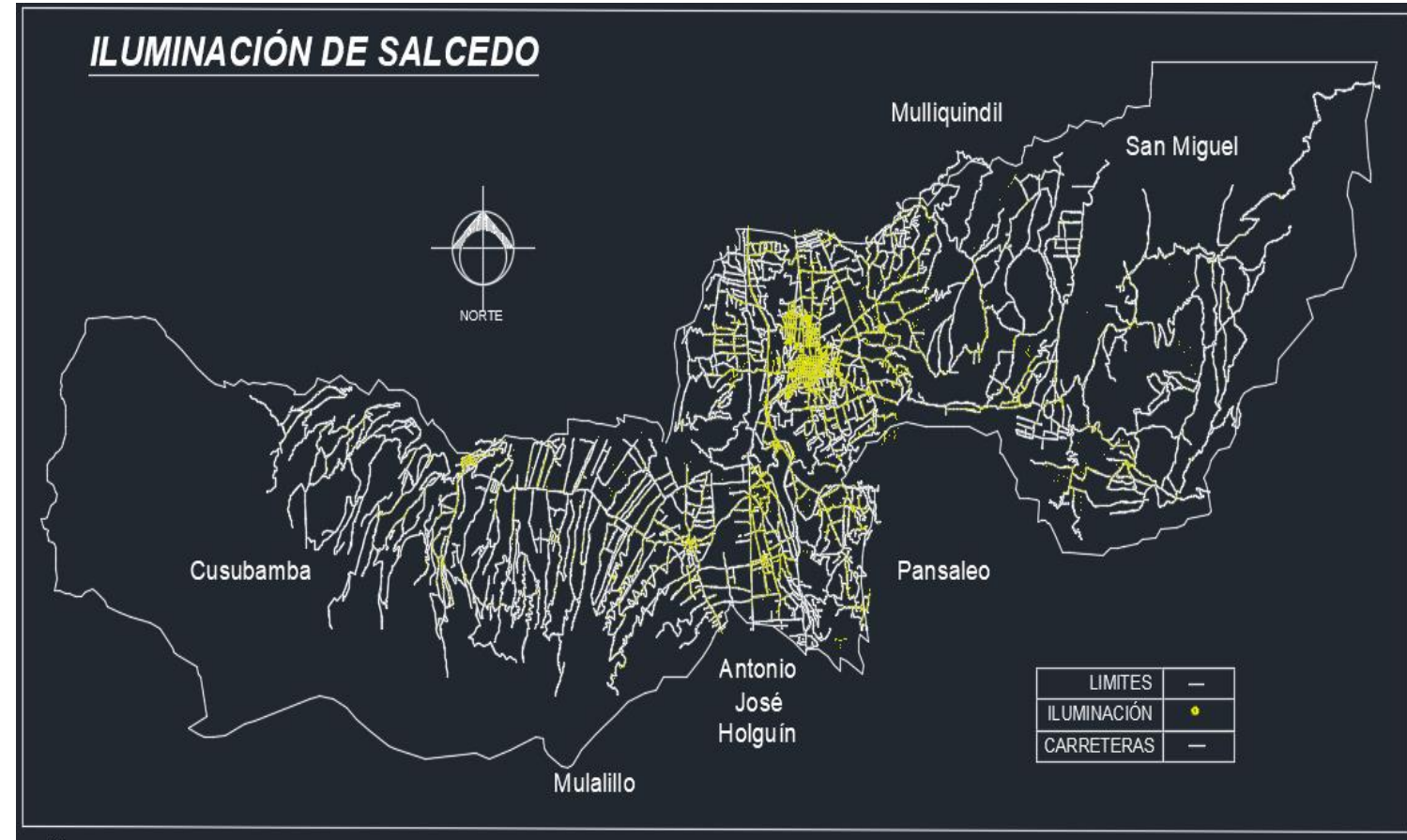
## Objetivo General

Identificar las áreas que necesitan mejoras en la iluminación pública y determinar si la implementación de luminarias LED es viable y rentable a mediano y largo plazo en términos de eficiencia energética y costos de operación.



## Objetivos Específicos

- Recopilar los datos de la posición, potencia y tipo de tecnología de las luminarias distribuidas en cantón Salcedo.
- Medir los niveles de iluminación pública en áreas urbanas aleatoriamente, para analizar la muestra, considerando un margen de error máximo del 2% e intervalo de confianza mínimo del 95%.
- Diagnosticar las condiciones técnicas para la prestación del servicio de alumbrado público general del cantón Salcedo en el año 2023.





# AGENDA

- I** PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- II** MARCO TEÓRICO
- III** METODOLOGÍA
- IV** PROPUESTA
- V** ANÁLISIS DE RESULTADOS
- VI** CONCLUSIONES

## Alumbrado Público



Según ACERNNR (2020). El alumbrado público engloba la iluminación de áreas de tránsito, seguridad, embellecimiento y deporte en espacios públicos. Se divide:

- **Alumbrado general:** Iluminación en vías y áreas deportivas públicas.
- **Alumbrado Ornamental:** Iluminación ornamental en áreas públicas, regulada por criterios estéticos y autoridades locales
- **Alumbrado Intervenido:** Iluminación vial especial con niveles y estructuras distintos a lo convencional

## Clases de iluminación

Según, ACERNNR (2020). Las clases de alumbrado de vías se categorizan de según su clase, en función de sus parámetros. La clase se determina conforme la siguiente ecuación:

$$M = P = C = (6 - \sum V_{pM})$$

Donde:

**M:** Clase de iluminación para motorizados, va de M1 a M6.

**P:** Clase de iluminación peatonal, va de P1a P6.

**C:** Clase de iluminación para vías conflictivas, va de C0 a C5.

**V<sub>pM</sub>:** Sumatoria de los valores de ponderación ( $\sum V_{pM}$ ) seleccionados como se indica en la Figura

Parámetro	Opciones	Valor de Ponderación ( $V_{pM}$ )	$V_{pM}$ seleccionado
Velocidad	Muy alta ( $v \geq 100$ km/h )	1	
	Alta ( $70$ km/h $< v < 100$ km/h )	0,5	
	Moderada ( $40$ km/h $< v \leq 70$ km/h )	0	
Volumen del Tráfico	Muy alto	1	
	Alto	0,5	
	Moderado	0	
	Bajo	-0,5	
	Muy bajo	-1	
Composición de Tráfico	Mezcla con un alto porcentaje de tráfico no motorizado	2	
	Mezclado	1	
	Solamente motorizado	0	
Separación de vías	No	1	
	Si	0	
Densidad de la intersección	Alta	1	
	Moderada	0	
Vehículo Parqueados	Se permite	0,5	
	No se permite	0	
Iluminación Ambiental	Alta	1	
	Moderada	0	
	Baja	-1	
Guías Visuales	Pobre	0,5	
	Moderado o bueno	0	
			$\sum V_{pM}$

## El funcionamiento del alumbrado público

El funcionamiento del alumbrado público puede variar según la ubicación y los requisitos específicos, pero en general, implica los siguientes elementos:

