

# AYUNTAMIENTO DE NOGUEIRA DE RAMUÍN.



## PROYECTO DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS ZONAS DE LAMAforcada, STA CRUZ, NOGUEIRA, BORRAXOS, PEREIRA, BARRIO, DORNAS, CASUXETO, CASDECID Y SAN VICENTE.

VERSIÓN “AS BUILT”



## ÍNDICE.

MEMORIA

PLANOS

ANEXO I- REEIAE

ANEXO II- CÁLCULOS LUMINICOS

PLANOS

<b>PROMOTOR:</b>	Concello de Nogueira de Ramuín Provincia de Ourense
<b>NIF:</b>	P3205300A
<b>DOMICILIO:</b>	Luintra 3 32160 Nogueira de Ramuín (Ourense)
<b>AUTOR:</b>	Félix Ledo Pernas Ingeniero Técnico Industrial Colegiado 2273 del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de A Coruña
<b>FECHA:</b>	Julio 2021

Documento:

# **MEMORIA TÉCNICA**

## ÍNDICE.

0.	ANTECEDENTES.	- 3 -
1.	OBJETO.	- 3 -
2.	NORMATIVA APLICABLE.	- 3 -
3.	PETICIONARIO.	- 3 -
4.	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES OBJETO DE LA ACTUACIÓN.	- 4 -
5.	SOLUCIÓN ADOPTADA.	- 4 -
6.	SITUACIÓN PROPUESTA: AHORROS ENERGÉTICOS.	- 8 -
7.	EFICIENCIA ENERGÉTICA.	- 8 -
8.	MANTENIMIENTO.	- 12 -

## 0. ANTECEDENTES.

El Ayuntamiento de Nogueira de Ramuín sacó a licitación el **“PROYECTO DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS ZONAS DE LAMAFORCADA, STA CRUZ, NOGUEIRA, BORRAXOS, PEREIRA, BARRIO, DORNAS, CASUXETO, CASDECID Y SAN VICENTE 1”** con expediente N° 489/2019. El proyecto fue firmado por el Ingeniero Félix Ledo Pernas el día 26 de septiembre de 2019.

Dicho Proyecto ha sido ejecutado por la empresa SUARNAS SISTEMAS S.L.

Se elabora el siguiente proyecto como “As Built” para que sirva de base para obtener los permisos necesarios según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior (RD 1890/2008) y que también sirva como base para la Justificación de lo obras realizadas según el RD 616/2017 y sus modificaciones posteriores.

## 1. OBJETO.

El objeto del presente proyecto es la definición y descripción de las actuaciones a realizar en las instalaciones de alumbrado público del Ayuntamiento de Nogueira de Ramuín, con el fin del conseguir una reducción de su consumo de energía final y de las emisiones de CO<sub>2</sub>, mediante la mejora de su eficiencia energética.

## 2. NORMATIVA APLICABLE.

- Real Decreto 1890/2008, por el que se aprueba el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalación de iluminación Exterior y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) ITC-BT-01 a ITC-BT-52, concretamente a ITC-BT-09 “Instalación de iluminación exterior”.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgo Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 616/2017, de 16 de junio, por el que se regula la concesión directa de subvenciones a proyectos singulares de entidades locales que favorezcan el paso a una economía baja en carbono.
- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

## 3. PETICIONARIO.

Los datos del peticionario son:

**Nombre de la localidad:** Concello de Nogueira de Ramuín.

**Domicilio:** Luintra 3, 32160 Nogueira de Ramuín

**Provincia:** Ourense

**Comunidad Autónoma:** Galicia

**NIF del ayuntamiento:** P3205300A

**Nº de habitantes:** 2.075

#### 4. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES OBJETO DE LA ACTUACIÓN.

Las instalaciones donde se pretende llevar a las actuaciones son las siguientes:

CÓDIGO	NOMBRE	TARIFA	POTENCIA	CUPS
C002	Lamaforcada	2.0 DHA	2,20	ES0022000004983846JD1P
C011	Barrio	2.0 DHA	2,20	ES0022000004983832NH1P
C012	Dornas	2.0 DHA	1,10	ES0022000007318825NM1P
C038	Sta Cruz	2.0 DHA	2,20	ES0022000004983826NN1P
C045	Nogueira	2.0 DHA	2,20	ES0022000007234833VD1P
C046	Borraxos	2.0 DHA	2,20	ES0022000007234797SL1P
C051	Pereira	2.0 DHA	2,20	ES0022000007234794SQ1P
C054	Casuxeto	2.0 DHA	2,20	Sin Identificar
C056	Casdecid	2.0 DHA	2,20	ES0022000007234792SZ1P
C057	San Vicente	2.0 DHA	1,10	ES0022000007318820NT1P

