



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## **ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEGESTIÓN QUE PERMITA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL CENTRO HISTÓRICO DE IBARRA, CONCESIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA EMELNORTE S.A.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA**

**AUTOR: RUEDA FLORES, JEFFERSON ANDRÉS**

**DIRECTOR: ING. MULLO, ÁLVARO**

**2020**

VERSIÓN: 1.0



# ***Introducción***

El presente proyecto tiene como objetivo el análisis de factibilidad técnica para potenciar la eficiente energética de la red de alumbrado público del centro histórico de Ibarra, mediante la proyección de un sistema de telegestión con tecnología Led.



# Planteamiento del Problema

El estado actual del servicio de alumbrado público en centro histórico de la ciudad de Ibarra presenta muchos defectos como: la utilización aun de luminarias clásicas (vapor de sodio), consumo de energía alto, intensidad de la iluminación fija, coste de mantenimiento elevado, detección de falla de luminarias nula y presencia de luminarias dañadas.



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

# Objetivo General

Realizar un análisis de factibilidad técnica del servicio de alumbrado público mediante el estudio de campo del sistema eléctrico actual para una propuesta de implementación de un sistema de telegestión que permita una reducción de consumo de energía en el Centro Histórico de la Ciudad de Ibarra.



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

# Objetivos Específicos

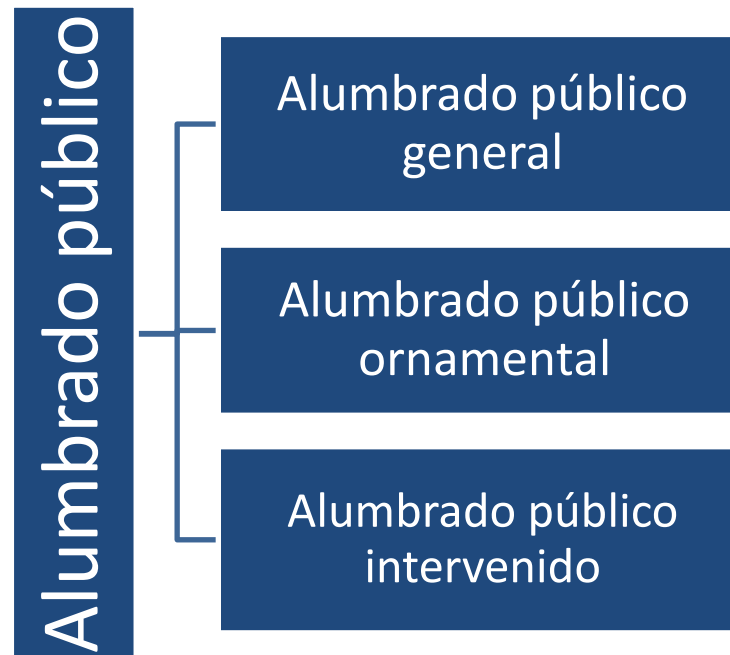
- ❖ Realizar un levantamiento de información técnica actual de alumbrado público general en el centro Histórico de Ibarra.
- ❖ Analizar los diferentes sistemas de telegestión junto con luminarias led que podría prestar al servicio de alumbrado público general del centro histórico de Ibarra.
- ❖ Proponer un sistema de telegestión que mejore la eficiencia energética en alumbrado público en el centro histórico de Ibarra.
- ❖ Validar la factibilidad de la implementación del sistema de telegestión.



# Introducción

**Alumbrado Público:** Constituye la iluminación de vías y espacios públicos destinados a la movilidad, seguridad y ornamentación de los usuarios.

El alumbrado público se clasifica en:

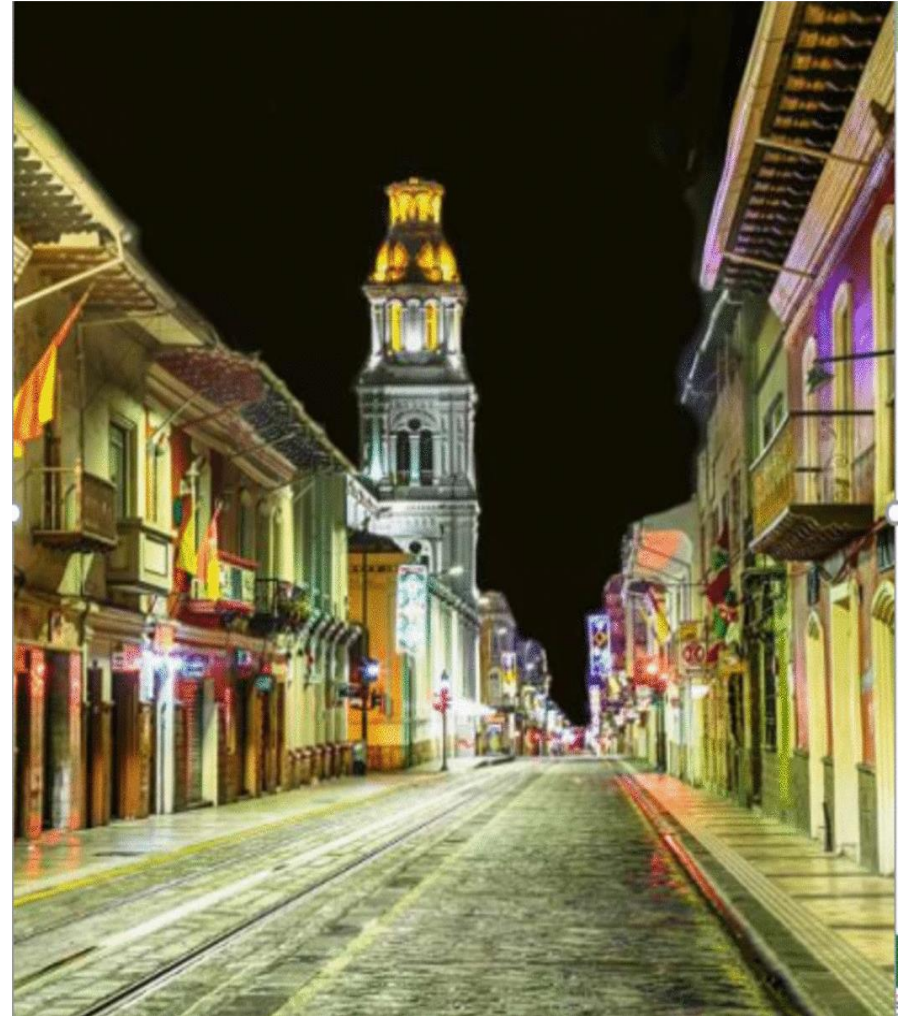


# Introducción

## **Alumbrado Público General –APG– :**

Es la iluminación de vías públicas, para tránsito de personas y/o vehículos.

**Excluye** la iluminación de las zonas comunes de unidades inmobiliarias declaradas como propiedad horizontal, la iluminación pública ornamental e intervenida.



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

# Introducción

**Alumbrado Público Ornamental:** Es la iluminación de áreas públicas como parques, plazas, espacios deportivos abiertos, iglesias, piletas, monumentos y similares.

Los niveles iluminación obedecen más a criterios estéticos determinados por el gobierno autónomo descentralizado correspondiente, o por el órgano estatal competente.



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



# Introducción

**Alumbrado Público Intervenido:** Es la iluminación de vías públicas, para tránsito de personas y/o vehículos que, debido a planes o requerimientos de los usuarios o propietarios, no llegan a cumplir los niveles de iluminación.

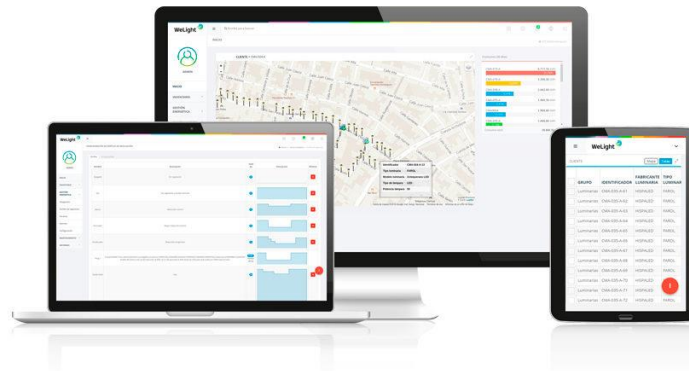


# Introducción

## TELEGESTIÓN

La telegestión es un conjunto de productos basados en las tecnologías avanzadas que permiten el control a distancia de instalaciones técnicas aisladas o distribuidas geográficamente.

Los sistemas de telegestión implican una serie de mejoras e innovaciones, tanto tecnológicas y comunicación, así como en el control y operación de la red



# Introducción

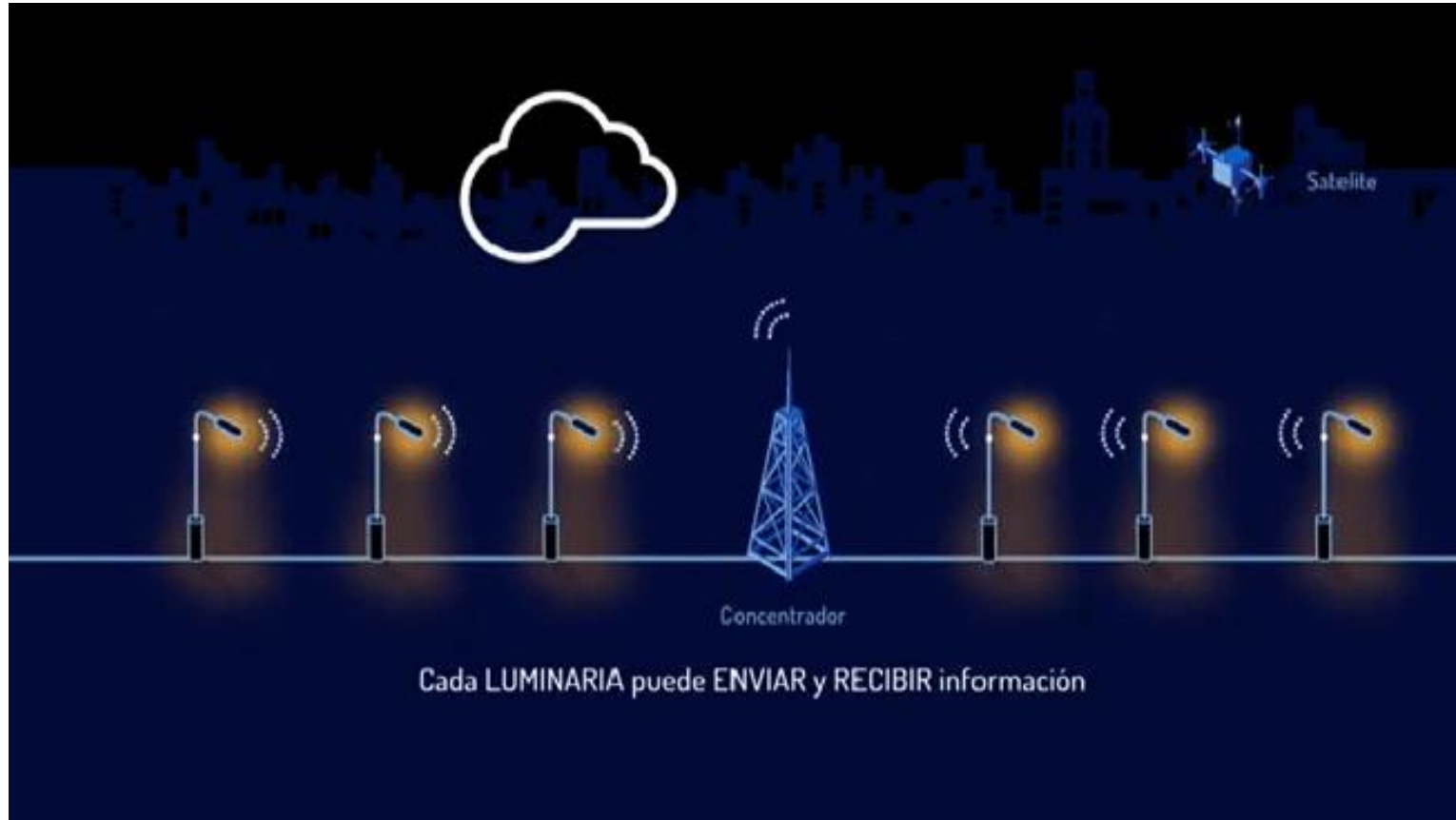
## TELEGESTIÓN - ALUMBRADO PÚBLICO.