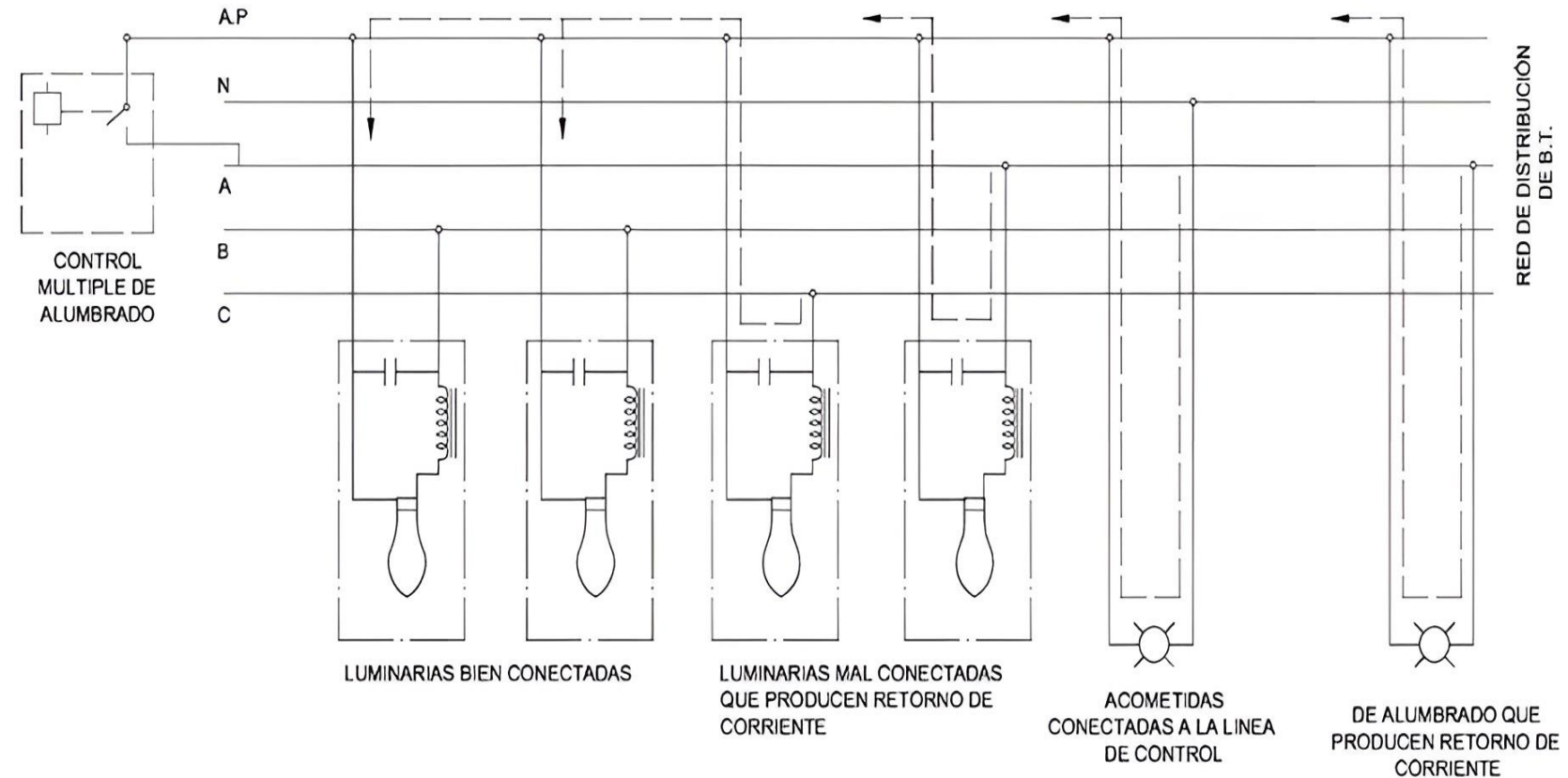
Luminarias

Red eléctrica

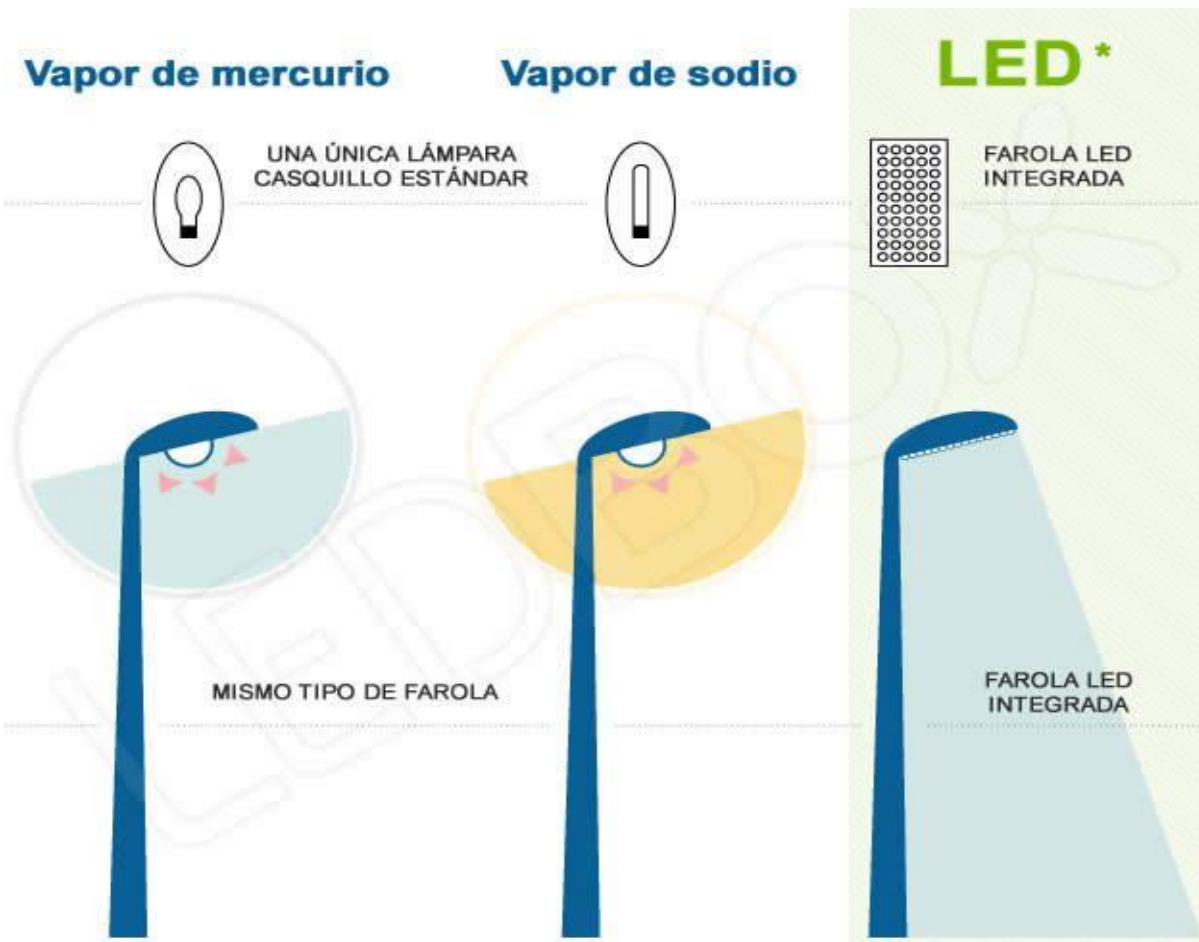
Controladores

Sistema de mantenimiento

Sistema de monitoreo



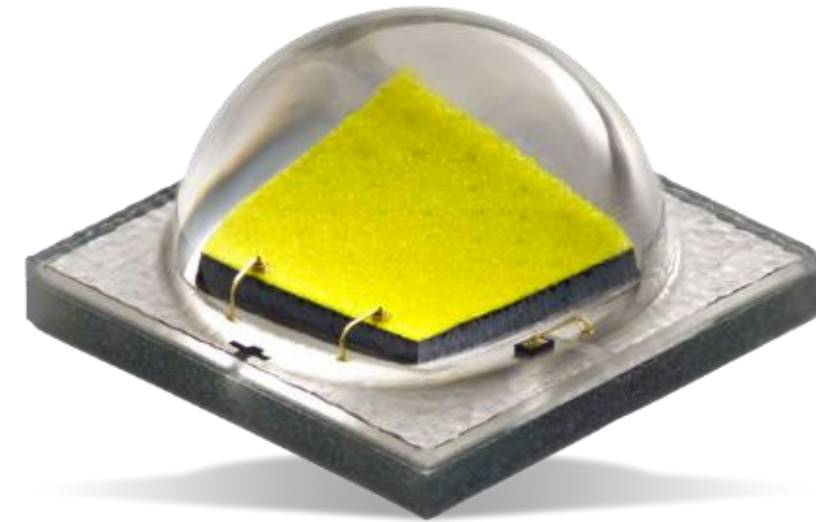
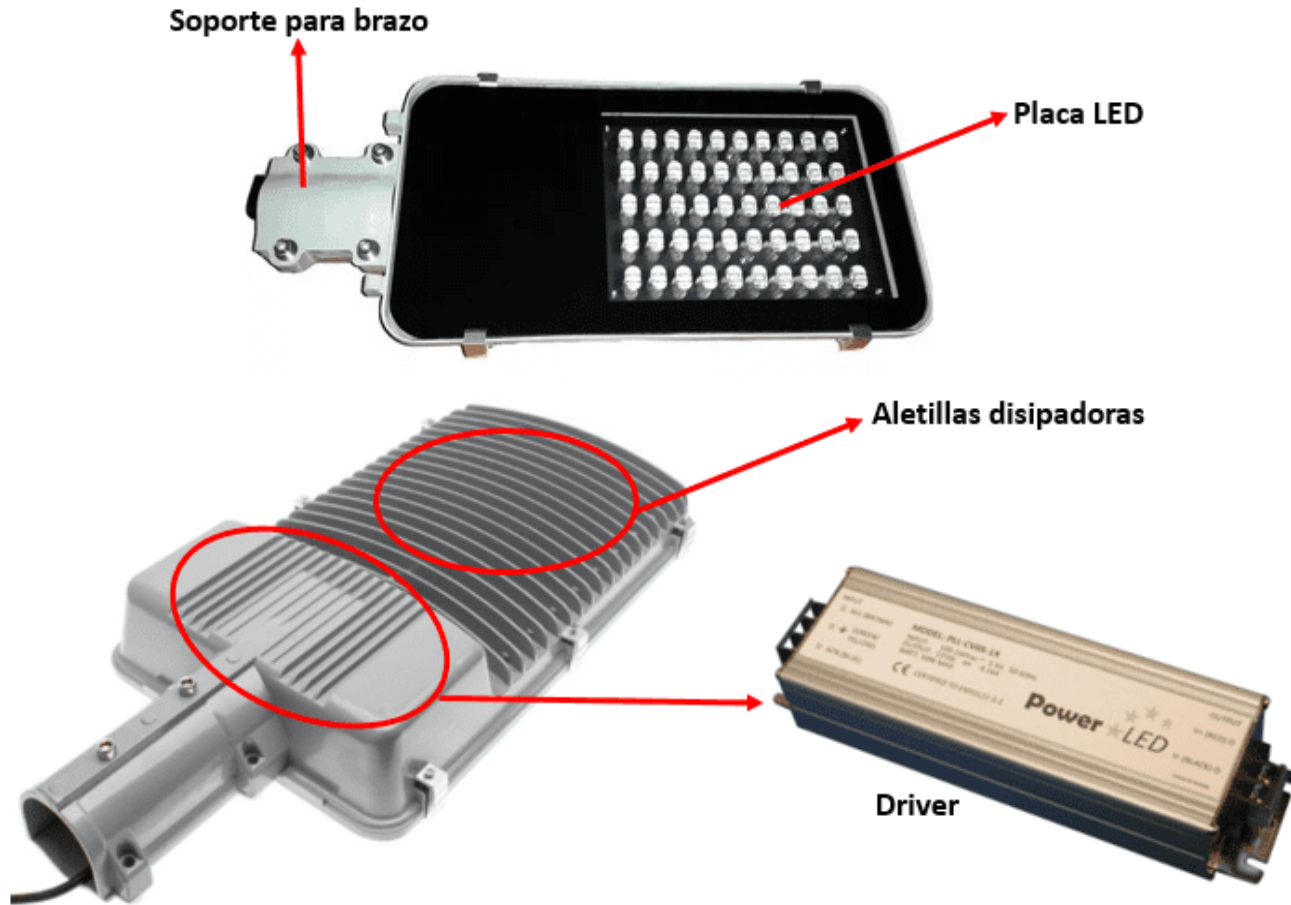
## Luminaria



Las luminarias públicas son dispositivos para proporcionar una iluminación adecuada en calles, plazas y parques durante la noche. Su función principal es mejorar la seguridad al prevenir accidentes y actos delictivos, pero también pueden tener un valor estético y mejorar la calidad de vida de la comunidad en general

- LED (Diodo Emisor de Luz)
- VMAP (Vapor de mercurio alta presión)
- VSAP (Vapor de sodio alta presión)

## Luminaria LED



Los LED son diodos emisores de luz que convierten energía eléctrica en luz de manera eficiente. Están montados en placas de circuitos con sistemas de disipación de calor y drivers que protegen el circuito de sobrecargas. Su luz es direccional, lo que los hace eficientes.

## Luminarias de VMAP

Las lámparas de mercurio funcionan excitando el gas de mercurio en su interior a través de un arco eléctrico generado por la corriente eléctrica aplicada a los electrodos. La ionización del vapor de mercurio (Hg) con el gas argón (Ar) o xenón (Xe) produce radiación ultravioleta que es absorbida por el fósforo en el interior del tubo de vidrio, produciendo luz visible.



## Luminarias de VSAP



Las luminarias de vapor de sodio funcionan con corriente eléctrica en un tubo de descarga con gas de sodio y otros inertes. Al excitarse el vapor de sodio y el gas como Neón (Ne), Kriptón (Kr), Mercurio (Hg), Xenón (Xe) o Selenio (Se), los electrones se mueven a niveles de energía más altos, emitiendo luz amarilla-naranja al volver a sus niveles originales.