Las mejora de obra se corresponde con los siguientes cuadros pertenecientes a la parroquia de Viñoas:

CÓDIGO	NOMBRE	TARIFA	POTENCIA	CUPS
C018	Pena Do Chao	2.0 DHA	2,20	ES0022000007318800BA1P
C050	Casasnovas	2.0 DHA	2,20	ES0022000007318827NF1P

#### 5. SOLUCIÓN ADOPTADA.

En estos cuadros se realizaron las siguientes actuaciones:

- Sustitución de 185 luminarias antiguas de varios modelos, de tecnología de Vapor de Mercurio y Vapor de Sodio de Alta Presión y de potencias 70W, 80W, 125W y 150W por nuevas luminarias de tecnología LED de tipo funcional de 30W
- Substitución de 145 brazos deteriorados
- Sustitución de 6.210m de línea aérea por nuevo cableado RZ 2x6mm<sup>2</sup>
- Sustitución de 9 cuadros de mando y medida monofásicos

#### Características técnicas:

##### Luminarias LED

Las nuevas luminarias LED instaladas cumplen la reglamentación vigente, tanto lo dictado por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión como lo estipulado en el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior, con un rendimiento superior al prescrito y

emitiendo una luz blanca neutra con una temperatura de color de 4.000K y un Índice de Reproducción Cromática superior a 70.

Dichas luminarias disponen de un sistema óptico cerrado con fotometría regulable que minimiza la emisión de luz hacia el hemisferio superior y un grado elevado de protección IP e IK. Así mismo, incorporan un dispositivo de protección contra sobretensiones de hasta 10kV externo, disponiendo su driver de una regulación de potencia adecuada, estabilizada y con filtros para evitar corrientes armónicas.

En cuanto al resto de características técnicas y normativa, las luminarias presentan marcado CE y ENEC y cumplen con todos los requisitos según documento reconocido "Requerimientos Técnicos Exigibles para Luminarias con Tecnología LED de Alumbrado Exterior" editado por el IDAE.

## **Cuadros**

Los cuadros nuevos de mando y medida instalados son todos monofásicos con las salidas necesarias para cada instalación y con las siguientes características principales:

- La envolvente es estanca de poliéster, de la gama ARKO del fabricante CLAVED (ref. ARKO-55) que proporciona un grado de protección IP55 e IK10, disponiendo de un sistema de cierre que permite el acceso exclusivo a personal autorizado
- Los elementos de medida están situados en un módulo independiente
- Las líneas de alimentación a los puntos de luz parten desde el cuadro de protección y control y están protegidas con corte individual y omnipolar, tanto contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos), como contra corrientes de defecto a tierra, disponiendo de un interruptor manual que permite el accionamiento del sistema en modo manual y en modo automático
- El cuadro cuenta con un protector contra sobretensiones tipo 2.
- El encendido se realiza mediante un reloj astronómico.

A continuación, se identifica la solución adoptada en cada uno de los cuadros:

### **C002**

Actuaciones a llevar a cabo en este cuadro:

- Instalación de 10 Luminarias modelo Suarna de 30W
- Sustitución de 10 brazos rectos
- Instalación de nuevo cuadro eléctrico monofásico
- Sustitución de 510ml de línea trenzada RZ 2x6mm<sup>2</sup> 0,6/1KV

### **C011**

Actuaciones a llevar a cabo en este cuadro:

- Instalación de 6 Luminarias modelo Suarna de 30W
- Sustitución de 6 brazos rectos

### **C012**

Actuaciones a llevar a cabo en este cuadro:

- Instalación de 14 Luminarias modelo Suarna de 30W
- Sustitución de 14 brazos rectos
- Instalación de nuevo cuadro eléctrico monofásico

### **C018 (MEJORAS DE OBRA)**

Actuaciones a llevar a cabo en este cuadro:

- Instalación de 10 Luminarias modelo Suarna de 30W

### **C038**

Actuaciones a llevar a cabo en este cuadro:

- Instalación de 23 Luminarias modelo Suarna de 30W
- Sustitución de 23 brazos rectos
- Instalación de nuevo cuadro eléctrico monofásico
- Sustitución de 1.200ml de línea trenzada RZ 2x6mm<sup>2</sup> 0,6/1KV

### **C045**

Actuaciones a llevar a cabo en este cuadro:

- Instalación de 23 Luminarias modelo Suarna 30W
- Sustitución de 23 brazos rectos
- Instalación de nuevo cuadro eléctrico monofásico
- Sustitución de 920ml de línea trenzada RZ 2x6mm<sup>2</sup> 0,6/1KV

### **C046**

Actuaciones a llevar a cabo en este cuadro:

- Instalación de 10 Luminarias modelo Suarna de 30W
- Sustitución de 10 brazos rectos
- Instalación de nuevo cuadro eléctrico monofásico
- Sustitución de 400ml de línea trenzada RZ 2x6mm<sup>2</sup> 0,6/1KV

### **C050 (MEJORAS DE OBRA)**

Actuaciones a llevar a cabo en este cuadro:

- Instalación de 30 Luminarias modelo Suarna de 30W

### **C051**

Actuaciones a llevar a cabo en este cuadro:

- Instalación de 14 Luminarias modelo Suarna de 30W
- Sustitución de 14 brazos rectos
- Instalación de nuevo cuadro eléctrico monofásico



- Sustitución de 560ml de línea trenzada RZ 2x6mm<sup>2</sup> 0,6/1KV

#### **C054**

Actuaciones a llevar a cabo en este cuadro:

- Instalación de 13 Luminarias modelo Suarna de 30W
- Sustitución de 13 brazos rectos
- Instalación de nuevo cuadro eléctrico monofásico
- Sustitución de 520ml de línea trenzada RZ 2x6mm<sup>2</sup> 0,6/1KV

#### **C056**

Actuaciones a llevar a cabo en este cuadro:

- Instalación de 23 Luminarias modelo Suarna de 30W
- Sustitución de 23 brazos rectos
- Instalación de nuevo cuadro eléctrico monofásico
- Sustitución de 920ml de línea trenzada RZ 2x6mm<sup>2</sup> 0,6/1KV

#### **C057**

Actuaciones a llevar a cabo en este cuadro:

- Instalación de 9 Luminarias modelo Suarna de 30W
- Sustitución de 9 brazos rectos
- Instalación de nuevo cuadro eléctrico monofásico
- Sustitución de 360ml de línea trenzada RZ 2x6mm<sup>2</sup> 0,6/1KV

#### Resumen de luminarias propuestas:

PROYECTO Y MEJORAS DE OBRA			SUARNA
CÓDIGO	POT. (W)	Nº PTOS	30W
C002	300	10	10
C011	180	6	6
C012	420	14	14
C018	300	10	10
C038	690	23	23
C045	690	23	23
C046	300	10	10
C050	900	30	30
C051	420	14	14
C054	390	13	13
C056	690	23	23

PROYECTO Y MEJORAS DE OBRA			SUARNA
CÓDIGO	POT. (W)	Nº PTOS	30W
C057	270	9	9
	5550	185	185

## 6. SITUACIÓN PROPUESTA: AHORROS ENERGÉTICOS.

El cálculo de potencia demandada se basa en la suma de las potencias de las bombillas junto con sus reactancias (16 % de la potencia de la bombilla en el caso de las electromagnéticas). También se han ajustado las nuevas potencias a contratar en función de las nuevas potencias instaladas, ajustando en caso necesario las tarifas a contratar.

El cálculo de la situación propuesta se basa en el cálculo de las horas de funcionamiento de la instalación con reloj astronómico, con la implantación de la solución LED indicada en tabla anterior y con la utilización de un patrón de reducción (doble nivel) denominado 4 horas, es decir, los drivers del sistema LED vienen programado para tener encendido al 100% los equipos durante las 4 primeras horas del encendido y el resto del tiempo reducido al 50% la potencia nominal del equipo.