La telegestión en el alumbrado público permite evolucionar el sistema de iluminación convencional, dotándolo de una serie de ventajas y permitiendo:



# Introducción

## TELEGESTIÓN



# Introducción

## TELEGESTIÓN



# Introducción

## TELEGESTIÓN



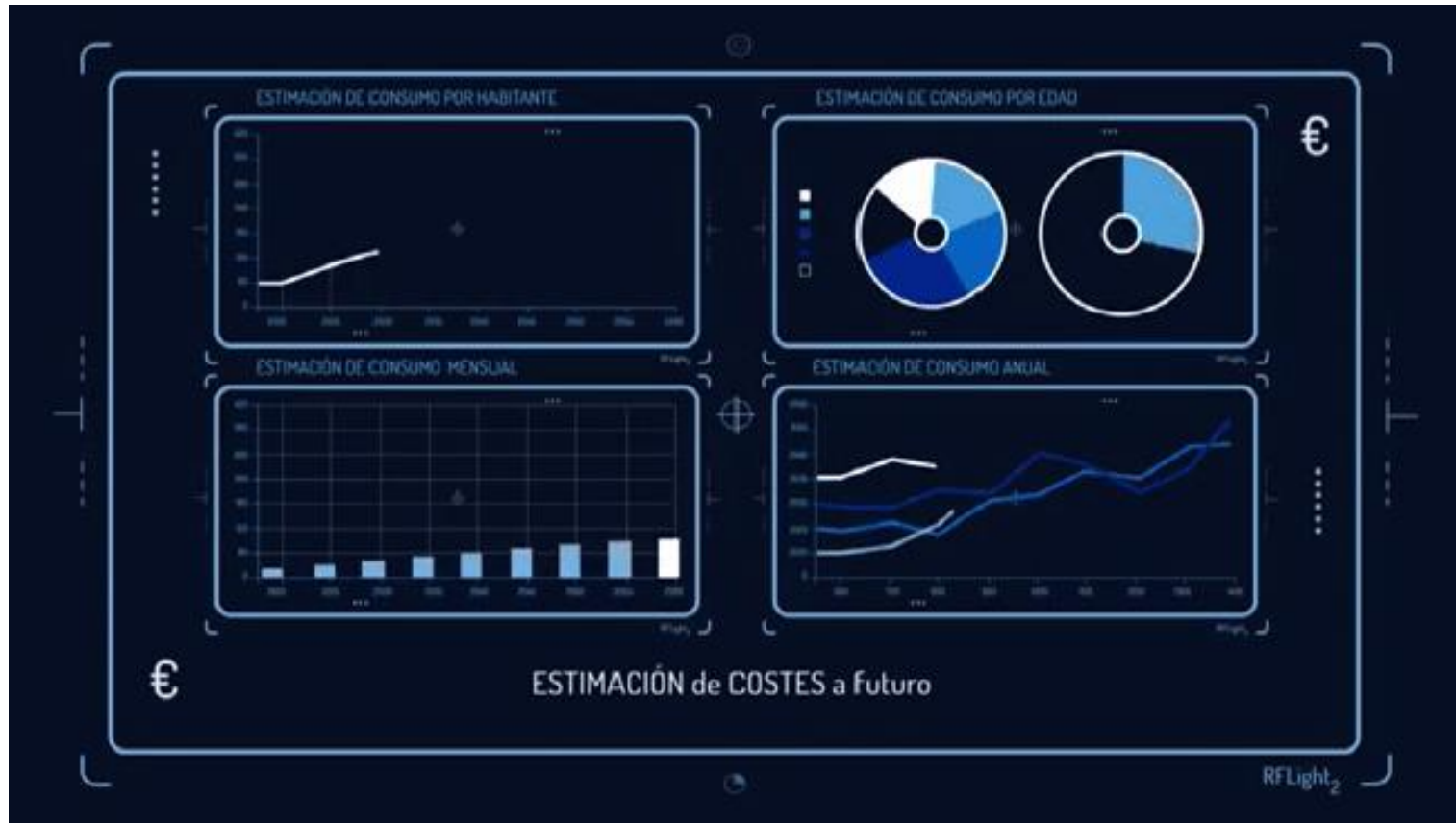
# Introducción

## TELEGESTIÓN



# Introducción

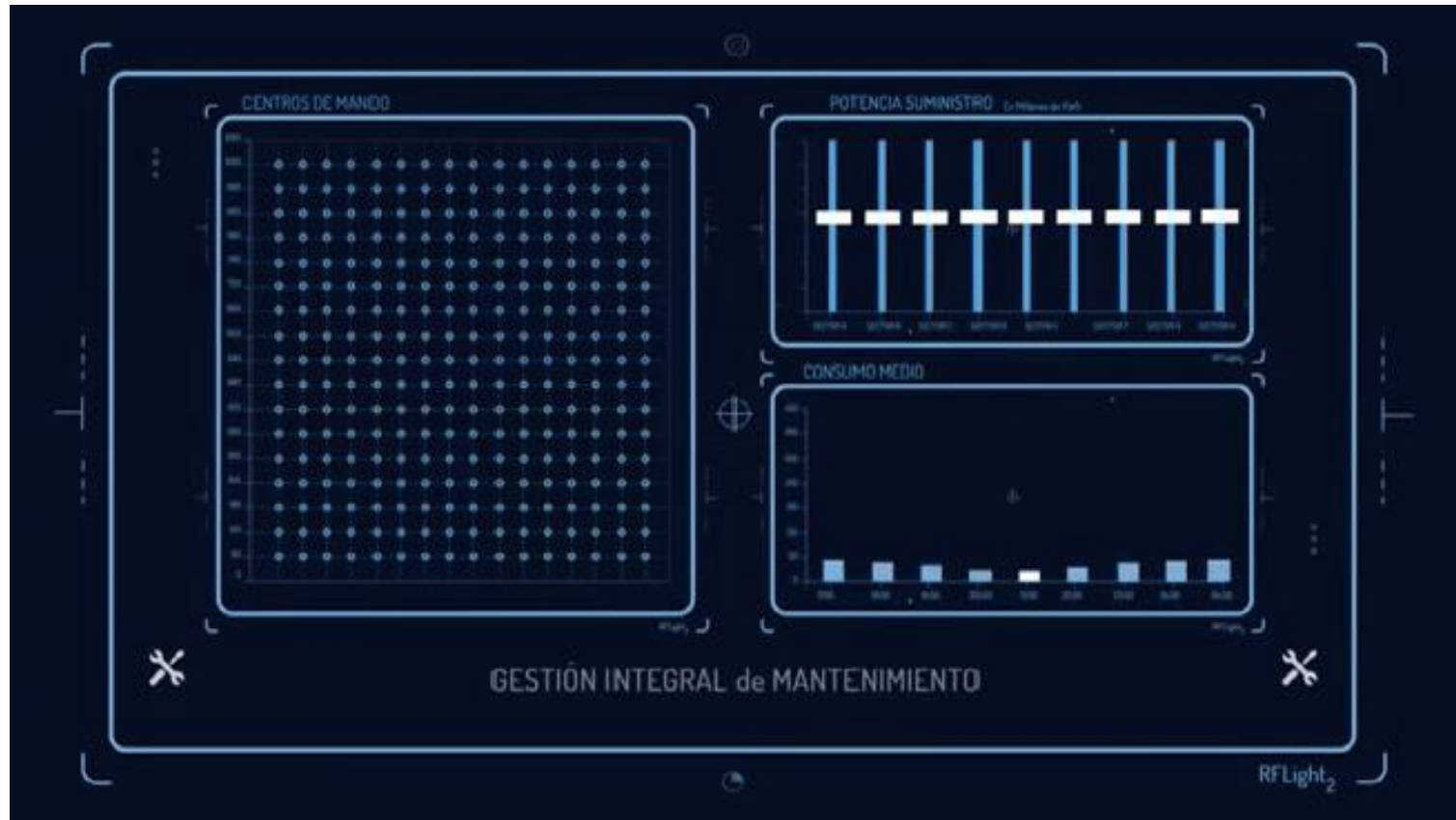
## TELEGESTIÓN





# Introducción

## TELEGESTIÓN



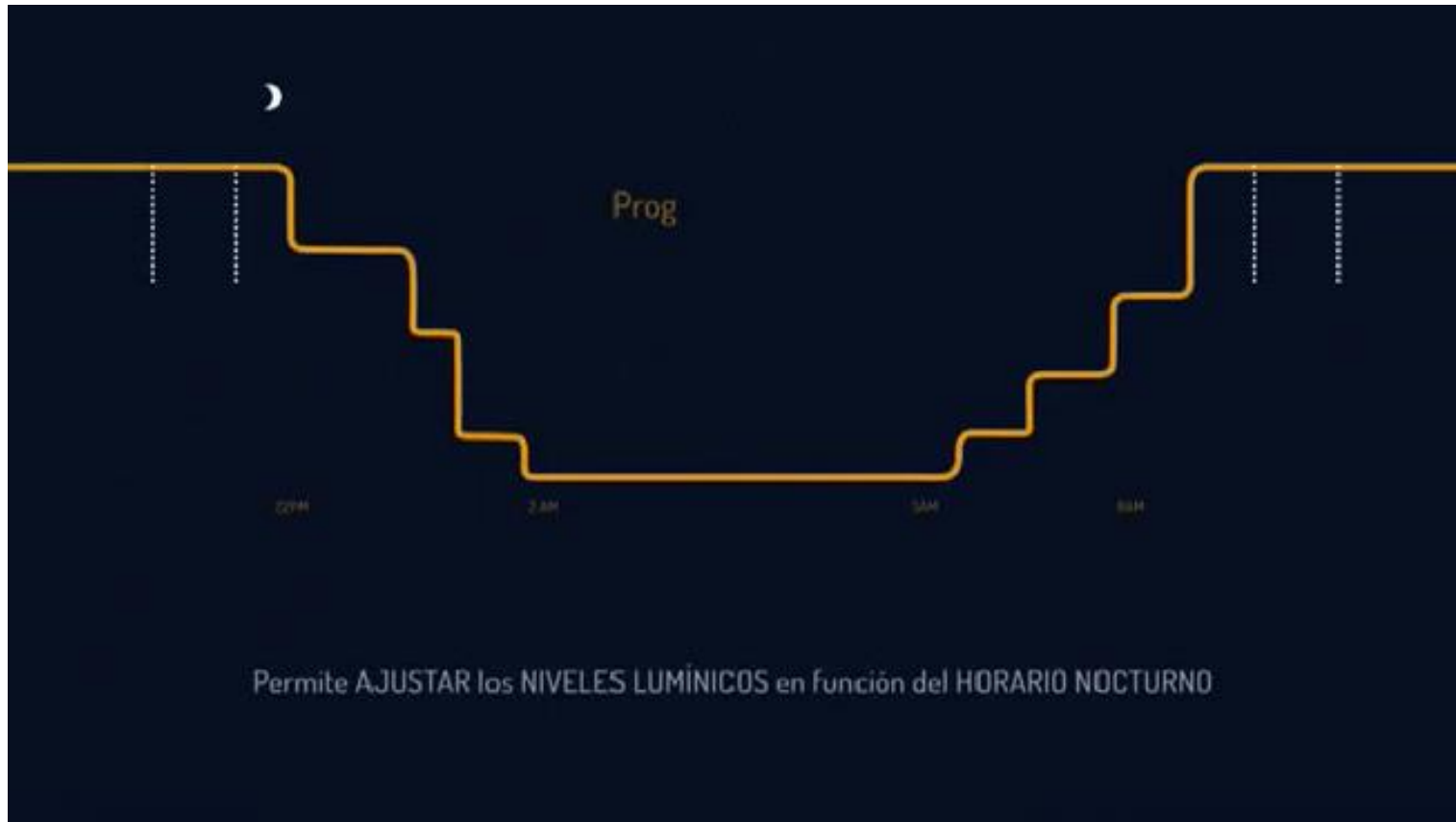
# Introducción

## TELEGESTIÓN



# Introducción

## TELEGESTIÓN



# Introducción

## TELEGESTIÓN



# Introducción

## TELEGESTIÓN



# Introducción

## TELEGESTIÓN



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

# Introducción

## TELEGESTIÓN - ESTRUCTURA



# Introducción

## CONCEPTOS BÁSICOS Y MAGNITUDES DE ILUMINACIÓN

- ❖ Luminotecnia
- ❖ Flujo luminoso
- ❖ Eficacia luminosa
- ❖ Intensidad luminosa
- ❖ Iluminancia
- ❖ Luminancia
- ❖ Uniformidad general





# Introducción

## LUMINOTECNIA



Es la ciencia que estudia las distintas formas de producción de luz, así como su control y aplicación.