ELIPSOIDAL



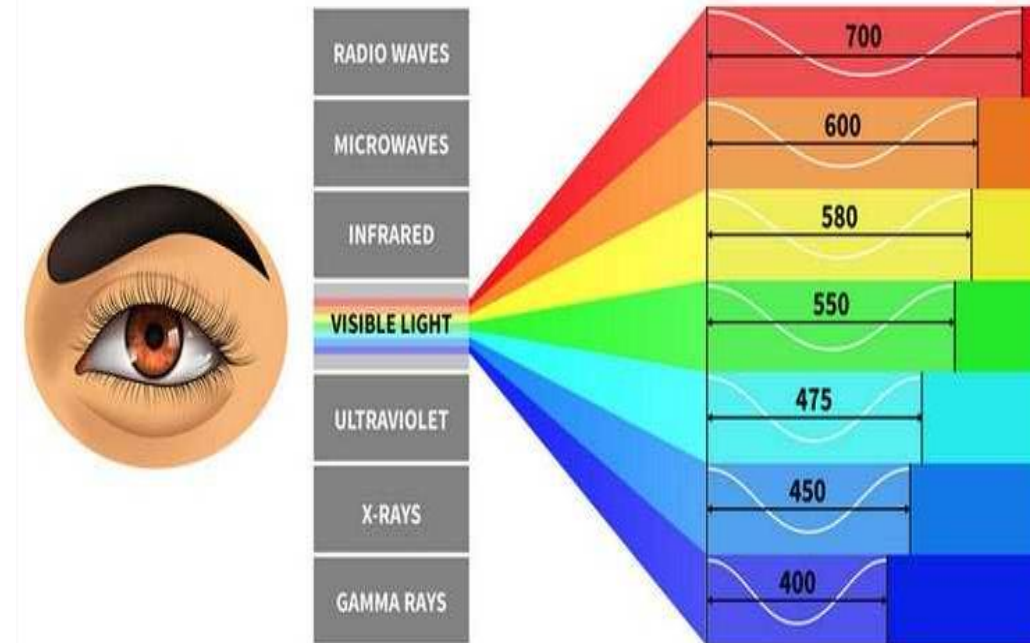
TUBULAR





## Luz visible

- La luz visible es una forma de radiación electromagnética que se puede percibir por el ojo humano y que tiene longitudes de onda entre aproximadamente 400 y 700 nanómetros. Es una parte del espectro electromagnético que incluye otras formas de radiación, como la luz ultravioleta, los rayos X y las ondas de radio.
- Según Wolbarsht (1980) "La luz visible es fundamental para la percepción humana y es esencial para la fotosíntesis y la regulación de los ritmos circadianos en la Tierra. Además, también es crucial para la observación de objetos astronómicos y para la comunicación a través de señales de luz en la tecnología óptica."
- La temperatura del color mide la apariencia cálida o fría de la luz visible. La luz del día suele tener una temperatura de color más alta (entre 5000 K y 6500 K)



## Magnitudes físicas de la luz visible

Las magnitudes físicas son cruciales para comprender y describir la luz visible. Permiten medir y cuantificar sus características, como su intensidad, color y dirección.

**Illuminancia**

La iluminancia o nivel de iluminación se define como el flujo luminoso que incide sobre una superficie.

$$E = \frac{\phi}{S}$$

Donde:

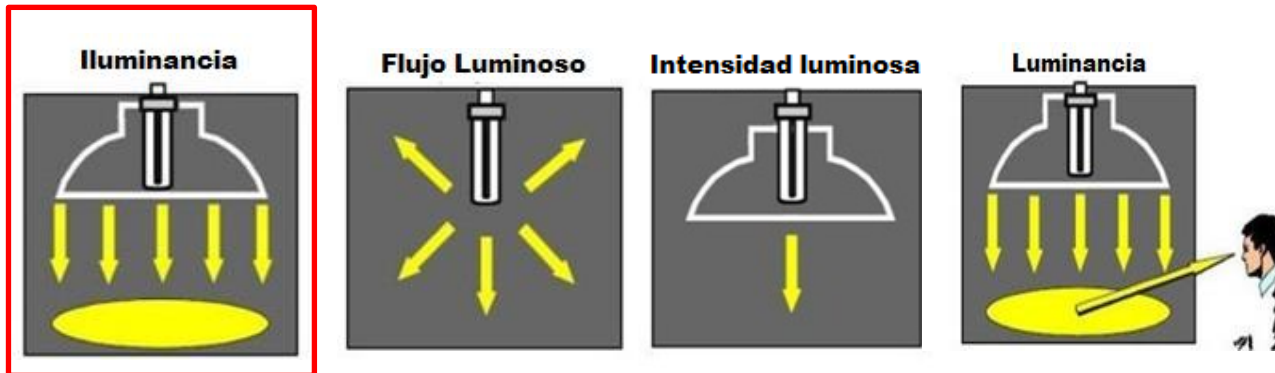
**E:** Es el símbolo Iluminancia y su unidad de medida es el lux (lx), Existe también otra unidad, el foot-candle (fc)

**$\phi$ :** Es el símbolo de flujo luminoso y su unidad de medida es el lumen (lm)

**S:** Es el símbolo del área de incidencia su unidad de medida metros cuadrados (m<sup>2</sup>)

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

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



## Parámetros fotométricos

### Uniformidad

Es un parámetro importante para garantizar una iluminación adecuada y sin zonas de sombra o áreas excesivamente iluminadas, Existen diferentes tipos de uniformidad en iluminación, entre ellos:

- **Factor de la uniformidad Longitudinal (UI):** Se refiere a la consistencia en la distribución de la iluminancia a lo largo de una dirección o eje específico en un área o superficie, evaluando la igualdad en la cantidad de luz que llega o se refleja en diferentes puntos o áreas.
- **Factor de uniformidad global (Uo):** Este factor se calcula dividiendo la iluminancia mínima por la iluminancia promedio.

$$UI = \frac{E_{min}}{E_{max}}$$

Donde:

*UI*: la uniformidad Longitudinal

*E<sub>min</sub>* : Es el símbolo de iluminación mínima medida en (lux).

*E<sub>max</sub>* : Es el símbolo de iluminación máxima medida en (lux).

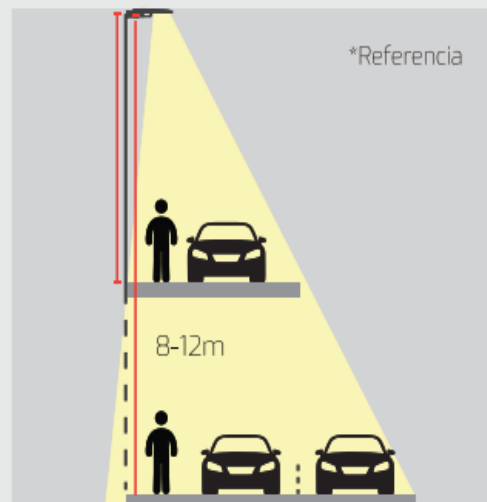
## Tipo de alumbrado según la clasificación vial

Según la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi ELEPCO S.A. Para el caso de calles y avenidas, la ponderación dependerá de la densidad poblacional muy alta, alta, moderada, baja o muy baja. pero lo más recomendado es la clase de iluminación vial M3.

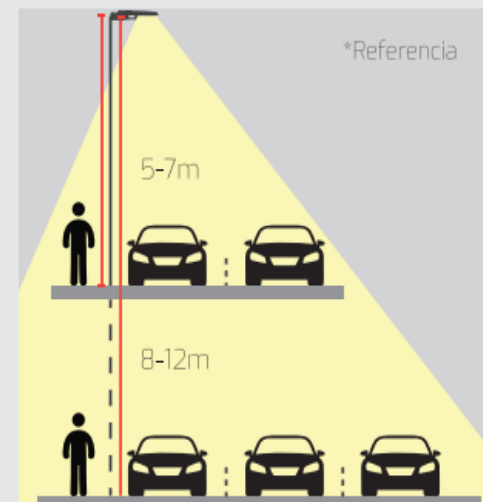
Clase de Iluminación M		
	Factor de uniformidad $U_o$ Mínimo	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia $UL$ Mínimo
M1	0,4	0,7
M2	0,4	0,7
M3	0,4	0,6
M4	0,4	0,6
M5	0,35	0,4
M6	0,35	0,4

Clase de Iluminación P	Iluminancia (lx)		
	Medida Máxima	Valor Promedio	Valor Mínimo
P1	27	15	3
P2	18	10	2
P3	13,5	7,5	1,5
P4	9	5,0	1,0
P5	5,4	3,0	0,6
P6	3,6	2,0	0,4

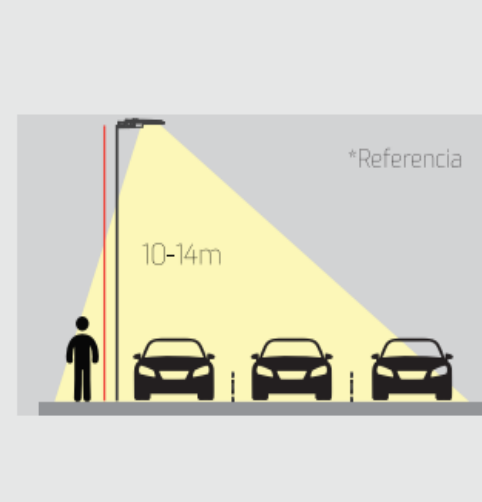
Vías interiores M6 a M4



Vías principales M3 a M2



Vías grandes y autopistas M2 a M1



Clases de Iluminación C	Iluminancia horizontal E (lx)		Uniformidad global de Iluminancia a mínima $U_o$
	Máxima	Mínima	
C0	60	50	0,40
C1	50	30	
C2	30	20	
C3	20	15	
C4	15	10	
C5	10	7,5	

## Potencia

$$P_n = \sum_{n=1}^{\infty} (V_n * I_n) = \sum_{n=1}^{\infty} (P_n) = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

**Donde:**

**P:** Potencia instalada de la luminaria, medida en (W)

**V:** Voltaje del sistema de distribución (V)

**I:** Corriente necesaria para operar la luminaria (A)

**P<sub>n</sub>:** Es la sumatoria de las contribuciones de todas las luminarias

Se mide en vatios (W) y se calcula multiplicando el valor de la corriente eléctrica (I) por el valor del voltaje eléctrica (V).

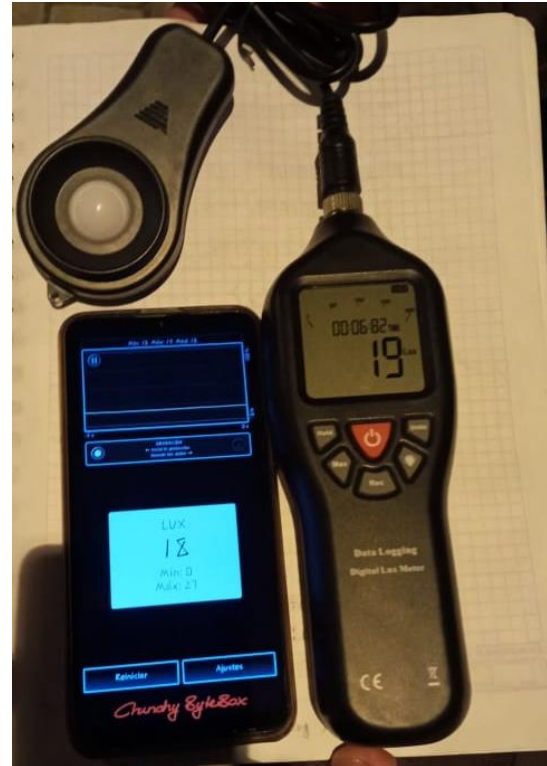
Voltaje (V)

El voltaje, conocido también como diferencia de potencial eléctrico, es una cuantificación de la intensidad o fuerza eléctrica que impulsa el flujo de corriente en un circuito.