### **Balance energético y económico propuesto:**

Balance energético y económico después de las actuaciones propuestas:

CÓDIGO	NOMBRE	NUMERO DE PUNTOS	POTENCIA INSTALADA + AUX (W)	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh/año)	COSTE (€/AÑO)
C002	Lamaforcada	10	300	864	99,50 €
C011	Barrio	6	180	518	64,17 €
C012	Dornas	14	420	1210	55,00 €
C018	Pena de Chao	10	300	864	14,45 €
C038	Sta Cruz	23	690	1987	227,44 €
C045	Nogueira	23	690	1987	38,85 €
C046	Borraxos	10	300	864	45,04 €
C050	Casas Novas	30	900	2592	297,64 €
C051	Pereira	14	420	1210	10,48 €
C054	Casuxeto	13	390	1123	86,42 €
C056	Casdecid	23	690	1987	196,99 €
C057	San Vicente	9	270	778	28,23 €
		185	5.550	15.984	1.164,22 €

Con esta actuación global se prevé conseguir **un ahorro del 82%, cifrado en 74.510 kWh/año (0,0064ktep/año) y una reducción anual de emisiones de CO<sub>2</sub> de 38,82 tCO<sub>2</sub>**. Además, las instalaciones renovadas siguen satisfaciendo las siguientes premisas:

- Las instalaciones renovadas **CUMPLEN**, cuando les fuese de aplicación, los preceptos establecidos en el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior (aprobado por Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre), en adelante

REEAE y en el Reglamento electrotécnico para baja tensión (aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto)

- Las instalaciones reformadas tienen una **CALIFICACIÓN ENERGÉTICA A** y cumplen con los requerimientos de iluminación, calidad y confort visual reglamentados
- La reforma de instalaciones de alumbrado exterior con tecnología LED tiene en consideración lo establecido en el documento “**Requisitos técnicos exigibles para luminarias con tecnología LED de alumbrado exterior**” elaborado por el IDAE y el Comité Español de Iluminación (CEI) y publicado en la web del IDAE.

## 7. EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Para los cálculos de eficiencia energética de las instalaciones que nos ocupan se seguirá el indicado en la ITC-EA-01 del Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Iluminación Exterior. La eficiencia energética de una instalación de iluminación exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

$$\varepsilon = (S \cdot E_m) / P [\text{m}^2 \cdot \text{lux} / \text{W}]$$

Donde:

- $\varepsilon$  = eficiencia energética da instalación de iluminación exterior [ $\text{m}^2 \cdot \text{lux} / \text{W}$ ].
- P = potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) [W].
- S = superficie iluminada [ $\text{m}^2$ ].
- $E_m$  = iluminancia media en servicios de la instalación, considerando el mantenimiento previsto [lux].

Factor de mantenimiento ( $f_m$ ): es la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de iluminación y los valores iniciales.

Factor de utilización ( $f_u$ ): es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las bombillas instaladas en las luminarias. El factor de utilización de la instalación es función del tipo de bombilla, de la distribución de la intensidad luminosa y rendimiento de las luminarias, así como de la geometría de la instalación, tanto en lo referente a las características dimensionales de la superficie a iluminar (longitud y anchura), como a la disposición de las luminarias en la instalación de iluminación exterior (tipo de implantación, altura de las luminarias y separación entre puntos de luz).

Los requisitos mínimos de eficiencia energética varían según hablemos de instalación de iluminación viaria funcional o de iluminación viaria ambiental.

Las instalaciones de iluminación viaria funcional son aquellas de iluminación viaria de autopistas, carreteras y vías urbanas, consideradas en la ITC-BT-02 del Reglamento como situaciones de proyecto Ay B. Los requisitos que deben hacer falta este tipo de instalaciones son los siguientes:

Iluminancia media en servicio $E_m$ [lux]	Eficiencia energética mínima [ $m^2 \cdot lux/W$ ]
$\geq 30$	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

Las instalaciones de iluminación viaria ambiental son aquella que generalmente se ejecuta sobre soportes de baja altura (3-5 m) en áreas urbanas para iluminación de vías peatonales, comerciales, aceras, parques y jardines, centros históricos, vías de velocidad limitada, etc., considerados en la ITC-BT-02 del Reglamento como situaciones de proyecto C, D y E. Los requisitos que deben hacer falta este tipo de instalaciones son los siguientes:

Iluminancia media en servicio $E_m$ [lux]	Eficiencia energética mínima [ $m^2 \cdot lux/W$ ]
$\geq 20$	9
15	7,5
10	6
7,5	5
$\leq 5$	3,5

El índice de eficiencia energética ( $I_\epsilon$ ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\epsilon$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\epsilon_R$ ) en función del nivel de iluminancia medida en servicio proyectada, que se indica en la siguiente tabla:

$$I_\epsilon = \epsilon / \epsilon_R$$

Iluminación viaria funcional		Iluminación viaria ambiental	
Iluminación media en servicio proyectada $E_m$ [lux]	Eficiencia energética de referencia $\epsilon_R$ [ $m^2 \cdot lux/W$ ]	Iluminación media en servicio proyectada $E_m$ [lux]	Eficiencia energética de referencia $\epsilon_R$ [ $m^2 \cdot lux/W$ ]
$\geq 30$	32	-	-
25	29	-	-
20	26	$\geq 20$	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
-	-	$\leq 5$	5

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de iluminación y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de 7 letras que van desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) hasta la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía). El índice empleado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

$$ICE = 1 / I_\epsilon$$

En la siguiente tabla determina los valores definidos por las respectivas letras de consumo energético, en función de los índices de eficiencia energética declarados:

Calificación energética	Índice de consumo energético	Índice de eficiencia energética
A	$ICE < 0,91$	$I_e > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_e > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_e > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_e > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_e > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_e > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_e \leq 0,20$

Para más información puede consultarse el documento Anexo "Cálculos lumínicos" de este Proyecto, en el cual se pueden encontrar todos los cálculos lumínicos empleados para determinar la eficiencia energética.

A continuación, se muestran los datos de calificación energética de las distintas instalaciones:

Cuadro	Vial	Clasificación vial	Potencia instalada [W]	Superficie iluminada [m <sup>2</sup> ]	Em cuadro	U <sub>o</sub> cuadro	εR cuadro	ε cuadro	I <sub>e</sub> cuadro	Calificación energética
C002	VIAL 1	ME5	300	1200	7,59	0,69	14,80	30,36	2,05	A
C011	VIAL 1	ME5	180	984	7,13	0,50	14,00	38,98	2,78	A
C012	VIAL 1	ME5	330	2310	7,79	0,50	14,70	51,65	3,50	A
	VIAL 2	ME5	90	333						
C018	VIAL 1	ME5	300	1120	8,60	0,72	16,40	32,11	1,96	A
C038	VIAL 1	ME5	690	1932	8,16	0,76	14,80	22,85	1,54	A
C045	VIAL 1	ME5	690	1932	6,66	0,55	14,00	18,65	1,33	A
C046	VIAL 1	ME5	300	1480	7,04	0,55	14,00	34,73	2,48	A
C050	VIAL 1	ME5	900	2520	8,60	0,72	16,40	24,08	1,47	A
C051	VIAL 1	ME5	420	1092	8,71	0,77	16,40	22,65	1,38	A
C054	VIAL 1	ME5	390	2132	7,13	0,50	14,00	38,98	2,78	A
C056	VIAL 1	ME5	690	1932	8,16	0,76	14,80	22,85	1,54	A
C057	VIAL 1	ME5	270	756	8,16	0,76	14,80	22,85	1,54	A

Calificación energética de los cuadros

Cuadro	Cumple ITC-EA-01	Cumple ITC-EA-02	Cumple REEAE
C002	Si	Si	Si
C011	Si	Si	Si
C012	Si	Si	Si
C018	Si	Si	Si
C038	Si	Si	Si

Cuadro	Cumple ITC-EA-01	Cumple ITC-EA-02	Cumple REEAE
C045	Si	Si	Si
C046	Si	Si	Si
C050	Si	Si	Si
C051	Si	Si	Si
C054	Si	Si	Si
C056	Si	Si	Si
C057	Si	Si	Si

## 8. MANTENIMIENTO.

La peculiar implantación de las instalaciones de iluminación exterior a la intemperie, sometidas a los agentes atmosféricos, el riesgo que supone que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles, así como la primordial función que dichas instalaciones desempeñan en materia de seguridad viaria, así como de las personas y los bienes, obligan a establecer un correcto mantenimiento de estas.