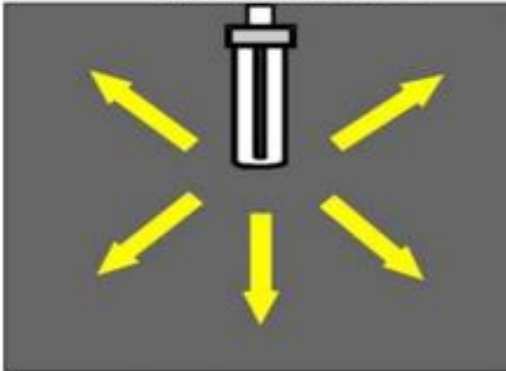


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

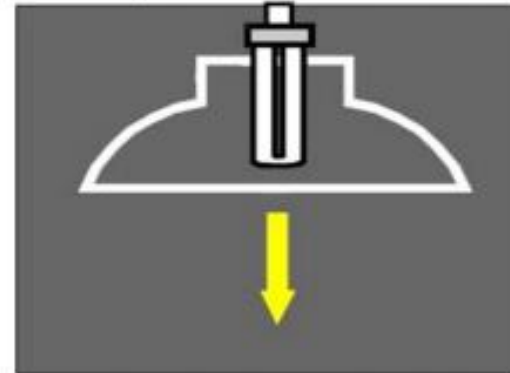
# Introducción

Las magnitudes más importantes en iluminación son:

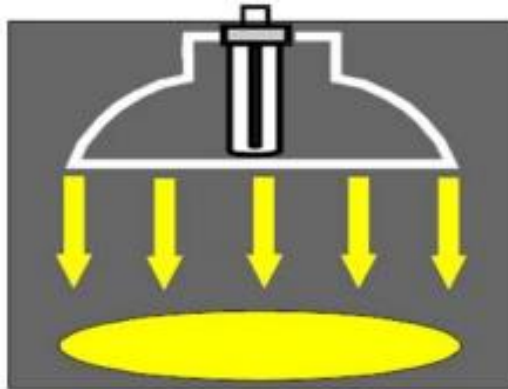
a) Flujo luminoso



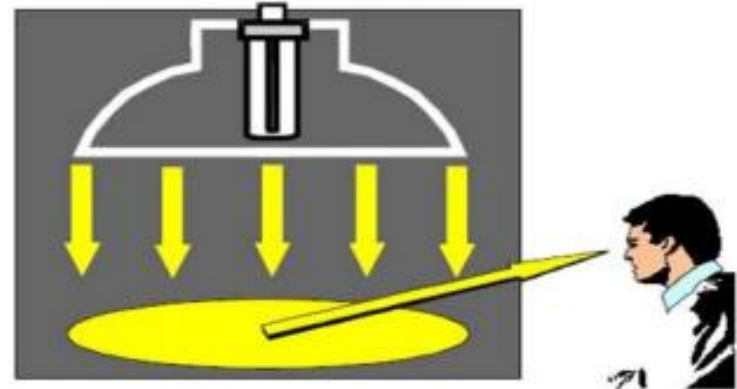
b) Intensidad luminosa



c) Iluminancia



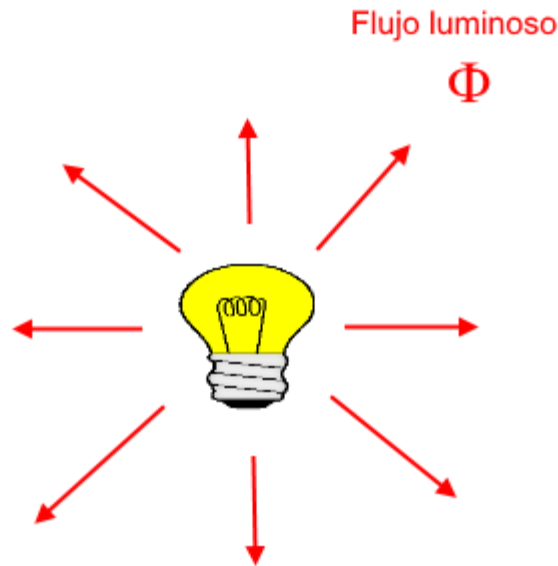
d) Luminancia



# Introducción

**FLUJO LUMINOSO:** Es la cantidad total de iluminación emitida por una fuente de luz, en un segundo, en todas las direcciones.

- Su símbolo es la letra griega  $\Phi$  (fi mayúscula) y su unidad es el **lumen** (lm).

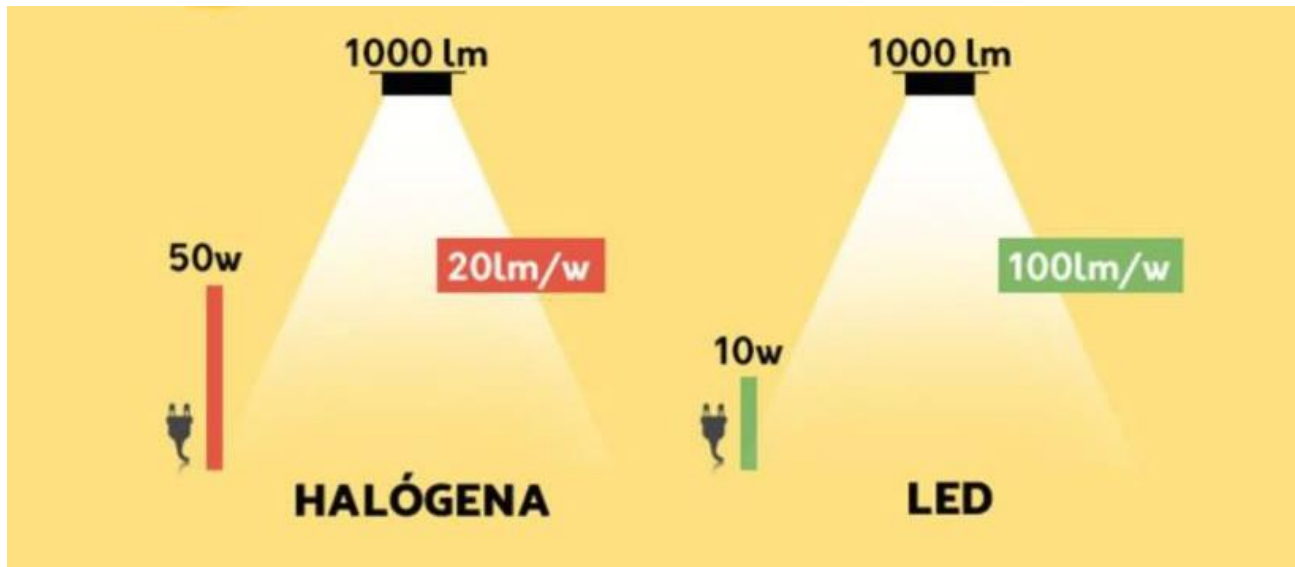


# Introducción

**EFICACIA LUMINOSA:** Relación existente entre el flujo luminoso (en lm) emitido por una fuente de luz y la potencia (en W) que consume



$$\frac{\text{Flujo Luminoso}}{\text{Potencia Disipada}} = \text{EFICACIA LUMINOSA} \quad \text{Unidad: lm/W}$$



# Introducción

**INTENSIDAD LUMINOSA:** La intensidad luminosa de una fuente de luz es la cantidad de luz emitida, en un segundo y en una determinada dirección.