## Equipos de medición



**DRONES O CAMARAS**



**LUXOMETROS**



**MULTIMETROS**

## Otros términos

### Termografía

La termografía es un método no invasivo que captura imágenes de temperatura a distancia, sin contacto directo, brindando detalles térmicos de objetos o seres vivos mediante imágenes infrarrojas

### Costo beneficio

El costo beneficio se utiliza en una amplia gama de contextos, desde proyectos de inversión en empresas hasta evaluaciones de políticas públicas. Proporciona una herramienta para tomar decisiones informadas al comparar y evaluar diferentes opciones

### Eficiencia

La eficiencia es un tema ampliamente explorado en el campo de la economía. Se refiere a la reducción de la cantidad de recursos necesarios para producir un nivel determinado de bienes y servicios

### Perdidas de eficiencia en el tiempo

La industria establece que los LED dejan de ser efectivos cuando la producción de lúmenes cae al 70% (L70) de su nivel inicial. El estándar (L80) requiere que al menos el 80% del flujo luminoso se mantenga durante un período específico

## Resolución y Regulación

**Resolución  
Nro. ARCERNNR -  
029/2020**

La Resolución Nro. ARCERNNR-029/2020 emite la siguiente normativa bajo el título de "Regulación sobre la Prestación de Servicios de Alumbrado Público", la cual será identificada como la Regulación Nro. ARCERNNR-006/20.

**Resolución  
Nro. ARCERNNR -  
017/2020**

La Resolución Nro. ARCERNNR-017/2020 emite la normativa titulada "Regulación de la Calidad del Servicio de Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica", identificada como la Regulación Nro. ARCERNNR-002/20.

**Resolución  
Nro. ARCERNNR-  
009/2022**

La Resolución Nro. ARCERNNR - 009/2022 fija la tarifa eléctrica en 0,092 USD/kWh según la Agencia Regulación.





## Normas Recomendadas

**Norma CIE 115**

Recomendaciones para el alumbrado de calzada de tráfico motorizado y peatonal recomendada por la Norma Internacional de Iluminación (CIE).

**Norma CIE 140**

CIE establece los métodos de cálculo para la iluminación pública de carreteras.

**Norma IEC  
61347-1**

La norma de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), asegura compatibilidad, intercambiabilidad y calidad; excluye luminarias no conformes.

**Norma IEC  
61347**

La Norma IEC Regulación de dispositivos (balastos, controladores, transformadores) que alimentan lámparas en sistemas de iluminación.

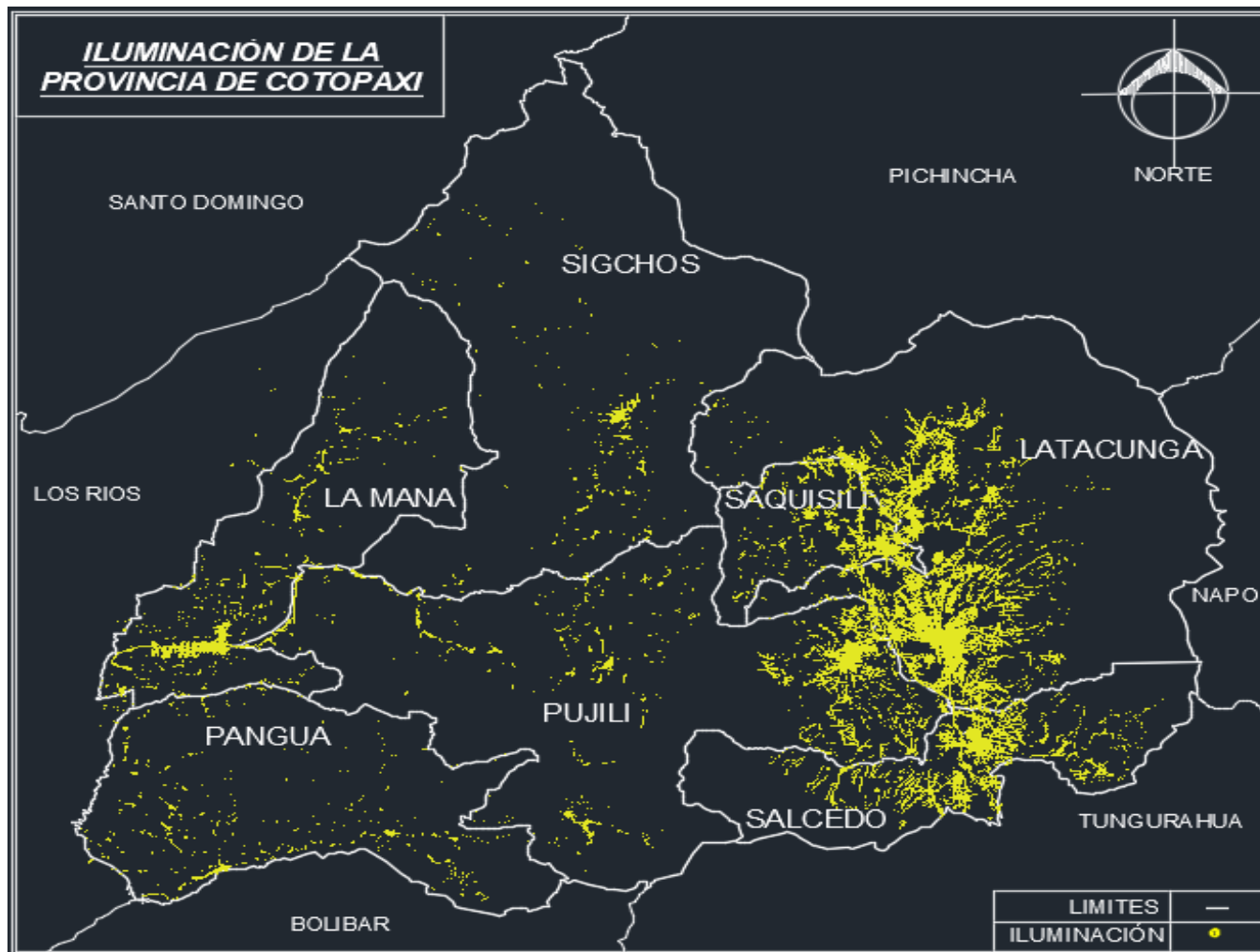
**Norma ANSI  
C136.10**

Establece el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI) las características técnicas de la base para fotocelda de 5 y 7 pines

# AGENDA

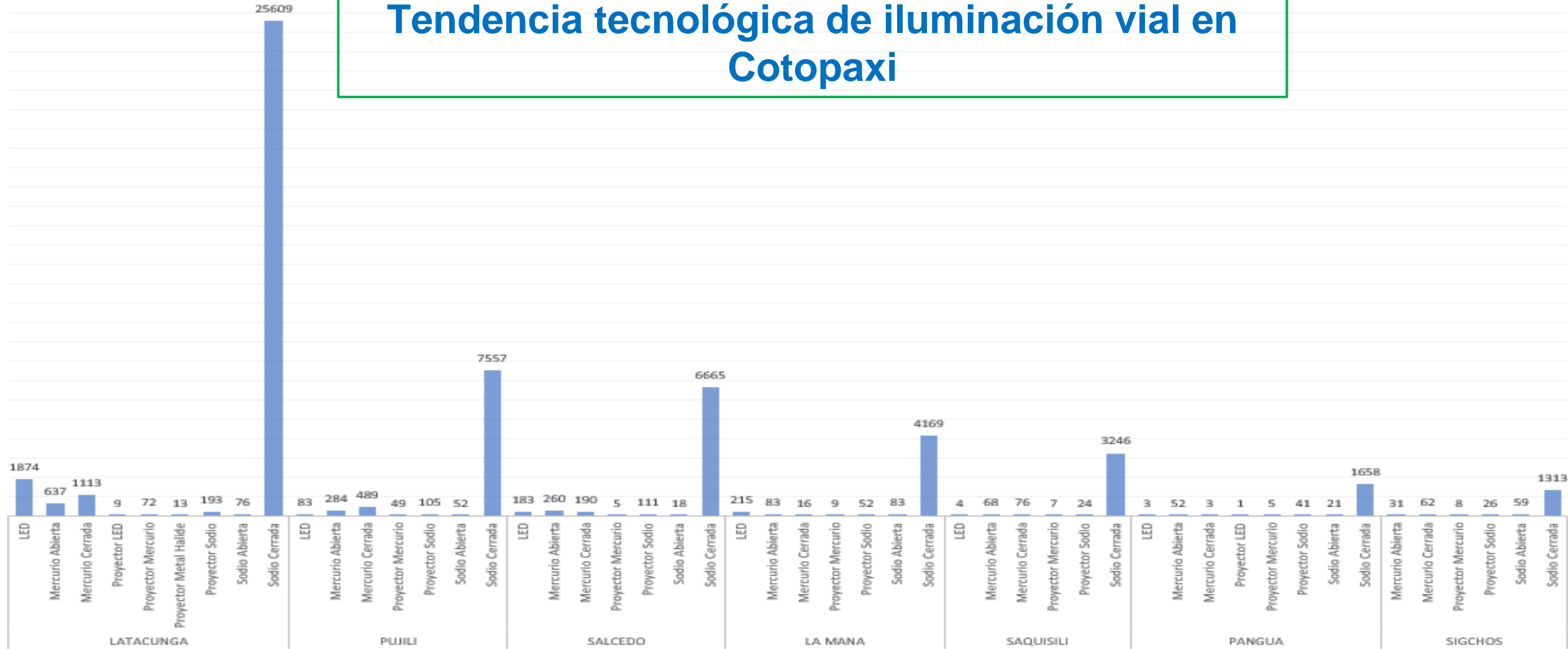
- I** PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- II** MARCO TEÓRICO
- III** METODOLOGÍA
- IV** PROPUESTA
- V** ANÁLISIS DE RESULTADOS
- VI** CONCLUSIONES