Por lo tanto, para evitar en el transcurso del tiempo la degradación de las instalaciones de iluminación exterior, se llevará a cabo un adecuado doble mantenimiento, lo denominado preventivo que establecerá una programación en el tiempo consistente en realizar sobre las instalaciones cierto número de intervenciones sistemáticas; y el mantenimiento correctivo que comprenderá una serie de operaciones necesarias para reponer las instalaciones averiadas o que sufrieron deterioro, a un correcto estado de funcionamiento.

Cuando se efectúe adecuadamente y de forma regular el mantenimiento preventivo, las operaciones de mantenimiento correctivo serán menos frecuentes e importantes.

### Factor de mantenimiento ( $f_m$ )

La adopción del factor de mantenimiento implica concretar desde el inicio de la elaboración del proyecto o memoria técnica de diseño un plan de mantenimiento, que deberá considerar la programación de los trabajos y su frecuencia, correspondiéndose con el referido factor de mantenimiento.

$$f_m = E_{servizo} / E_{inicial} = E / E_i$$

$$f_m = FDFL. FSL. FDLU$$

El plan de mantenimiento comprenderá fundamentalmente las reposiciones masivas de bombillas y las operaciones de limpieza de iluminarias con su pertinente periodicidad, así como los trabajos de inspección y mediciones eléctricas, además de las acciones de detección de averías y su reparación.

El valor del factor de mantenimiento adoptado permitirá calcular en el proyecto de diseño de iluminación la iluminancia media inicial ( $E_i$ ) a la puesta en marcha de la instalación, para que la iluminancia media en servicio ( $E$ ) a mantener en el transcurso del funcionamiento de esta esté

garantizada durante toda la vida de la instalación, al llevar a la práctica el plan de mantenimiento establecido. En ningún caso, la iluminancia media en servicio deberá ser inferior la (E), lo que exigirá cumplir escrupulosamente el citado plan de mantenimiento. El factor de mantenimiento es el producto de los factores de depreciación de flujo luminosos, de su supervivencia y de depreciación de la luminaria.

Para las zonas de alumbrado con LED dado que la vida útil es superior a las 50.000h, se emplearon los siguientes valores 0,85.

### **Operaciones de mantenimiento y su registro:**

Las operaciones de reposición de bombillas y limpieza de luminarias corresponden al denominado mantenimiento preventivo que deben efectuarse con cierta periodicidad fijada por el cálculo del factor de mantenimiento. Los trabajos de mantenimiento de las instalaciones de iluminación exterior pueden clasificarse en preventivos y correctivos.

Corresponden al mantenimiento preventivo los siguientes trabajos:

- Operación de limpieza de luminarias.
- Pintura de soportes.
- Rondas de inspección.
- Mediciones eléctricas y luminotécnicas.

En lo que se refiere al mantenimiento correctivo los trabajos a realizar son los siguientes:

- Localización y reparación de averías.
- Adecuación de las instalaciones.
- Substitución puntual de lámparas.
- Relocalización de elementos de la instalación fuera de uso.

Entre las diferentes actuaciones que conviene llevar a cabo para efectuar un mantenimiento apropiado de las instalaciones de iluminación exterior, será efectuar visitas o rondas nocturnas de inspección periódicas de las dichas instalaciones, con el objeto de detectar las lámparas que fallan o las anomalías de funcionamiento a nivel de punto de luz.

Los trabajos o rondas de inspección, así como las mediciones eléctricas y luminotécnicas efectuarán se periódicamente y entrarán dentro de las operaciones de mantenimiento preventivo de las instalaciones. Las rondas de comprobación se ejecutarán mediante visitas nocturnas.

El registro de todas las operaciones de mantenimiento en un libro u hojas de trabajo o un sistema informatizado. Se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento da instalación de iluminación exterior, debiendo figurar, a siguiente información:

- EL titular de la instalación y la situación de esta.
- El titular del mantenimiento.
- El número de orden de la operación de mantenimiento preventivo en la instalación.
- El número de orden de la operación de mantenimiento correctivo.
- Las datas de ejecución.
- Las operaciones realizadas y el personal que las ha realizado.

Además, con objeto de facilitar a adopción de medidas de ahorro energético, se registrará:

- Consumo energético anual.
- Tiempos de arranque y apagados de los puntos de luz.
- Medida y valoración de la energía activa y reactiva consumida, con discriminación horaria y factor de potencia.
- Niveles de iluminación mantenidos.