= Flujo luminosa en una dirección específica, irradiado por unidad de ángulo sólido

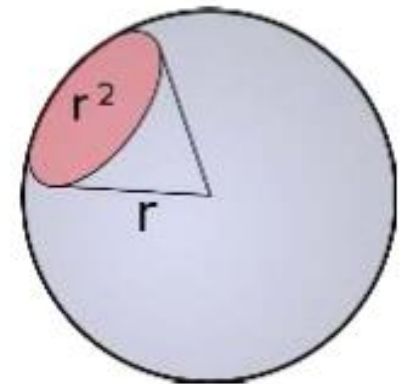


**INTENSIDAD LUMINOSA**

Unidad: **candela** (cd)

Ángulo Sólido

$$1 \text{ candela} = \frac{1 \text{ lúmen}}{1 \text{ esteroradian}}$$



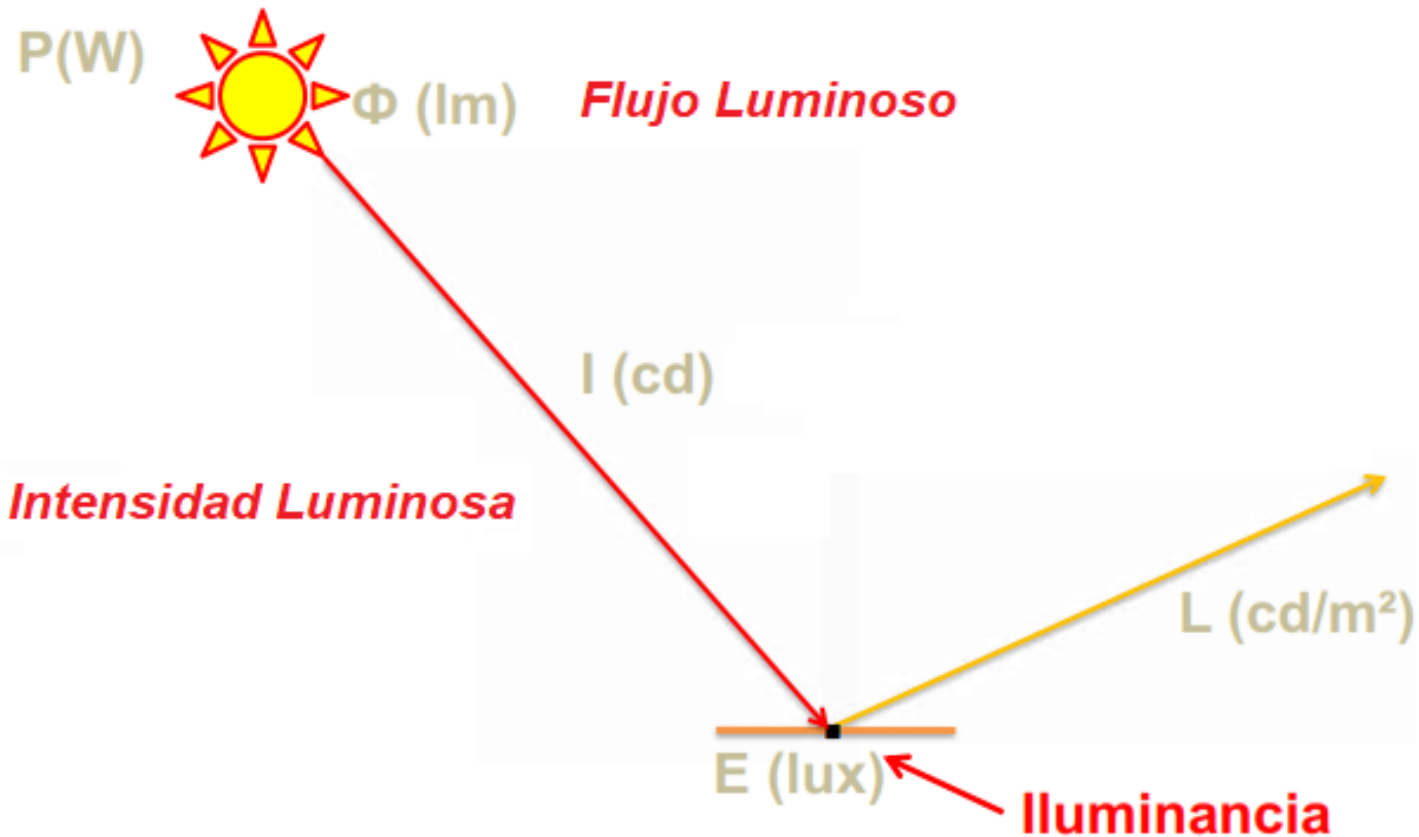
Esféra =  $4\pi \text{ sr}$



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

# Introducción

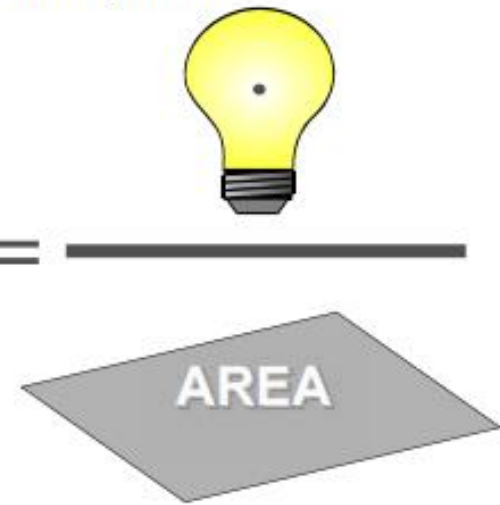
## ILUMINANCIA




# Introducción

## ILUMINANCIA

- ✓ Relación entre el flujo incidente en una superficie dividido por el área de esa superficie.



**E** =  / **AREA** = **ILUMINANCIA**  
Unidad: **lux**

- ✓  $1 \text{ lux} = \frac{1 \text{ lumen}}{1 \text{ m}^2}$



# Introducción

## ILUMINANCIA - (Ejemplo)

Quizás hayan jugado alguna vez a iluminar con una linterna objetos situados a diferentes distancias.



Si se pone la **mano delante** de la linterna podemos ver esta **fuertemente iluminada por un círculo pequeño** y si se ilumina una **pared lejana** el círculo es **grande y la luz débil**. Esta sencilla experiencia recoge muy bien el concepto de iluminancia.





# Introducción

## Ejemplos de valores de Iluminancia

Calle	5 – 10 lux
Carretera	15 – 30 lux
Rotonda	30 – 40 lux
Cancha de Fútbol	100 – 800 lux
Oficina	300 – 500 lux
Entrada de un Túnel	2.000 – 3.000 lux
Día Soleado	80.000 - 100.000 lux



# Introducción

## ILUMINANCIA



La iluminancia es medida con un **medidor de iluminancia o luxómetro** (rango: desde 0.1 to 199 900 lx para este instrument LMT).