## Software ArcGis se extrae datos de iluminación

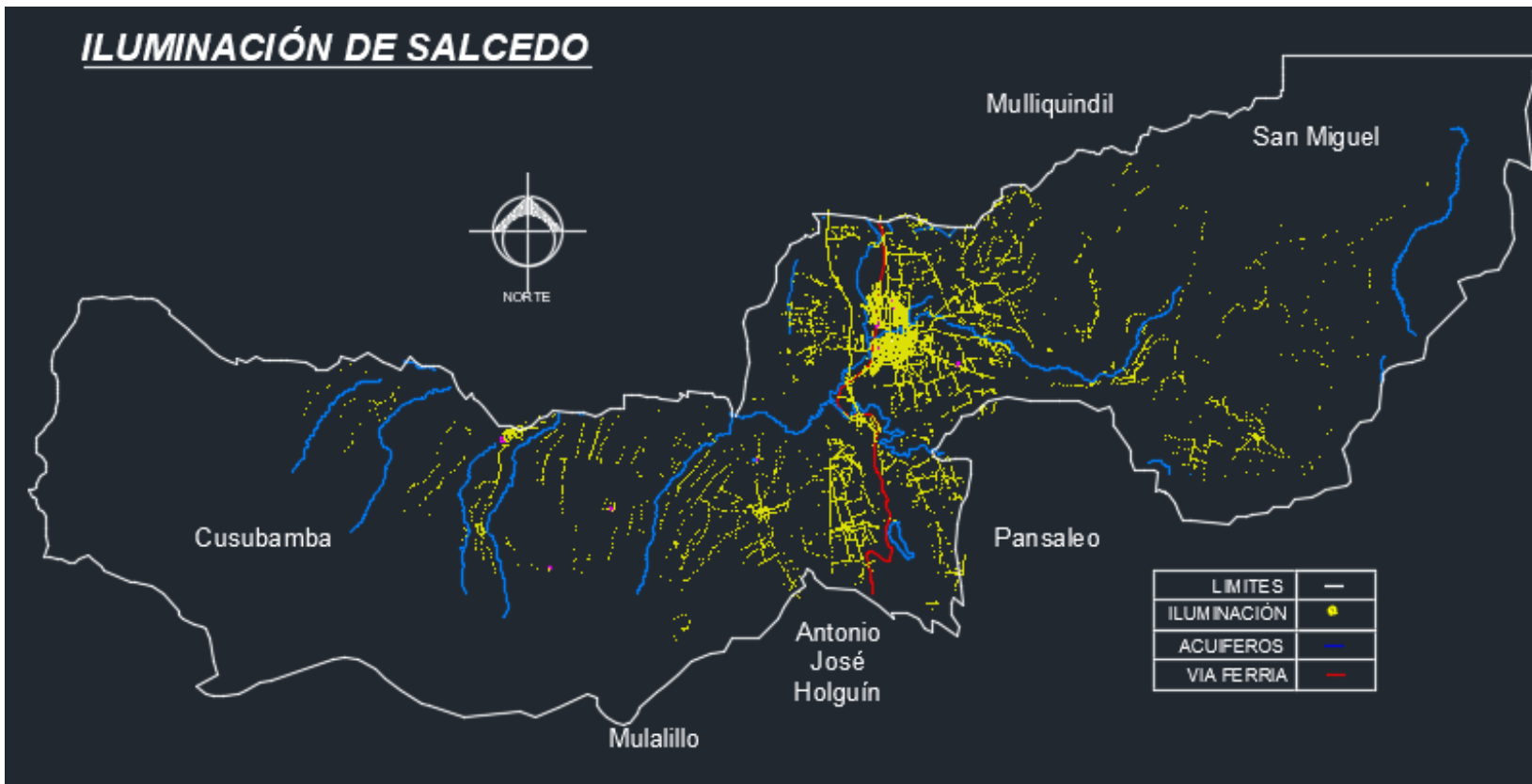


El cantón Salcedo es uno de los 7 cantones de la provincia de Cotopaxi, se localiza en la parte suroriental de la provincia y tiene una forma similar a la de una franja. Se extiende desde la Cordillera Occidental hasta las áreas de páramo de la Cordillera Central. Su longitud abarca aproximadamente 50 km, mientras que su ancho promedio es de tan solo 10 km.

## Tendencia tecnológica de iluminación vial en Cotopaxi



## Iluminación del Cantones de Salcedo



PARROQUIA	Cuenta de PARROQUIA
ANTONIO JOSÉ HOLGUÍN (SANTA LUCÍA)	475
CUSUBAMBA	527
MULALILLO	560
MULLIQUINDIL (SANTA ANA)	916
PANSALEO	726
SAN MIGUEL, CABECERA CANTONAL	4228
<b>TOTAL</b>	<b>7432</b>

Subtipo	Cuenta de Subtipo
LED	183
Mercurio Abierta	260
Mercurio Cerrada	190
Proyector Mercurio	5
Proyector Sodio	111
Sodio Abierta	18
Sodio Cerrada	6665

## Muestra

Para calcular el nivel de confianza, se toma una muestra representativa de la Parroquia San Miguel de Salcedo

Población	% Personas	Cantidad de luminarias	% Luminarias	muestra
Antonio José Holguín	4,58%	475	6,39%	✘
Panzaleo	5,93%	726	9,77%	✘
Mulalillo	10,96%	560	7,53%	✘
Cusubamba	12,37%	527	7,09%	✘
Mulliquindil (Santa Ana)	12,37%	916	12,33%	✘
San Miguel	53,79%	4.228	56,89%	✓
Total, cantón:	100%	7432	100%	✘

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

$$n = \frac{4228 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.1^2 * (4228 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 93,9286 \approx 94 \text{ Luminarias}$$

Donde:

$n$ : Tamaño de la muestra

$N$ : Tamaño de la población

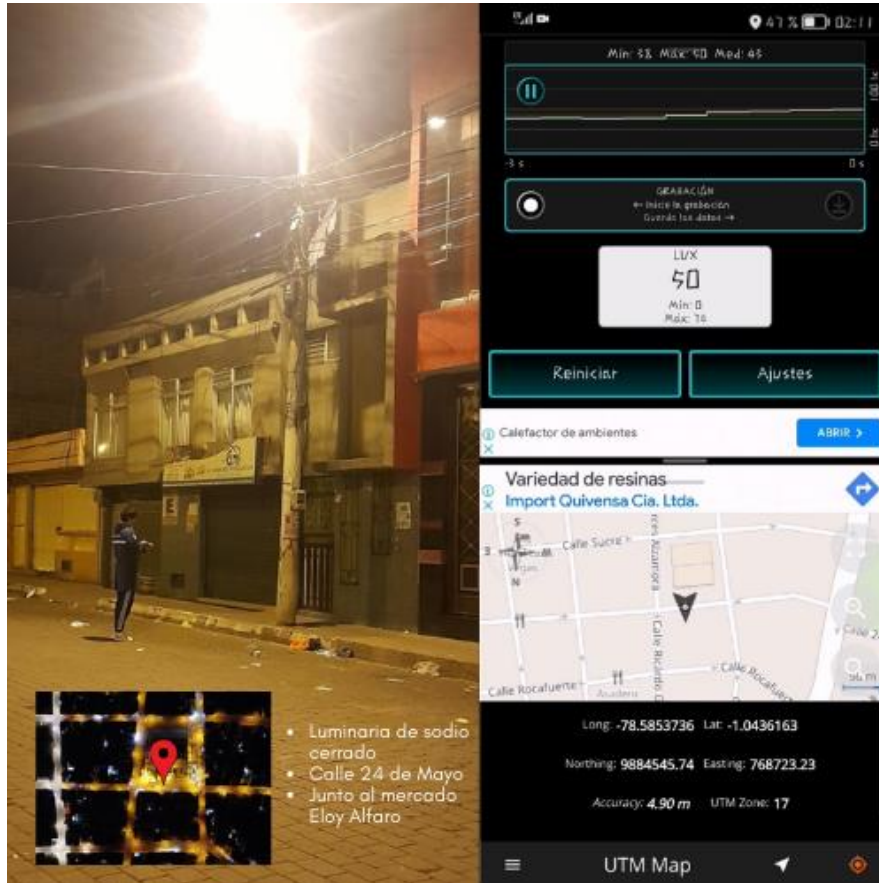
$Z$ : Nivel de confianza

$p$ : Probabilidad de que ocurra el evento estudiado

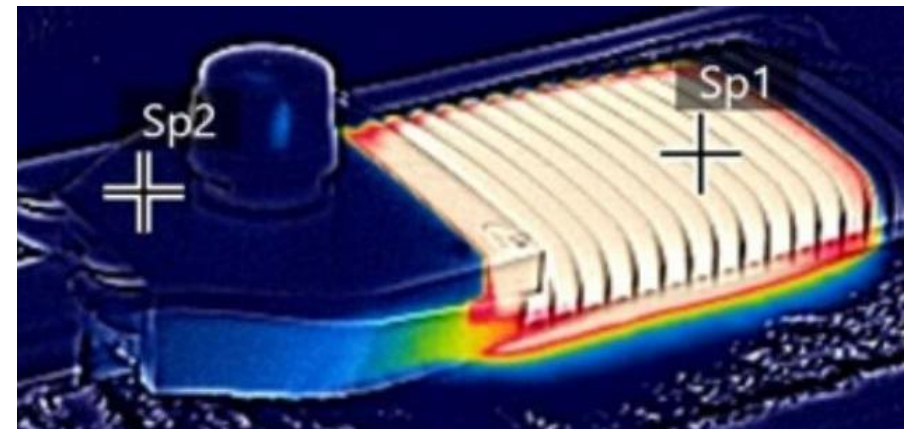
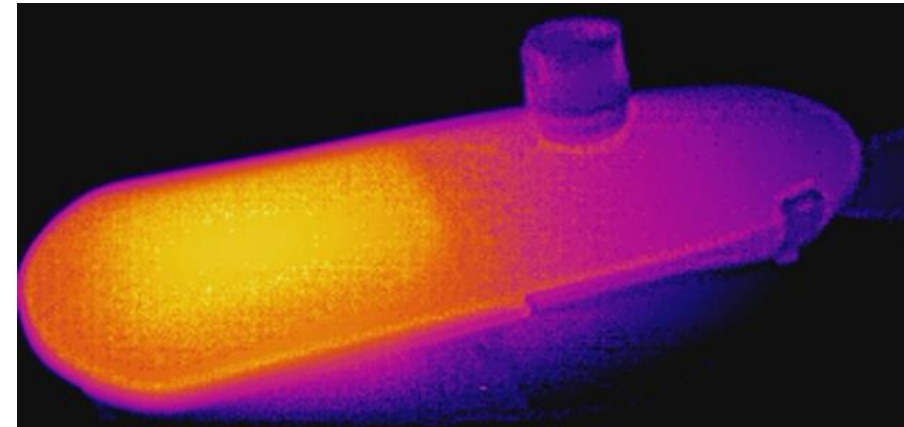
$(q=(1-q))$ : Probabilidad de que no ocurra el evento