En Nogueira de Ramuín, a 22 de julio de 2021

El Ingeniero



Félix Ledo Pernas



Documento:

## **ANEXO I: JUSTIFICACIÓN REEIAE**

## ÍNDICE

**INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA EA-01**

**INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA EA-02**

**INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA EA-03**

**INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA EA-04**

**INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA EA-05**

**INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA EA-06**

## ANEXO I.

### CUMPRIMIENTO DEL REGLAMENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN EXTERIOR

#### CONSIDERACIONES PREVIAS

El presente Reglamento y de aplicación entre otras, las nuevas instalaciones de iluminación exterior de más de 1 Kw de potencia instalada de las referidas de importancia y de sus ampliaciones, entendiéndose por modificación de importancia a las siguientes:

- Aquella que afecte a más de 50 % de potencia instalada
- Aquella que afecta a más del 50 % de las luminarias instaladas.

A efectos de aplicación del presente Reglamento, se consideran los siguientes tipos de iluminación:

- Vial, tanto funcional como ambiental.
- Específica.
- Ornamental.
- De vigilancia y seguridad nocturna.
- Señales y anuncios luminosos.
- Festiva y navideña.

La iluminación vial funcional y aquella requerida de moderada velocidad (velocidad del tráfico entre 30 e 60 km/ h) entre las que se encuentran autopistas, autovías, carretera vías urbanas. Para la situación del proyecto que nos ocupa se precisara realizar un cambio de luminarias que afecta a más del 50 % de las instaladas actualmente.

## INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA EA-01

### EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN

#### I.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN

La eficiencia energética de una instalación de iluminación exterior se define como la relación superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada. Siendo:

$$\epsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left( \frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

$\epsilon$ : eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior (m

P: potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (W);

S: superficie iluminada (m<sup>2</sup>)

Em: iluminancia media de servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux);

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA SE PUEDE DETERMINAR MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LOS

$\epsilon_L$ : eficiencia de las lámparas de equipos auxiliares (lum/W= m<sup>2</sup> lux/w)

fm: factor de mantenimiento de la instalación (en valores por unidad)

fu: factor de utilización de la instalación (en valores por unidad)

$$\epsilon = \epsilon_L \cdot f_m \cdot f_u \left( \frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right),$$

Donde:

□ Eficiencia de la lámpara de equipos auxiliares ( $\epsilon_L$ ) Y la relación entre flujo luminoso emitido por una lámpara o la potencia total consumida por la lámpara más su equipo auxiliar.

□ Factor de mantenimiento ( $f_m$ ): Es la relación entre los valores de iluminancia que se pretende mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y de los valores iniciales.

□ Factor de utilización ( $f_u$ ): Y la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o la superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas.

O factor de utilización de la instalación es función del tipo de lámpara, de la distribución de la intensidad luminosa y rendimiento de las luminarias, así como de la geometría de la instalación, tanto en las características dimensionales de la superficie para iluminar (longitud y anchura), como la disposición de las luminarias en la instalación de entre puntos de luz. Para mejorar la eficiencia energética de una instalación de iluminación se puede actuar incrementando el valor de cualquier de los tres factores anteriores, de forma que la instalación más eficiente será aquella en la que el producto de los tres factores (eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares y factores de mantenimiento y utilización de la instalación)-sea máximo.

## II. REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICOS

### II.1. INSTALACIONES DE ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL

Se definen como tales las instalaciones de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-02 como situaciones del proyecto A y B. Las instalaciones de iluminación viaria funcional, con independencia del tipo de lámpara, pavimento de las características o la geometría de la instalación, deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética que se fijan en la Tabla 1.

**Tabla 1 – Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial funcional**

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
$\geq 30$	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

## II.2. INSTALACIONES DE ALUMBRADO VIAL AMBIENTAL

Alumbrado viario ambiental es el que se ejecuta generalmente sobre soportes de media altura (7.0-7.5 m) en áreas urbanas para a iluminación de vías peatonales, comerciales, aceras, parques y jardines, centros históricos, vías de velocidad limitada, etc. considerados en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-02 como situaciones de proyecto C, D e E.