Unidad: **lux**



# *Introducción*



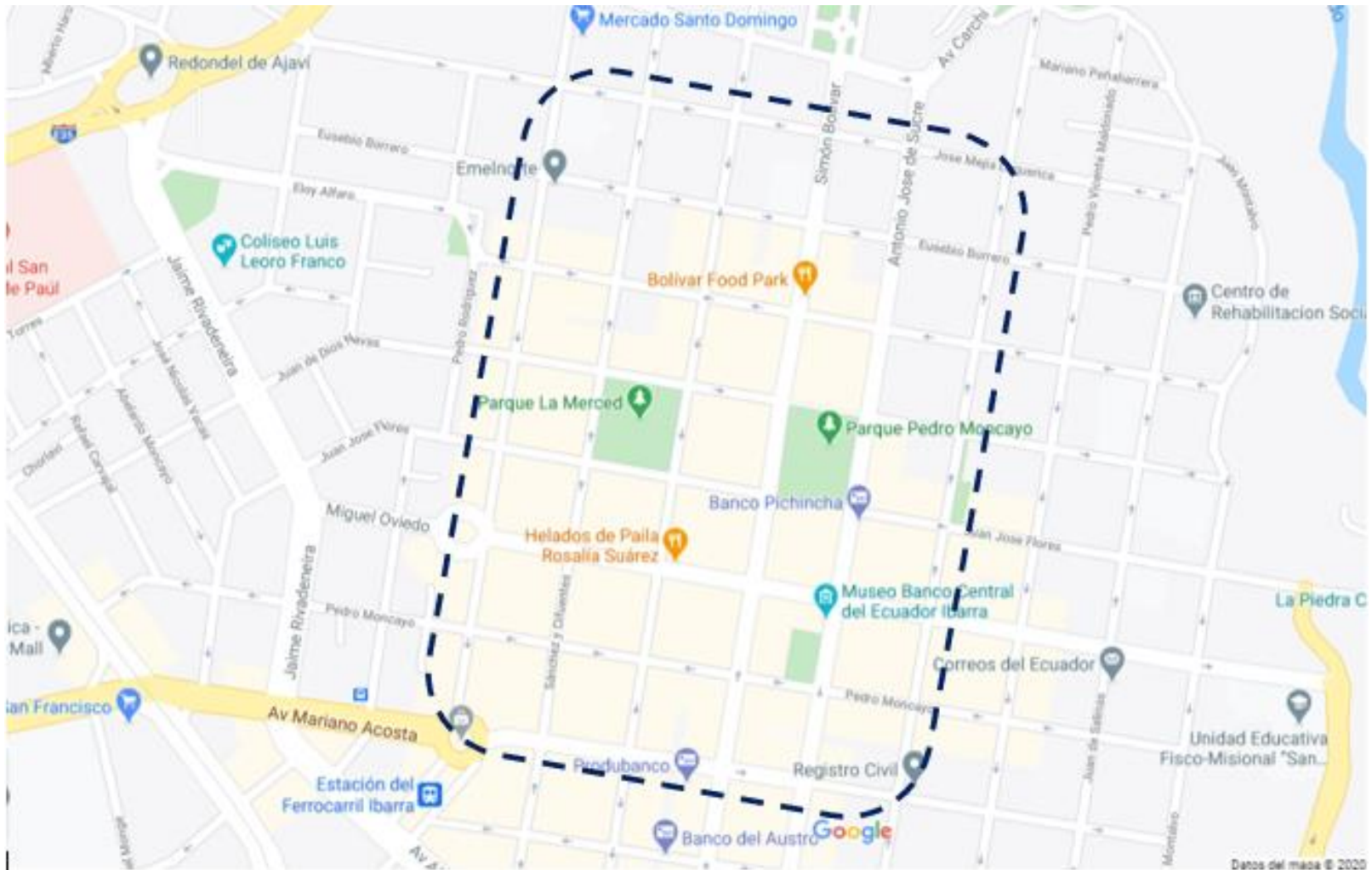
**IBARRA - ECUADOR**

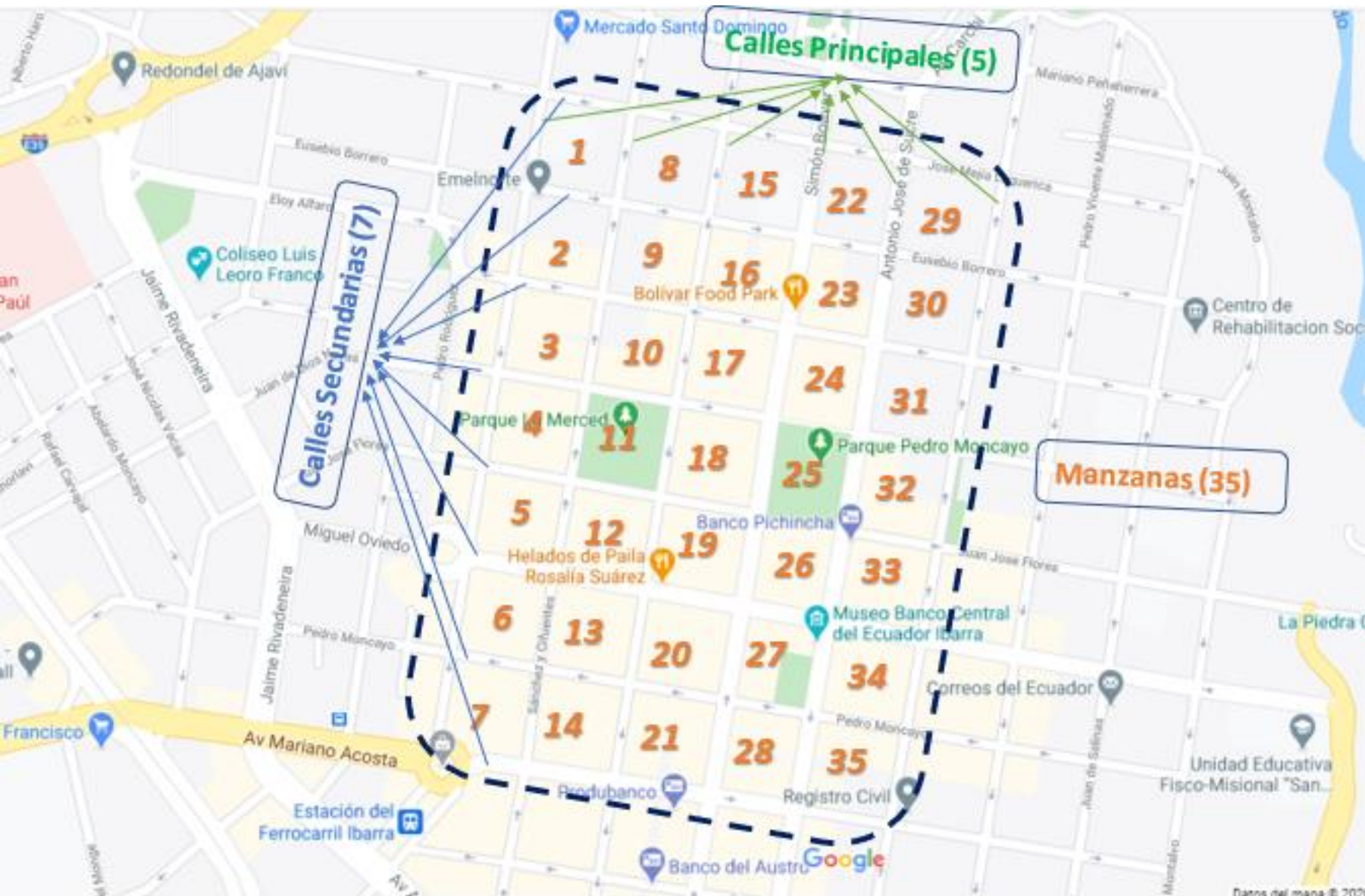


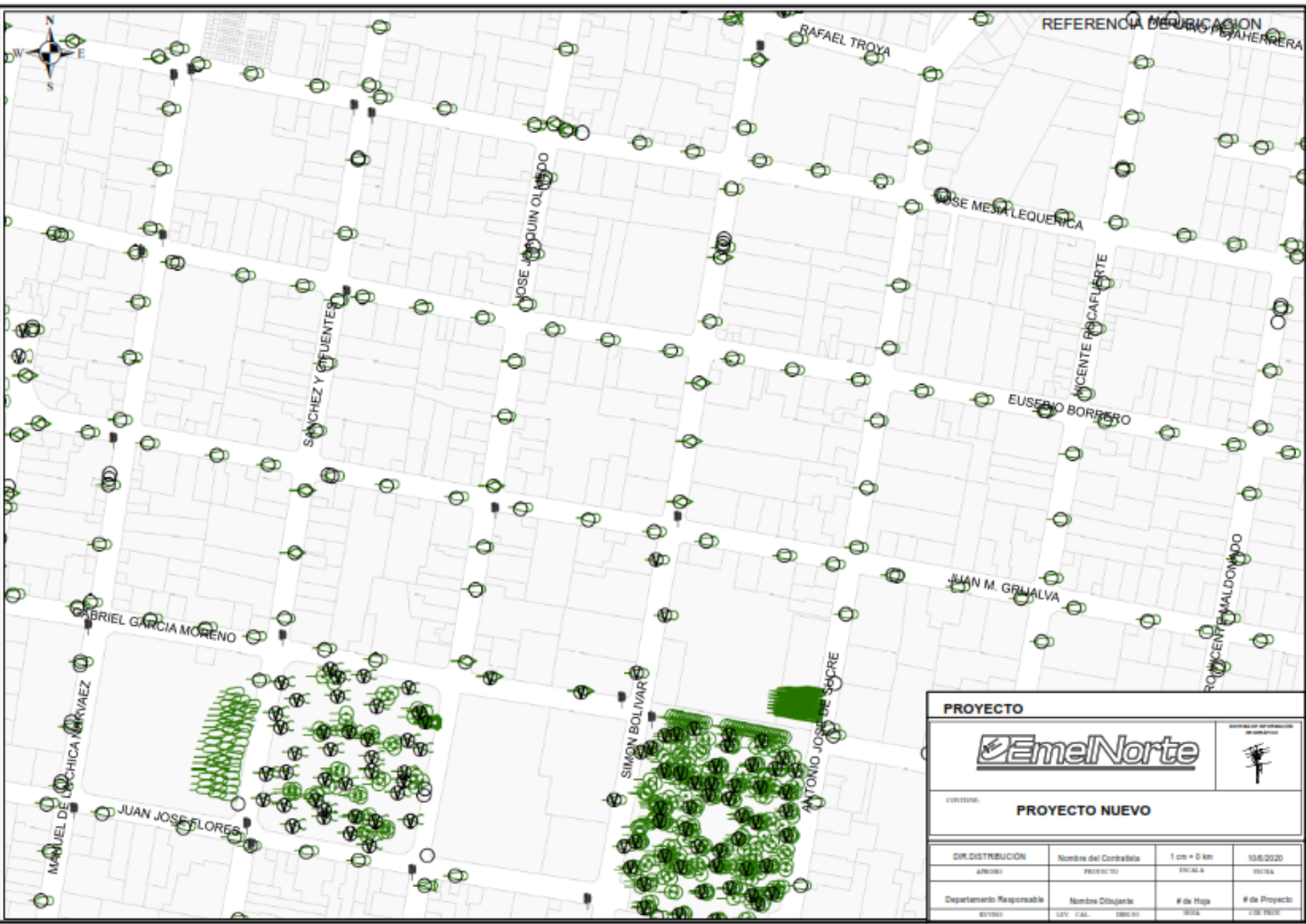
**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Resultados de la investigación

## Levantamiento actual del Alumbrado Público







<b>PROYECTO</b>			
			
CONTIENE <b>PROYECTO NUEVO</b>			
DIR. DISTRIBUCION	Nombre del Corbalista	1 cm = 0 km	10/6/2020
APR/201	PR/201/21	10 CALA	10 CALA
Departamento Responsable	Nombre Dibujante	# de Hoja	# de Proyecto
01/201	LDY. CAC. 2000/21	0004	1307/2020

# Resultados de la investigación

Levantamiento sobre datos de luminarias y sus características técnicas actuales

BASE DE DATOS											8 - 14
ECUADOR - IBARRA											
Sitio		Centro Histórico									
Empresa Distribuidora		EmelNorte									
Calle Principal		Pedro Moncayo									
Calles Secundarias		Vicente Rocafuerte/ Manuel de la Chica Narvaez									
LUMINARIAS											
LÁMPARA				POSTE				TRANSFORMADORES			
Código de luminaria	Tipo lámpara	Potencia Unitaria (W)	Forma de control	Disposicion	Número de Poste	Tipo de Poste	Coordenadas		Código de Transf.	S/E	Alimentador
88524	Led	115	H. Piloto	Unilateral	106023	Hormigón	820643.79	10038639.55	20877	AJAVI	3
88525	Led	115	H. Piloto	Unilateral	106024	Hormigón	820614.04	10038644.82	20877	AJAVI	3
88526	Led	115	H. Piloto	Unilateral	106025	Hormigón	820579.17	10038650.79	20877	AJAVI	3
88531	Sodio	250	H. Piloto	Unilateral	106026	Hormigón	820541.48	10038656.54	20879	AJAVI	3
88532	Sodio	250	H. Piloto	Unilateral	106027	Hormigón	820504.02	10038662.52	20879	AJAVI	3
88533	Sodio	250	H. Piloto	Unilateral	106028	Hormigón	820477.31	10038666.76	20879	AJAVI	3
42075	Led	105	H. Piloto	Unilateral	104965	Hormigón	820839.81	10038606.42	29533	AJAVI	1
42077	Led	105	H. Piloto	Unilateral	104967	Hormigón	820804.66	10038612.93	29534	AJAVI	1
42078	Led	115	H. Piloto	Unilateral	104968	Hormigón	820765.48	10038614.48	29534	AJAVI	1
42079	Led	115	H. Piloto	Unilateral	104969	Hormigón	820725.45	10038621.62	29535	AJAVI	1
88465	Led	115	H. Piloto	Unilateral	105986	Hormigón	820683.26	10038631.83	29535	AJAVI	1
42064	Sodio	250	H. Piloto	Unilateral	104954	Hormigón	820947.25	10038586.92	29533	AJAVI	1
42065	Sodio	250	H. Piloto	Unilateral	104955	Hormigón	820919.2	10038591.9	29533	AJAVI	1
42070	Sodio	250	H. Piloto	Unilateral	104959	Hormigón	820876.57	10038599.43	29533	AJAVI	1
Total Luminarias		14									



# Resultados de la investigación

## Delimitaciones del centro histórico de Ibarra

CENTRO HISTÓRICO				
	DATOS DEL AREA		DATOS DE LA CUADRA	
Largo prom.	750	m	100	m
Ancho prom.	520	m	95	m
Área prom.	39000	m <sup>2</sup>	9500	m <sup>2</sup>

EXTRAS	
Manzanas Intervenidas	35
Cuadras Intervenidas	81
Calles Intervenidas	14
Promedio de lámparas por cuadra	3.4

## Parámetros de análisis

DATOS LEVANTAMIENTO	
Luminarias Sodio	193
Luminarias Led	57
Total Luminarias	250





# Resultados de la investigación

El universo se toma por cuabras:

81

La siguiente fórmula se desarrolla para universos menores a 100 000 elementos.

Muestra n

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{E^2 (N - 1) + Z^2 * P * Q}$$

Z = Distribución normal (tabla Z).

P = Variabilidad positiva

Q = Variabilidad negativa

N = Tamaño del universo

E = Error muestral

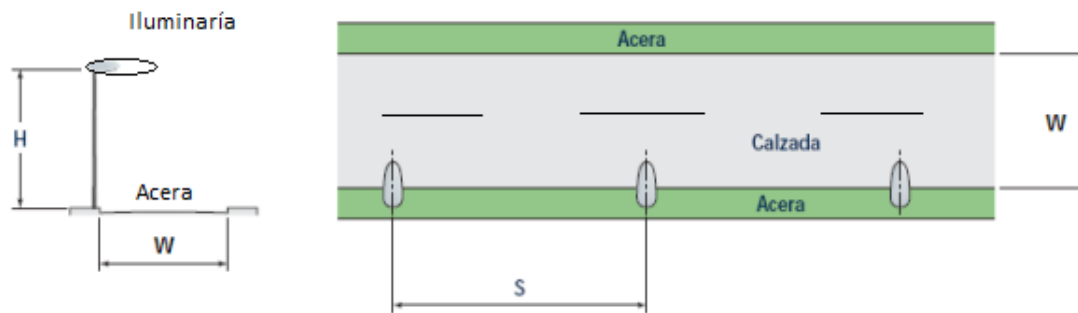


# Resultados de la investigación

Tamaño de la muestra con los datos obtenidos

Muestra	N	Z	E	P	Q	n
1	81	1.65	0.07	0.88	0.12	34.2

Se coge un muestreo de 34 cuadras (cada cuadra consta con un promedio de 3 iluminarías).