$e$ : Error de estimación máximo aceptado

## Técnicas de Recolección de Datos



De campo



Descriptivos

## Técnicas de Comprobación de Hipótesis

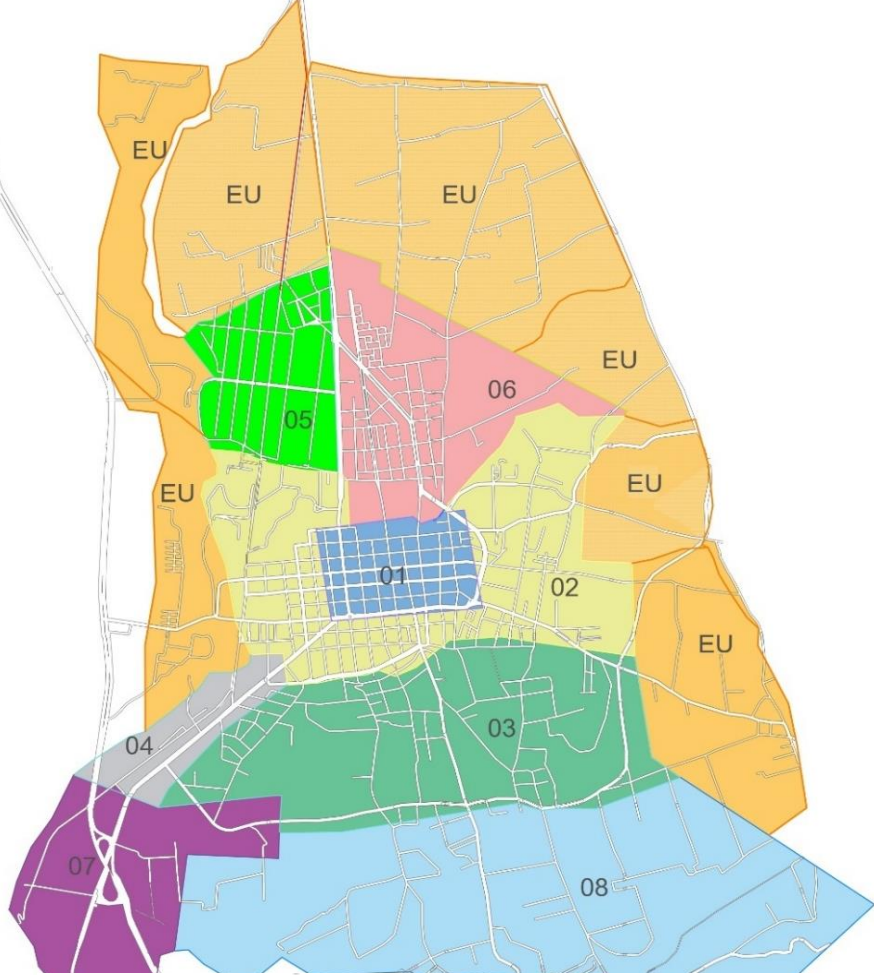
MANTENIMIENTO	DATOS DE ILUMINACIÓN TRADICIONAL			
	luminárias de sodio de 150 W		Datos	Unidades
	Cantidad total de luminarias de sodio		2595	SI
	Potencia promedio de las luminarias de sodio más el consumo de los accesorios		0,17125	kW
	Horas de operación diaria promedio		12	horas
	Costo promedio de electricidad		0,092	\$/kWh
	Vida útil estimada de las luminarias de sodio		10	años
	luminárias de sodio de 100 W		Datos	Unidades
	Cantidad total de luminarias de sodio		2398	SI
	Potencia promedio de las luminarias de sodio el consumo de los accesorios		0,11689	kW
Horas de operación diaria promedio		12	horas	
Costo promedio de electricidad		0,092	\$/kWh	
Vida útil estimada de las luminarias de sodio		10	años	
REEMPLAZO	DATOS DE LA ILUMINACIÓN LED			
	Luminarias de LED SYL de 100 W		Datos	Unidades
	Potencia promedio de las luminarias LED equivalentes más 16%		0,116	KW
	Eficiencia lumínica de las luminarias LED (lm/W)		152	lm/W
	Costo promedio por unidad de luminaria LED		208	\$
	Luminarias de LED SYL de 70 W		Datos	Unidades
	Potencia promedio de las luminarias LED equivalentes más el 16%		0,0812	W
	Eficiencia lumínica de las luminarias LED (lm/W)		152	lm/W
	Costo promedio por unidad de luminaria LED		110	\$



# AGENDA

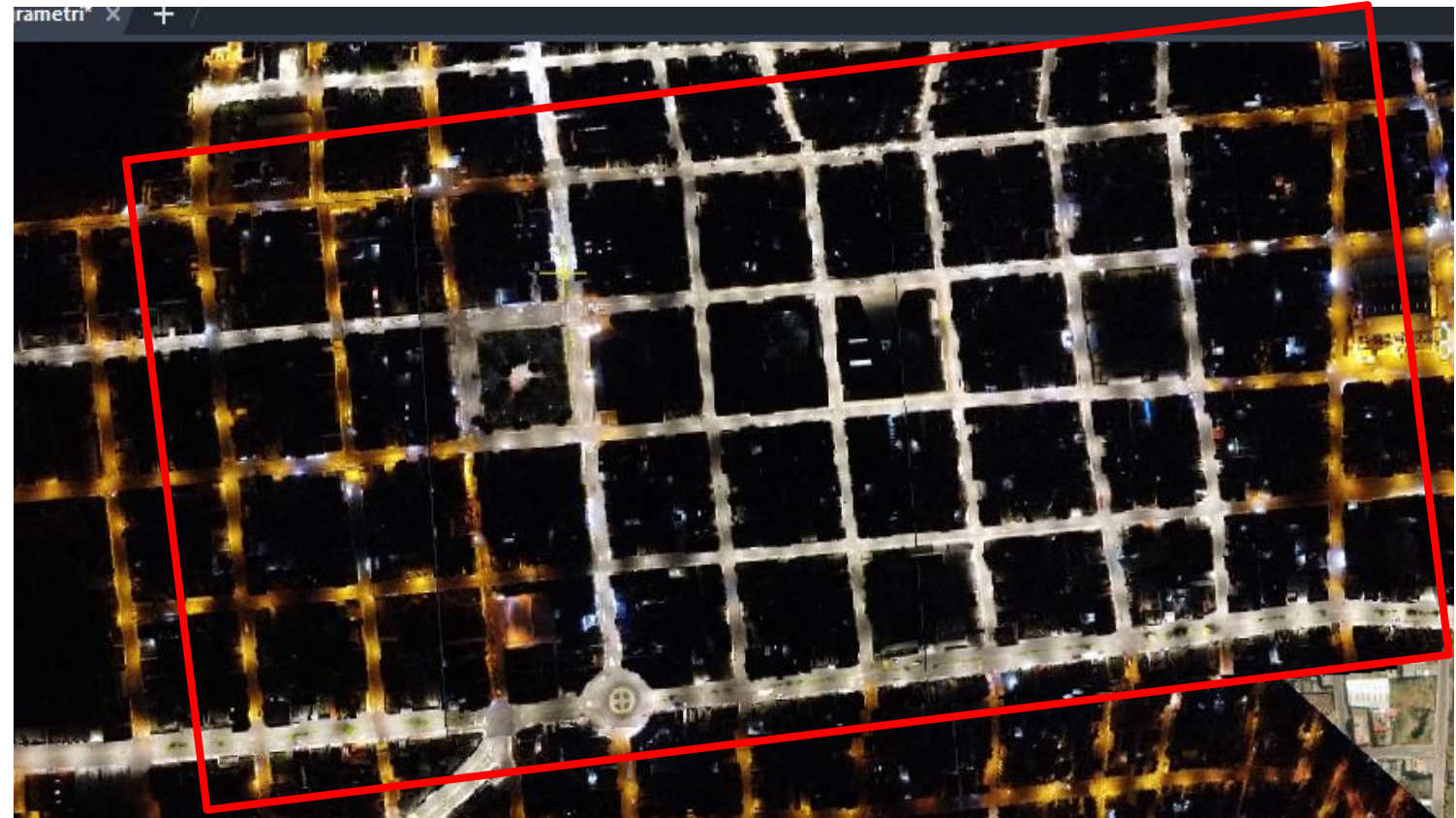
- I** PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- II** MARCO TEÓRICO
- III** METODOLOGÍA
- IV** PROPUESTA
- V** ANÁLISIS DE RESULTADOS
- VI** CONCLUSIONES

## Zonificación de San Miguel de Salcedo



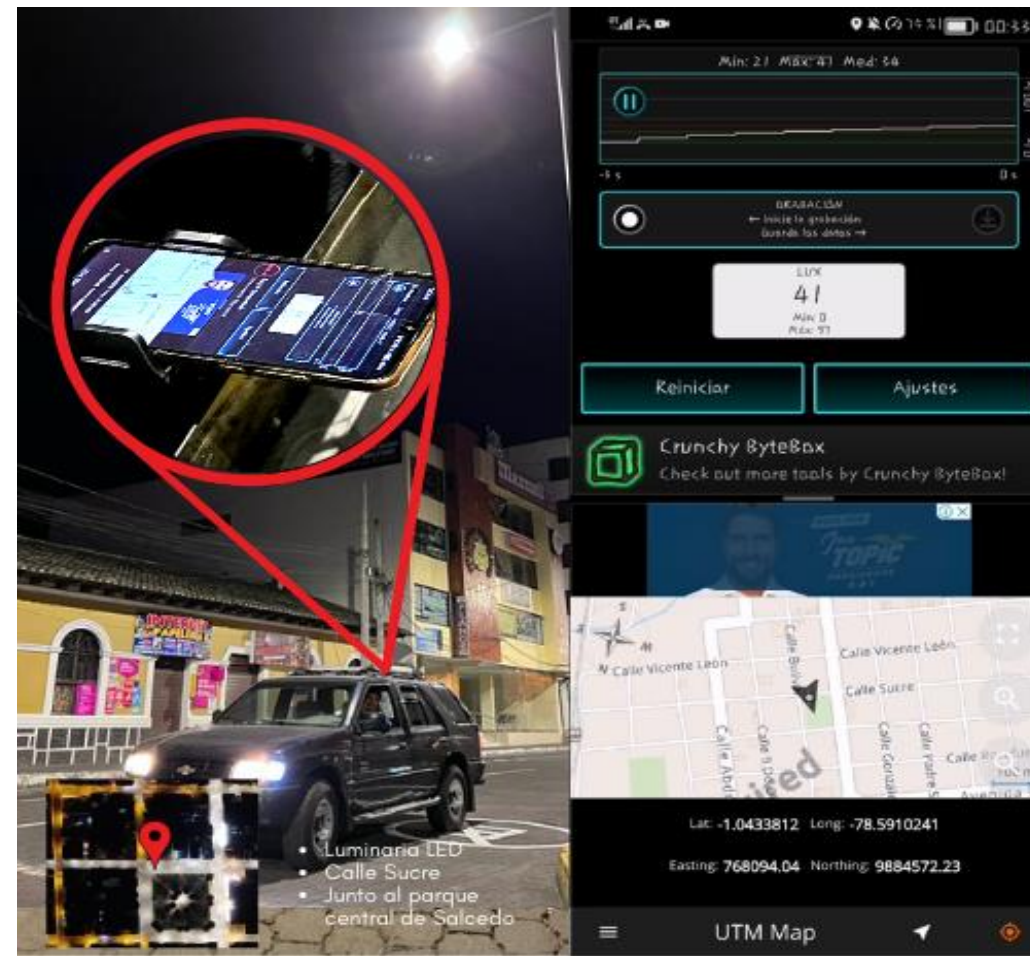
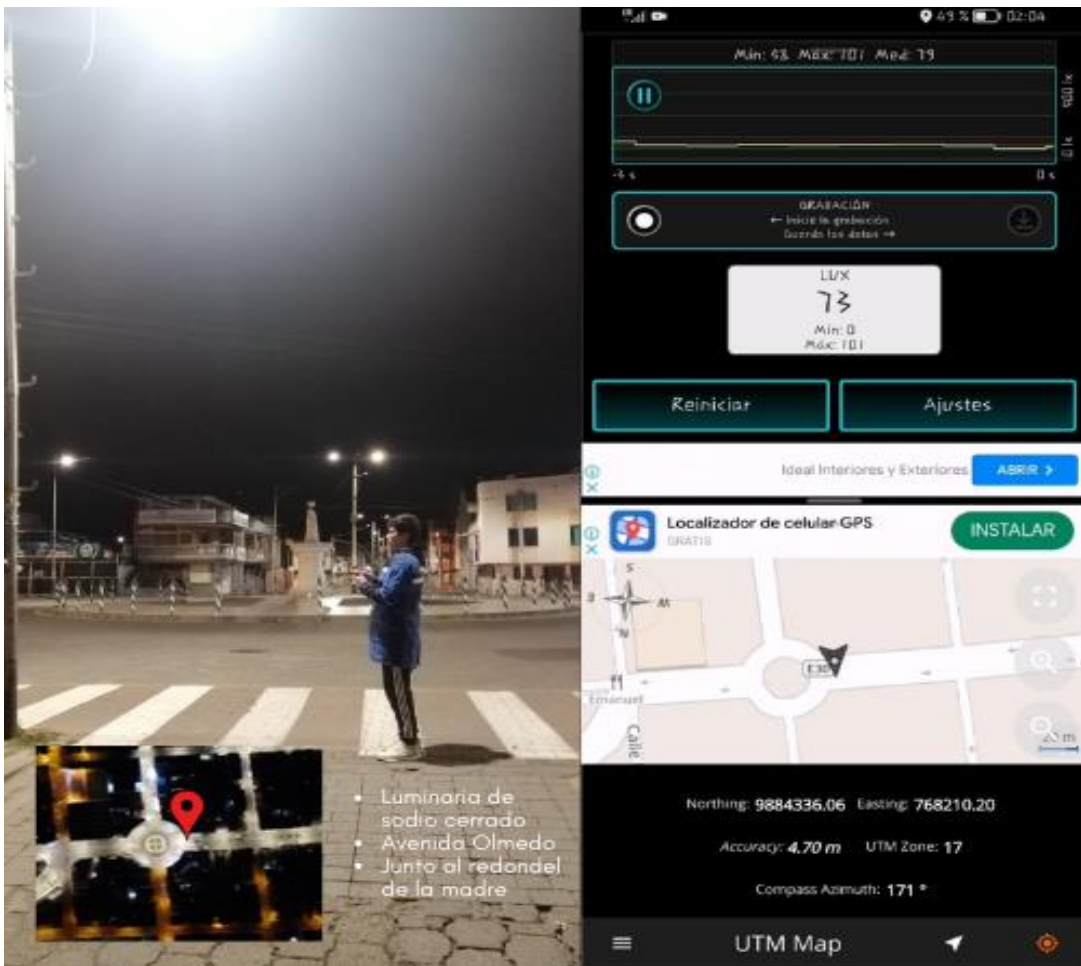
### ZONAS DE ILUMINACIÓN

01, COMERCIO VIVIENDA Y SERVICIOS	06, VIVIENDA
02, COMERCIO VIVIENDA Y SERVICIOS	07, VIVIENDA
03, VIVIENDA	08, VIVIENDA Y PRODUCCIÓN
04, VIVIENDA	EU, EXPANSIÓN URBANA
05, VIVIENDA	MANZANA DE SAN MIGUEL



### Zona 01.de San Miguel de Salcedo

Mediciones con el luxómetro de alta precisión



## Tecnología LED Homologada

Marca	Eficacia Luminosa (lm/W)	Material	Potencia (W)
Ledex	140	Aluminio inyectado	10 hasta 300
Xiled	138	Aluminio inyectado	50 hasta 400
Philips	130	Aluminio inyectado	30 hasta 400
Thorn Lighting	132	Aluminio inyectado	20 hasta 400
Nova Lighting	137	Aluminio inyectado	60 hasta 240
Schröder	136	Aluminio inyectado	60 hasta 500
Energie Lighting	145	Aluminio inyectado	40 hasta 500
Sylvania	131	Aluminio inyectado	90 hasta 250
Havells	139	Aluminio inyectado	50 hasta 500



**Sylvania luminaria vial LED  
SYL-STREET 150-200W**

# AGENDA

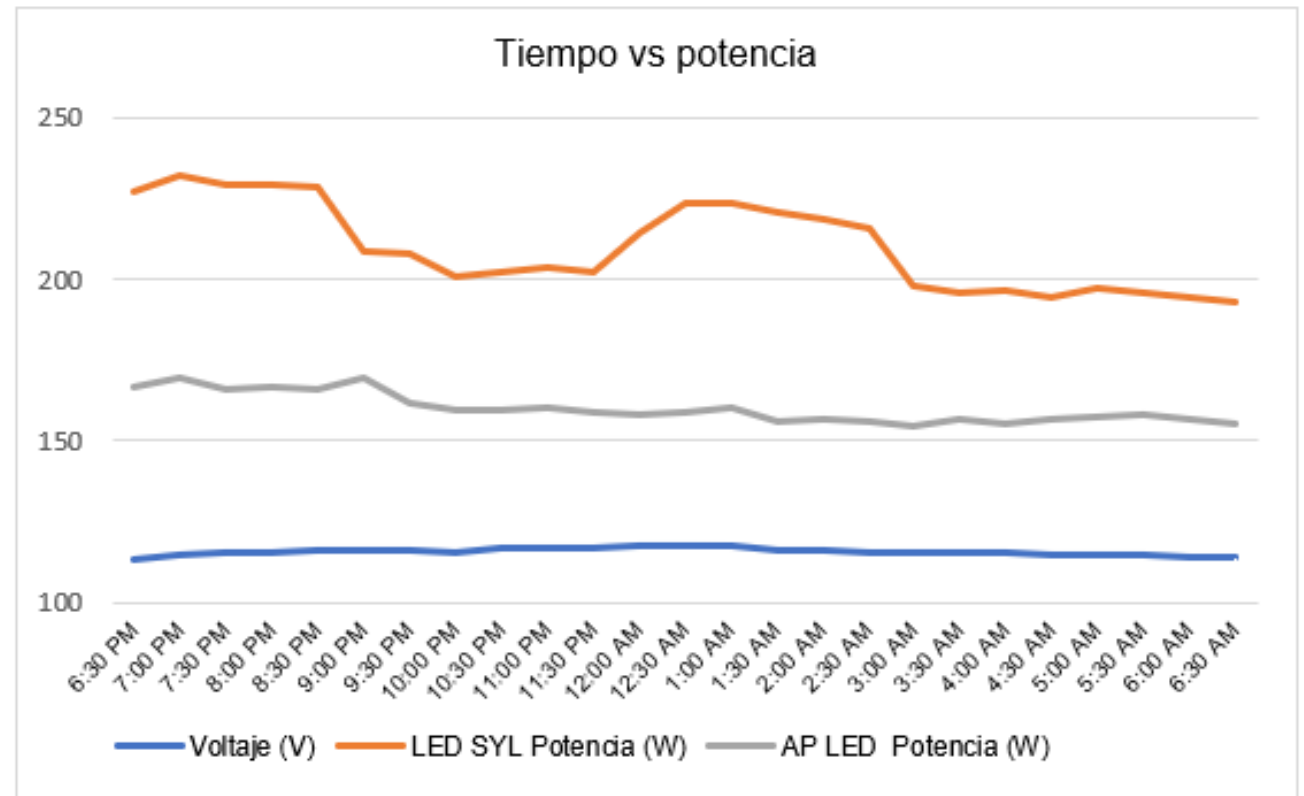
- I** PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- II** MARCO TEÓRICO
- III** METODOLOGÍA
- IV** PROPUESTA
- V** ANÁLISIS DE RESULTADOS
- VI** CONCLUSIONES

## Informes fotogramétrico

Orientación	Vía	LED		SODIO		UI	Clase de iluminación
		Emin (lux)	Emax (lux)	Emin (lux)	Emax (lux)		
Vías de norte a sur	Circunvalación	45	63	18	29	0,62	M3
	Calle Vicente Maldonado	-	-	13	44	0,3	M3
	Calle Ricardo Garces Alzamora	-	-	12	17	0,71	M3
	Calle Luis A. Martines	22	44	14	20	0,7	M3
	Calle Juan León Mera	33	45	13	19	0,68	M3
	Calle Ana Paredes	36	55	12	18	0,67	M3
	Calle Padre Salcedo	26	39	20	30	0,67	M3
	Calle Gonzáles Suarez	37	44	19	27	0,7	M3
	Calle García Moreno	19	53	13	33	0,39	M3
	Panamericana	34	67	-	-	-	M3
	Calle Bolívar	33	35	12	18	0,67	M3
	Calle 9 de Octubre	-	-	16	37	0,43	M3
	Calle Abdón Calderón	-	-	19	45	0,42	M3
	Calle Guayaquil	-	-	8	45	0,18	M3
	Calle 11	-	-	45	53	0,85	M4
	Calle Manuel Salgado	-	-	18	22	0,82	M4
	Calle Iturralde	-	-	16	21	0,76	M4
	Calle 10	-	-	20	25	0,8	M4
	Calle Doctor Mario Mogollón	-	-	13	32	0,41	M3
	Calle Amazonas	-	-	8	9	0,89	M3
Vías de este a oeste	Calle Quito	33	37	-	-	-	M3
	Calle Belisario Quevedo	41	73	12	22	0,55	M3
	Calle Vicente León	40	44	13	22	0,59	M3
	Calle Sucre	30	61	32	33	0,97	M3
	Calle 24 de Mayo	43	82	12	74	0,16	M3
	Calle Rocafuerte	27	53	11	21	0,52	M3
	Avenida Olmedo	22	101	-	-	-	M3
	Calle Mejía	-	-	8	23	0,35	M3
Calle Juan Hidalgo	-	-	25	38	0,66	M3	
Vía de sur oeste	Avenida Jaime Mata Yerovi	49	97	-	-	-	M3