Disposición unilateral, y características generales de calzada, acera y disposición de luminarias



# Resultados de la investigación

## Levantamiento de información de campo

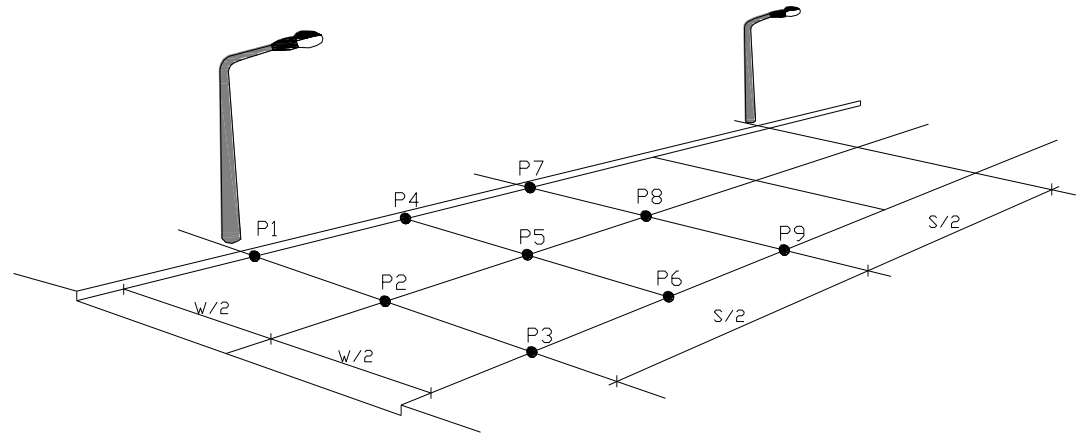
Calle: Pedro Moncayo

LUMINARIA (Tipo-referencia-marca):	ACRETI-ELECTROCONTROL- LAPAL II	LUMINARIA (Potencia - fuente):	SODIO - 250 W
TIPO DE APOYO (Poste - longitud)	Poste hormigón de 11 m	ALTURA DE MONTAJE DE LA LUMINARIA - H (m)	8 m
ANCHO DE CALZADA - W (m)	8 m	INTERDISTANCIA ENTRE LUMINARIAS CONSECUTIVAS - S(m)	34 m
DISPOSICION DE LAS LUMINARIAS	Unilateral	TENSION NOMINAL DE LA LUMINARIA	220 V
ANGULO DE INCLINACION DE LA LUMINARIA	15	DISTANCIA DEL POSTE AL BORDE DE LA CALZADA - A1 (m)	0,6 m
¿EL CONJUNTO ÓPTICO DE LAS LUMINARIAS ESTÁ SUCIO POR LA POLUCIÓN?			NO



# Resultados de la investigación

PUNTOS			
	1 67.4	4 22.8	7 10.9
	2 41.6	5 27.8	8 11.1
	3 11.2	6 12.3	9 6.8



A partir de la lectura de iluminación en los 9 puntos, la iluminación promedio sobre la vía se calcula con la fórmula siguiente:

$$E_{prom} = 1/16 [(E_1 + E_3 + E_7 + E_9) + 2x(E_2 + E_4 + E_6 + E_8) + 4xE_5]$$

Siendo  $E_1, E_2... E_9$  las luminancias en los puntos  $P_1, P_2... P_9$  respectivamente.

$$E_{prom} = 23.944 \text{ luxes}$$



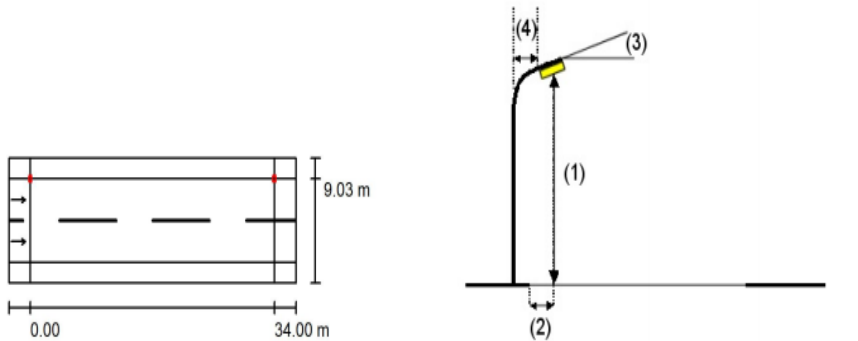
## Resolución Nro. Arconel -006/18

**Objetivo:** Normar las condiciones técnicas que permitan a las empresas eléctricas distribuidoras prestar servicio de alumbrado público general con calidad y eficiencia

Parámetro	Ponderaciones	Valor de ponderación de Vp	Vp seleccionado
Velocidad	Elevado	1	0
	Alto	0.5	
	Moderado	0	
Volumen del tráfico	Elevado	1	0.5
	Alto	0.5	
	Moderado	0	
	Bajo	-0.5	
	Muy Bajo	-1	
Composición de tráfico	Mezcla: con un alto porcentaje de tráfico no motorizado	2	1
	Mezcla	1	
	Solamente motorizado	0	
Separación de vías	No	1	0
	Si	0	
Densidad de la intersección	Alta	1	1
	Moderada	0	
Vehículos parqueados	Se permite	0.5	0.5
	No se permite	0	
Iluminación Ambiental	Alta	1	0
	Moderada	0	
	Baja	-1	
Guías Visuales	Pobre	0.5	0
	Moderado o bueno	0	
Número de clase de iluminación: $M = (6 - \sum Vps)$		Sumatoria	3
		Tipo de vía	3

# Resultados de la investigación

## Desarrollo del sistema actual calle Pedro Moncayo



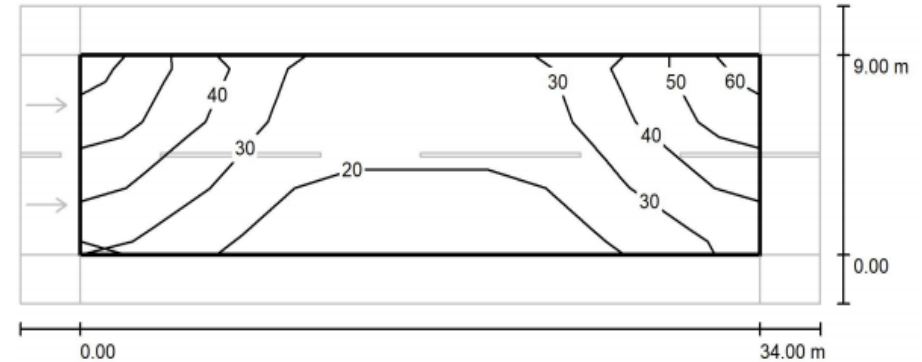
Luminaria:	SYLVANIA 9039761 YAREN Ext. + SHP-T 250W + Sin accesorio
Flujo luminoso (Luminaria):	20858 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	25000 lm
Potencia de las luminarias:	278.0 W
Organización:	unilateral arriba
Distancia entre mástiles:	34.000 m
Altura de montaje (1):	8.121 m
Altura del punto de luz:	8.000 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	15.0 °
Longitud del brazo (4):	0.468 m

Valores máximos de la intensidad luminica  
 con 70°: 130 cd/klm  
 con 80°: 92 cd/klm  
 con 90°: 32 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase de intensidad luminica G1.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.



Valores en Lux, Esc

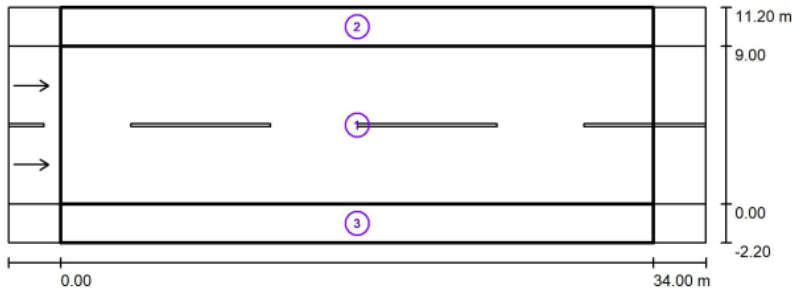
Trama: 3 x 3 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
26	4.51	46	0.173



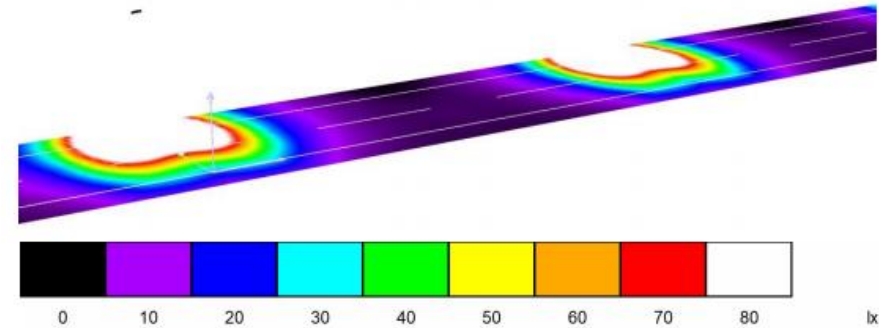
# Resultados de la investigación

## Desarrollo del sistema actual calle Pedro Moncayo



Factor mantenimiento: 0.86

Escala 1:286



### Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1  
 Longitud: 34.000 m, Anchura: 9.000 m  
 Trama: 3 x 3 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
 Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:  
 Valores de consigna según clase:  
 Cumplido/No cumplido:

$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR	$A_r$	$V_e$
1.17	0.26	0.35	3	0.71		
≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50		
✓	✗	✗	✓	✓		

No cumple los parámetros luminotécnicos  
del tipo de calle M3

### Luminarias de vapor de sodio 250 W (promedio)

#### Calle secundaria Pedro Moncayo (26)

H(m)	d(m)	Acera(m)	Calzada(m)	Lmed (cd/m <sup>2</sup> )	Uo (%)	Emed (Lux)	Ti (%)	Ui 1 (%)	SR
8	34	2.2	9	1.17	0.26	26	3	0.35	0.71