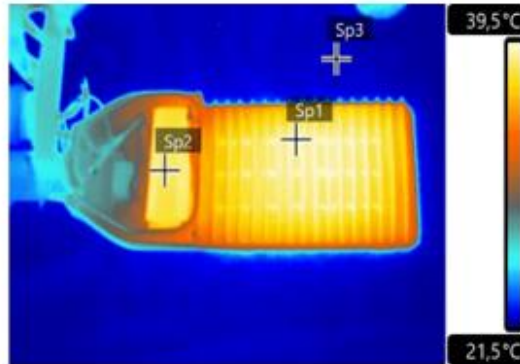
## Informe eléctrico

Comportamiento de las luminarias en función del tiempo



## Informe Termográfico

Equipo	Potencia	Anomalia
Luminaria vial LED SYL-STREET	150-200W	Perdidas por calor

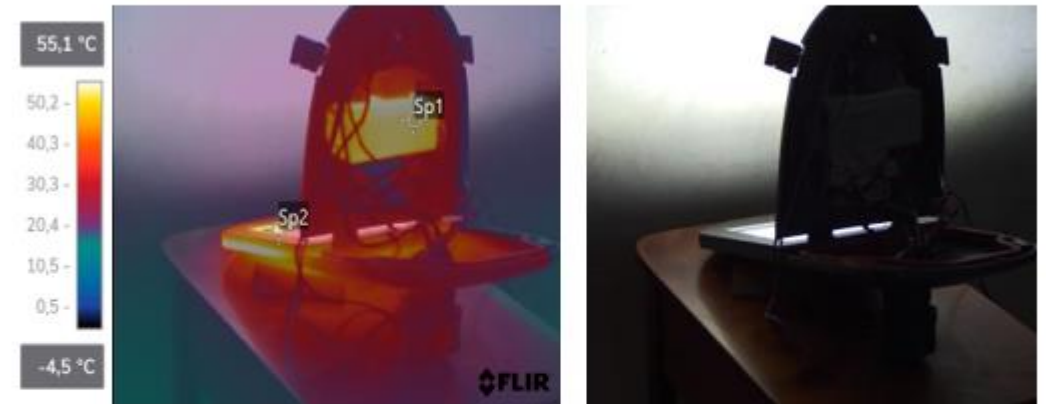


Distancia (m):	0.95	Puntos marcados	
Temperatura ambiente (°C):	22,4 °C	Sp1	46,1 °C
Temperatura máxima (°C):	46,1 °C	Sp2	42,3 °C
Temperatura de referencia (°C):	34,1 °C	SP3	22,4 °C

### Observaciones generales

Se observa que la luminaria pierde energía por calor en el centro del disipador (Sp1), y también en el drive (Sp2), se estima que las pérdidas son por condición en los chips LED. La mayor pérdida de calor se da en el disipador con 46,1 °C

Equipo	Potencia	Anomalia
Luminaria vial AP LED	150W	Perdidas por calor



Distancia (m):	0.95	Puntos marcados	
Temperatura ambiente (°C):	22°C	Sp1	53 °C
Temperatura máxima (°C):	53 °C	Sp2	52.3 °C
Temperatura de referencia (°C):	34 °C		

### Observaciones generales

Se observa que la luminaria pierde energía por calor donde se aloja los chips LED (Sp2), y también en el drive (Sp1), se estima que las pérdidas son por condición en los chips LED. La temperatura es entre la placa de chips y el drive son los mismos por que no existe disipador. La mayor pérdida de calor es de 53 °C.



## Elaboración de plan de mantenimiento

ALUMBRADO PÚBLICO CON TECNOLOGÍA LED		
		DNP
Año	DRIVE	RELÉ PROGRAMABLE
Fin del 1er año		
Fin del 2do año		
Fin del 3er año		
Fin del 4to año		
Fin del 5to año	✓	✓
Fin del 6to año		
Fin del 7mo año		
Fin del 8vo año		
Fin del 9no año		
Fin del 10mo año	✓	✓
Fin del 11mo año		
Fin del 12vo año		
Fin del 13vo año		
Fin del 14vo año		
Fin del 15vo año	✓	ü
Fin del 16vo año		
Fin del 17vo año		
Fin del 18vo año		
Fin del 19vo año		
Fin del 20vo año		
Total de cambios	3	3

ALUMBRADO PÚBLICO CON TECNOLOGÍA DE SODIO						
Modificaciones de accesorios en el tiempo con mantenimiento preventivo.						Doble nivel de potencia
Año	BOMBILLO	INIGTOR	BALASTRO	CAPACITOR	FOTOCÉLULA	RELÉ PROGRAMABLE
Fin del 1er año						
Fin del 2do año						
Fin del 3er año						
Fin del 4to año	✓	✓			✓	✓
Fin del 5to año						
Fin del 6to año						
Fin del 7mo año						
Fin del 8vo año	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Fin del 9no año						
Fin del 10mo año						
Fin del 11vo año						
Fin del 12vo año	✓	✓			✓	✓
Fin del 13vo año						
Fin del 14vo año						
Fin del 15vo año						
Total de cambios	3	3	1	1	3	3

## Informes Económico

VSAP de 150 W por LED 100W

### DATOS DE ILUMINACIÓN

	Datos	Unidades
Consumo de energía anual actual	1.946.444,63	kWh/año
Costo anual de la energía actual	179.072,91	\$
Consumo de energía anual proyectado con LED	1.318.467,60	kWh/año
Costo anual de la energía con LED	121.299,02	\$
Ahorro anual en costo de energía	57.773,89	\$
Ahorro en costo de reemplazo y mantenimiento	156.997,50	\$
Ahorro anual total	214.771,39	\$
Vida útil total con LED	11,42	años
Costo total de inversión en luminarias LED	539.760,00	\$
Período de retorno de la inversión	2,513183945	años
<b>Eficiencia (Energía LED/ Energía VSAP)</b>	<b>67,73</b>	<b>%</b>



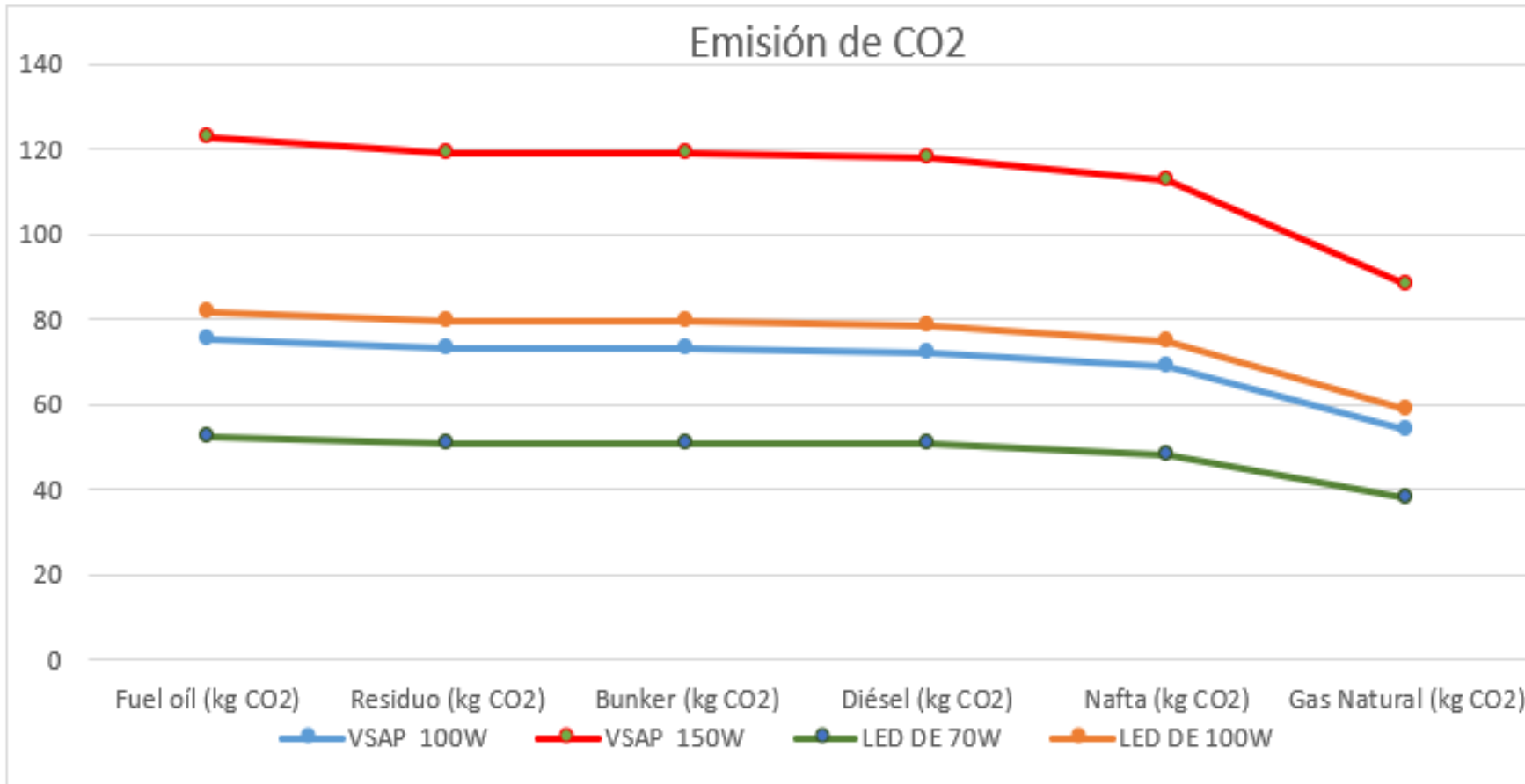
*Energía a su Servicio*



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



## Huella de carbono



Los niveles de potencia permiten controlar el consumo eléctrico según las necesidades, maximizando el ahorro de energía y reduciendo la demanda en momentos críticos, lo que contribuye a la sostenibilidad ambiental y mitiga las emisiones de CO2, especialmente en la generación termoeléctrica

# AGENDA

- I** PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- II** MARCO TEÓRICO
- III** METODOLOGÍA
- IV** PROPUESTA
- V** ANÁLISIS DE RESULTADOS
- VI** CONCLUSIONES

## Conclusiones

1. En Salcedo, Cotopaxi, 7432 luminarias consumen 1,11 MW, representando el 13,04% de la provincia y el 12,78% de la potencia total de iluminación en Cotopaxi, destacando su relevancia energética.
2. Las luminarias VSAP de 150 W consumen 1946 MWh anuales, costando \$179072,9. Con LED, se espera un consumo de 1318 MWh, con un costo proyectado de \$121299, ahorrando \$57773,8 al año.
3. También se prevé un ahorro adicional de \$156997,5 en mantenimiento. El ahorro total anual es \$214771,38, beneficiando la eficiencia financiera. Ya que la vida útil de las luminarias LED es de 11,4155 años, con una inversión total de \$539760.
4. Finalmente, el análisis revela que las luminarias LED muestran una mayor eficiencia en emisiones de CO<sub>2</sub> en comparación con las VSAP. Las VSAP de 100W y 150W emiten 69,517 y 113,3 kg de CO<sub>2</sub> por hora, respectivamente, mientras que las LED de 70W y 100W emiten menos, con valores de 48,65 y 75,533 kg por hora.

# GRACIAS