# Resultados de la investigación

## Datos obtenidos campo y simulación

Nombre de la calle	Potencia de luminaria	Disposición de luminarias	H(m)	d(m)	Acera (m)	Calzada (m)	L/med (cd/m2)	Uo (%)	Emed (lux)	Emed (lux) Campo	Ti (%)	UI 1 (%)	SR
Centro Histórico / Calle: Manuel de la Chica Narvaez	Sodio de 150W	Unilateral	9	36	2.2	8	0.53	0.22	13	9.52	2	0.14	0.77
	Sodio de 150W	Unilateral	9	34	2.2	8	0.57	0.27	14	10.58	2	0.17	0.77
Promedio			9	35	2.2	8	0.55	0.245	13.5	10.05	2	0.155	0.77
Centro Histórico / Calle: Sánchez y Cifuentes	led 105	Unilateral	8	24	2.2	7.5	0.73	0.08	22	23.07	0	0.04	0.45
	Led 105	Unilateral	8	35	2.1	7.5	0.5	0.04	15	16.51	1	0.04	0.45
Promedio			8	29.5	2.15	7.5	0.615	0.06	18.5	19.79	0.5	0.04	0.45
Centro Histórico / Calle: José Joaquín Olmedo	Sodio de 250	Unilateral	8	35	2.2	8	0.7	0.23	17	14.59	3	0.1	0.73
	Led 115	Unilateral	8	47	2.1	7	0.67	0.02	21	18.53	0	0	0.32
Promedio			8	41	2.15	7.5	0.685	0.125	19	16.56	1.5	0.05	0.525
Centro Histórico / Calle: Simón Bolívar	Sodio 250 W	tres bolillos	7	35	2.2	8	2.27	0.13	32	30.3	3	0.05	0.75
	Sodio 250 W	Unilateral	7	35	2.1	9	1.17	0.16	26	28.45	4	0.06	0.67
Promedio			7	35	2.15	8.5	1.72	0.145	29	29.375	3.5	0.055	0.71
Centro Histórico / Calle: Antonio Jose de Sucre	Sodio de 250	Unilateral	8	38	2.2	8	0.94	0.17	23	21.29	4	0.06	0.73
	Led 105	Unilateral	8	28	2.2	8	0.59	0.06	18	20.61	0	0.03	0.45
Promedio			8	33	2.2	8	0.765	0.115	20.5	20.95	2	0.045	0.59
Centro Histórico / Calle: Vicente Rocafuerte	Sodio de 250	Unilateral	8	38	2.2	8.5	0.92	0.18	23	20.76	4	0.06	0.72
	Sodio de 250	Unilateral	8	35	2.1	8.5	1.13	0.24	28	27.71	4	0.1	0.72
Promedio			8	36.5	2.15	8.5	1.025	0.21	25.5	24.235	4	0.08	0.72
Centro Histórico / Calle: Jose Mejía Lequerica	sodio de 100	Unilateral	7	37	2.2	8	0.46	0.12	12	9.11	3	0.04	0.72
	sodio de 100	Unilateral	8	35	2.2	8.5	0.42	0.19	10	8.16	2	0.1	0.74
Promedio			7.5	36	2.2	8.25	0.44	0.155	11	8.635	2.5	0.07	0.73





# Resultados de la investigación

## Consumo energético del sistema Actual

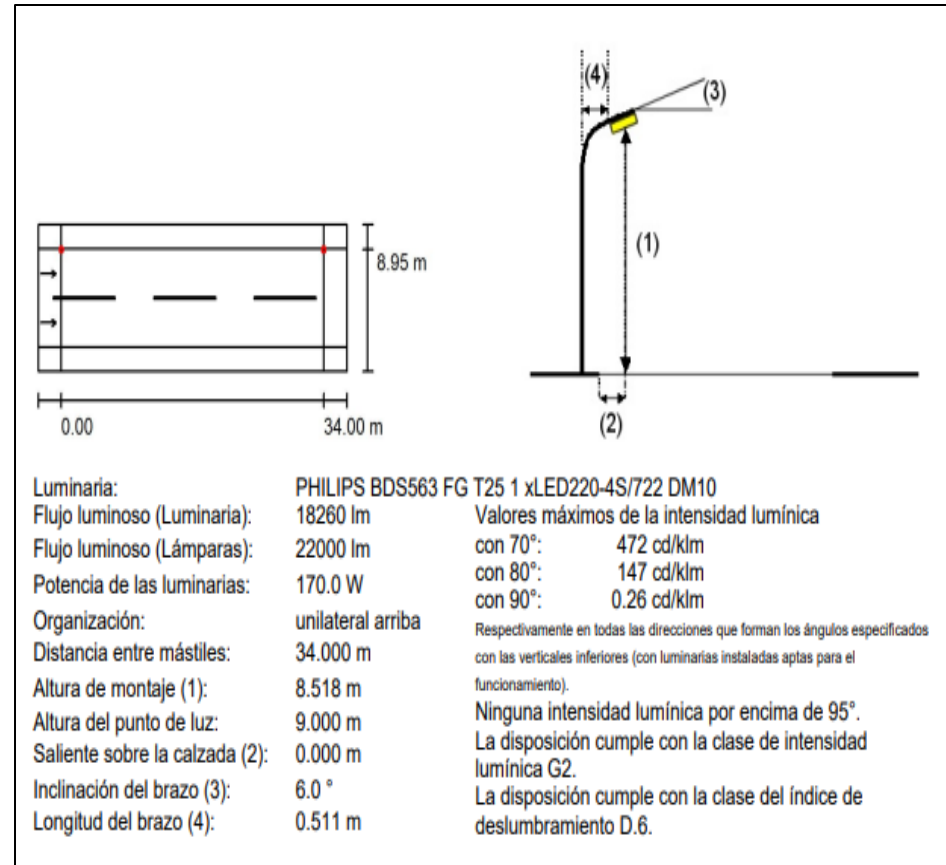
Tipo de luminaria	Tensión	Potencia	N° de luminarias	% de consumo elementos externo (W)	Consumo de las luminarias (W)	Consumo de las luminarias (KW)	Consumo KWh/día	Consumo KWh/mes	Consumo KWh/ anual
Vapor de Sodio	220	250	110	3575	31075	31.075	372.9	11187	134244
Vapor de Sodio	220	150	83	1618.5	14068.5	14.0685	168.822	5064.66	60775.92
Lampara Led	220	115	29	433.55	3768.55	3.76855	45.2226	1356.678	16280.136
Lampara Led	220	105	28	382.2	3322.2	3.3222	39.8664	1195.992	14351.904
		Total	250		Total	52.23425	626.811	18804.33	225651.96



# Propuesta

## Desarrollo de la propuesta calle Pedro Moncayo, cambio de tecnología a Led

Descripción	Especificación técnica
Voltaje nominal	240/120V
Potencia	170w
Frecuencia	60 Hz
Protección	IP66
Flujo lumínico	22700 lúmenes
Eficiencia luminosa	>110 lm/w
Corriente de trabajo	700 mA



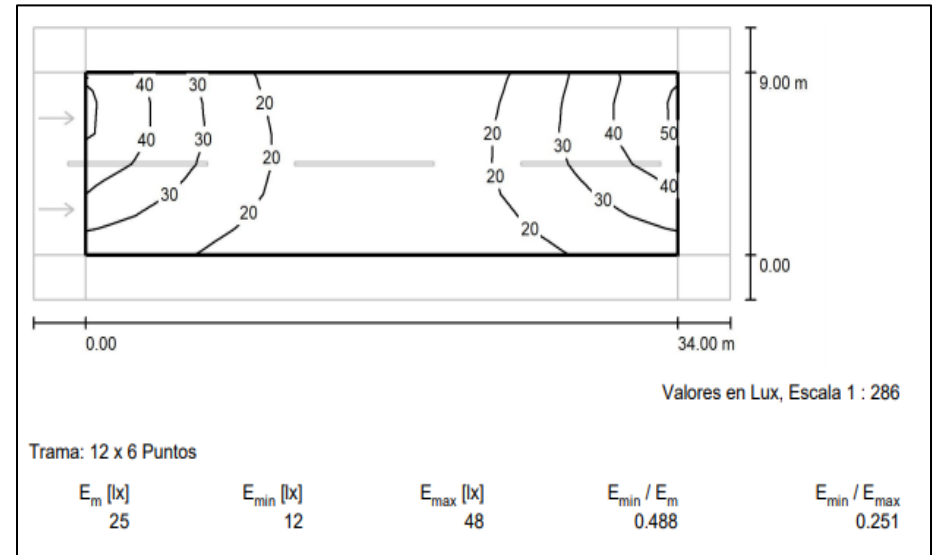
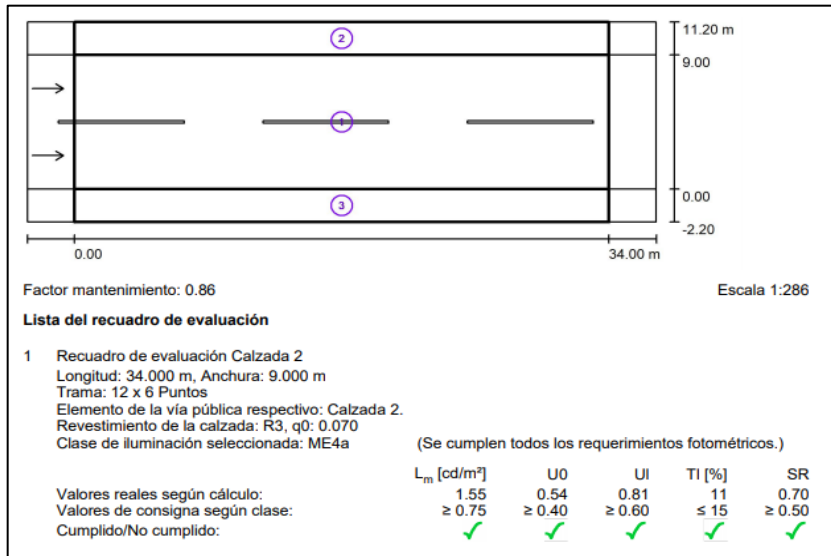
# Propuesta

## Datos análisis de la calle Pedro Moncayo

### Luminarias LED

### Calle secundaria Pedro Moncayo (26)

H(m)	d(m)	Acera(m)	Calzada (m)	Lmed (cd/m <sup>2</sup> )	Uo (%)	Emed (Lux)	Ti (%)	Ui (%)	RS
8	34	2.2	9	1.54	0.54	25	11	0.81	>0.50 0.70



# Propuesta

## Análisis energético con la nueva tecnología

Tipo de luminaria	Tensión	Potencia	N° de luminarias	% de consumo elementos externo (W)	Consumo de la luminaria (W)	Consumo de la luminaria (KW)	Consumo KWh/día	Consumo KWh/mes	Consumo KWh/ anual
Lámpara Led	220	170	250	490	42990	42.99	515.88	15476.4	185731.92

## Detalle técnico de la nueva luminaria

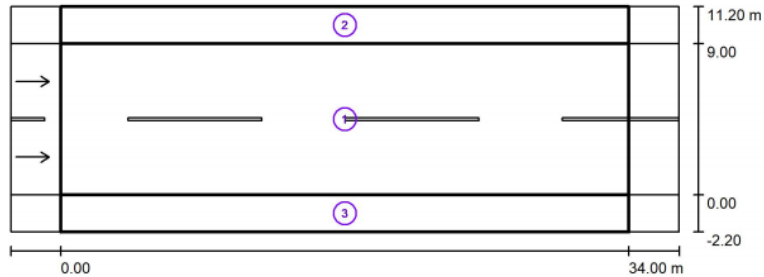
Módulo de iluminación Smartmation "Raled II"	
Potencia	170 W
Voltaje nominal	100 / 277 VAC
LED	PHILLIPIS
Driver	Phillipis advance led driver Xitanium
Intensidad Luminosa	22700 lm
Eficiencia Luminosa	150 lm/w
THD	IEC 61000-3-2
Mantenimiento Lumínico	150000 horas
Nivel de protección IP	IP66



# Propuesta

## Comparación de parámetros luminotécnicos

### Sistema actual



Factor mantenimiento: 0.86

Escala 1:286

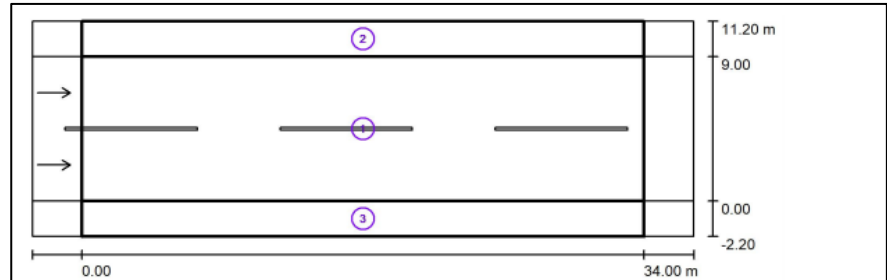
#### Lista del recuadro de evaluación

1 Recuadro de evaluación Calzada 1  
 Longitud: 34.000 m, Anchura: 9.000 m  
 Trama: 3 x 3 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
 Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.17	0.26	0.35	3	0.71 $A_t$
Valores de consigna según clase:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.60$	$\leq 15$	$\geq 0.50$ $V_e$
Cumplido/No cumplido:	✓	✗	✗	✓	✓

### Propuesta tecnología Led



Factor mantenimiento: 0.86

Escala 1:286

#### Lista del recuadro de evaluación

1 Recuadro de evaluación Calzada 2  
 Longitud: 34.000 m, Anchura: 9.000 m  
 Trama: 12 x 6 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 2.  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
 Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.55	0.54	0.81	11	0.70
Valores de consigna según clase:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.60$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

### Mejoras:

- Cumplimiento de los parámetros mínimos para vías tipo 3
- Reducción de consumo energético



# Propuesta

## Ponderaciones

Detalle cuantitativo	Porcentaje de cumplimiento	Ponderación	Detalle cualitativo
Cumple con los requerimientos	100%	1	Mayor
La variancia que tiene es aceptable (solo para datos cuantitativos)	50%	0.5	Medio
No cumple con los requerimientos	0%	0	Bajo

## Matriz de análisis alternativos

	Criterio de Análisis	S. Smartmation	S. telegestión Luxcontrol	S. telegestión Austube Schröder
Módulo Iluminaria	Eficiencia Luminosa > 150 lm/w	1	1	1
	Potencia de luminaria 170W	1	0.5	1
	Mayores horas para mantenimiento	1	0	0.5
	Protección IP66	1	1	1
	Tipo de comunicación inalámbrica	1	1	1



# Propuesta

	Red de comunicación	1(LoRa WAN)	1 (LoRa WAN)	1(LoRa WAN)
Estructura de comunicación	En el caso de pérdida de energía el sistema incorpora encendido por fotocélula	1	1	1
	Tiempo de independencia en el caso de pérdidas de energía	1(1 hora)	0.5 (40 min)	0.5 (40 min)
	Comunicación bidireccional	1	1	1
	Alcance de las luminarias para control	1 (500 m)	0.5 (450m)	0.5 (450 m)
Driver y Controladores	Driver de control	Concentrador	Stella	LUCO P7 CM
	Configuración PSS (Power Savings System)	1	1	1
	Capacidad de control unidades	1 (100 nodos)	0.5 (50 unidades)	1 (nodos continuos logrando cubrir la totalidad del sistema de iluminación 100)



# Propuesta

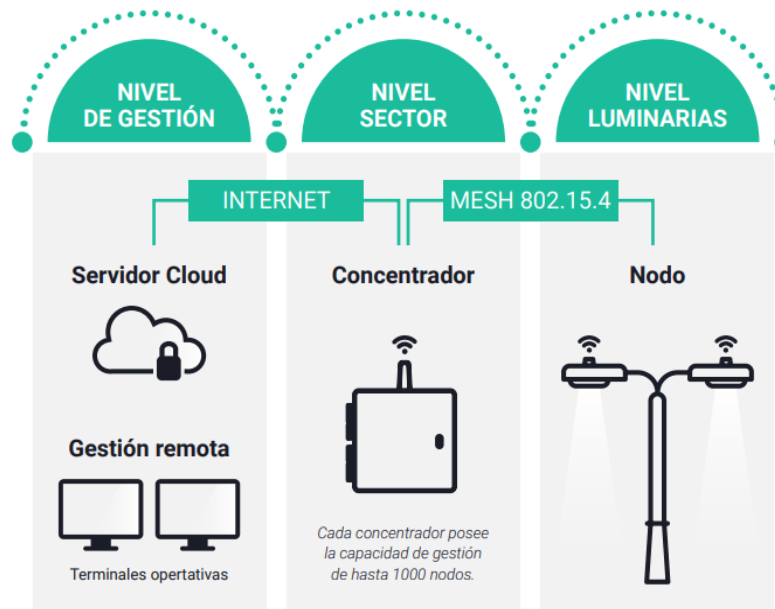
Sistema de Gestión y control	Generación de estadísticos e informes del sistema de iluminación	1	1	1
	Interoperación con otros sistemas por ejemplo de vigilancia, seguridad gestión de tráfico.	1	0.5	1
	Sistema de geolocalización	1	1	1
	Gestión del sistema de forma remota (dispositivos móviles)	1	1	1
	Comunicación entre sistema de gestión y control base	3G	3G	TALQ Software de administración central
	Ponderación total	16	12.5	14.5





# Propuesta

El análisis para la selección del sistema de telegestión se lo realiza mediante ponderación de cumplimiento en cada una de las características técnicas. Siendo estas el módulo de iluminación, la comunicación, el controlador (driver), el sistema de gestión y control, en forma general los tres sistemas son muy competitivos, eficientes, se adecuan a las necesidades.



# Propuesta

## Arquitectura del sistema de telegestión SMARTMATION



*Nodo*

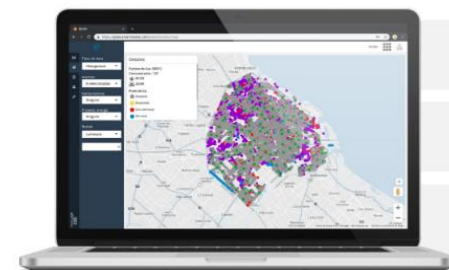


*Driver control*

*Concentrador*



*Sistema de gestión*



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

# Propuesta

Análisis económico se toma en cuenta ciertos aspectos de construcción como de operación

Gastos de proyecto	S. Telegestión Smartmation	S. Telegestión Luxcontrol	S. Telegestión Austube Schröder
Módulos de Iluminación	118,368.1	106,641.8	116,107.6
Driver	83,368.1	84,339.6	85,329.9
Controladores	3,125.0	3,048.8	2,951.4
Sistema de control	22,673.6	21,967.8	22,708.3
Conectores- conductores	4,687.5	6,869.5	3,541.7
Otros	3,298.6	1,327.5	3,506.9
Mano de obra			
Desmontaje de luminaria	1,684.0	5,341.7	1,805.6
Montaje de módulos de luminarias Led	3,041.7	6,466.1	3,298.6
Montaje de tableros de control	125.0	159.0	121.5
Instalación del centro de control	119.8	23.2	303.6
Extras	642.4	659.7	694.4
<b>Total</b>	<b>\$ 241,133.7</b>	<b>\$ 236,844.8</b>	<b>\$ 240,369.6</b>



# Propuesta

El detalle de ahorro energético al implementar esta tecnología según los detalles técnicos de la empresa es en un 15% de la demanda, por lo tanto, son número muy bueno para en los cuales se va a ir recuperando en un cierto periodo.

Detalle	Especificaciones
Tiempo de mantenimiento	Mejora del tiempo de reparación. En promedio nuestros principales clientes consiguieron una baja de 22 a 4,5 días
Costos de mantenimiento	Reducción de un 35% en el costo de mantenimiento de la infraestructura instalada.
Eficiencia energética	Reducción por dimerización de un 15% del costo en el consumo eléctrico

## Análisis energético

Detalles	Consumo energético KWh/año
Sistema actual	225651.96
Sistema con el cambio de luminarias Led	185731.92
Implementación Telegestión (15% ahorro)	157872.132

El ahorro energético en base a la implementación de tecnología led es amplia siendo una variación de 39920.04 KWH/año



# CONCLUSIONES

El levantamiento de información de campo se obtiene un análisis de sectorización para delimitar el perímetro del centro histórico de Ibarra, a fin de obtener el número total de luminarias siendo este de 250 luminarias, 110 de vapor de sodio de 250W, 83 de vapor de sodio de 150W y lámparas Led de 115W, 105W con un número de 29 y 28 respectivamente. Obteniendo un consumo actual de 225651,96 KWh/año.



# CONCLUSIONES

El sistema de telegestión se analiza desde la viabilidad de acoplarse al sistema existente en el centro histórico de Ibarra, para ello la nueva tecnología incorpora un dispositivo llamado nodo en cada lámpara, la cual va a recibir las acciones que va a cumplir el módulo de iluminación y enviar los datos en primera instancia a los concentradores donde es el receptor de toda la información y control de las lámpara sectorizadas hasta un alcance máximo de 500 metros a la redonda, cabe mencionar que también depende de las interferencias que exista como edificios, árboles, rótulos gigantes etc.



# CONCLUSIONES

La eficiencia energética a partir de la implementación de la tecnología de telegestión en el centro histórico de Ibarra, además de la incorporación de las lámparas led produce cambios favorables, la eficiencia en el consumo de la red de iluminación pública se reduce de 225651,96 KWh/anual en la actualidad a un consumo de 157872.32 KWh/anual con la nueva tecnología, presentando un ahorro de consumo de 67779.82 KWh/anual. En termino de estudio y simulación siempre existe un factor de seguridad promedio de 0.85, es decir, el cumplimiento de los análisis desarrollado por lo cual no deja de ser rentable un ahorro energético que representa directamente una reducción en costos tanto de producción como de mantenimiento.



# RECOMENDACIONES

Un sistema de telegestión implementado para solucionar los problemas de eficiencia energética cumpliendo con las normativas técnicas de luminosas, también se lo puede enfocar para sistemas de seguridad pero se debe tener en cuenta los efectos que pueden producir en los concentradores por el consumo de memoria informática, redes de comunicación y fuentes de alimentación pero que podría ser un amplio campo de estudio para mejorar tanto la eficiencia de consumo de energía eléctrica y los sistemas de seguridad en las ciudades.





# RECOMENDACIONES

Las redes de comunicaciones en los sistemas de telegestión se han ido incorporando según las necesidades y la evolución de la tecnología, por ello se tiene como principio el uso de PLC como controladores, para el envío y transmisión de datos mediante cables, ahora se utiliza protocolos de comunicaciones, pero existe ciertos problemas por la interferencia de datos, por lo cual es muy recomendable profundizar un análisis de estructuras de comunicación en sistemas de telegestión.



# RECOMENDACIONES

El software de gestión en los sistemas de mando y control de telegestión, es la principal fuente de estadísticos o generación de información en bruto, pero es necesario adentrarse en el análisis e interpretación de resultados sobre la información proporcionada, con el objetivo de tomar decisiones sobre la red de alumbrado público.



*Gracias por su  
atención*



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