Las instalaciones de iluminación viaria ambiental, con independencia del tipo de lámpara y de las características o geometría de la instalación -dimensiones de la superficie para iluminar (longitud y anchura), así como disposición de las luminarias (tipo de implantación, altura y separación entre puntos de luz), deberán cumplir de los requisitos mínimo de eficiencia energética que se fijan en la tabla 2.

**Tabla 2 – Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental.**

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
$\geq 20$	9
15	7,5
10	6
7,5	5
$\leq 5$	3,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

### OTRAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO

En la iluminación específica, la iluminación ornamental, la iluminación para vigilancia y seguridad nocturna, y de señales y anuncios luminosos, se tendrá en cuenta los siguientes aspectos.

1. Se iluminará únicamente la superficie que se quiere dotar de iluminación.
2. Se instalará lámparas de elevada eficacia luminosa compatibles con los requisitos cromáticos de la instalación y con valores no inferiores a los establecidos en el capítulo 1 de la ITC-EA-04.
3. Se utilizarán luminarias y proyectores de rendimiento luminoso elevado según de la ITC-EA-04.
4. El equipo auxiliar será de pérdidas mínimas, dándose cumplimiento a los valores de potencia máxima del conjunto lámpara y equipo auxiliar, fijados en la ITC-EA-04.
5. El factor de la utilización de la instalación será el más elevado posible, segundo a ITC-EA-04.
6. El factor de mantenimiento de la instalación será o mayor alcanzable, según a ITC-EA-06.

#### II.4. INSTALACIONES DE ALUMBRADO FESTIVO Y NAVIDEÑO.

La potencia asignada de las lámparas incandescentes utilizadas será igual o inferior a 15 W, y la potencia máxima instalada por unidad de superficie (W/ m<sup>2</sup>) será a indicada en la ITC-EA-02.

### III. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES.

Las instalaciones de iluminación exterior, excepto las de iluminación de señales y anuncios luminosos e iluminación festiva y navideña, se cualificará en función de su índice de eficiencia energética.

El índice de eficiencia energética ( $I_{\epsilon}$ ) de eficiencia energética de referencia ( $\epsilon_R$ ) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla 3.

$$I_{\epsilon} = \frac{\epsilon}{\epsilon_R}$$

Tabla 3 – Valores de eficiencia energética de referencia

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $\epsilon_R$ $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $\epsilon_R$ $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
$\geq 30$	32	-	--
25	29	-	-
20	26	$\geq 20$	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	-	$\leq 5$	5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de iluminación y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde a letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía). El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

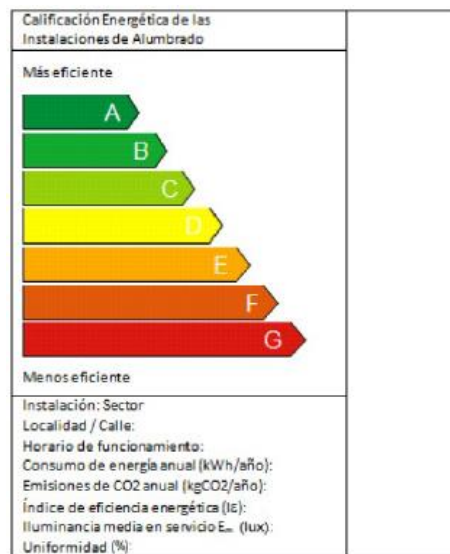
$$ICE = \frac{1}{I_{\epsilon}}$$

La tabla 4 determina los valores definidos por las respectivas letras de consumo energético, en función de los índices de eficiencia energética declarados.

Tabla 4 – Calificación energética de una instalación de alumbrado.

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$Ie > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq Ie > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq Ie > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq Ie > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq Ie > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq Ie > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$Ie \leq 0,20$

Entre a información que se deberá entregar a los usuarios figurará la eficiencia energética ( $\epsilon$ ), su calificación mediante el índice de eficiencia energética ( $Ie$ ), medido, la etiqueta que mide el consumo de la instalación, de acuerdo al modelo que se indica a continuación



En consonancia con lo preceptuado en los artículos 9,10 e 11 del reglamento, la documentación en la que se incluirá la eficiencia energética y su calificación, incluida la etiqueta que mide el consumo energético de la instalación se entregará al titular de la instalación.

#### IV. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA INSTALACIÓN PROYECTADA.

##### IV.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA

La superficie iluminada a considerar (S) será la definida por la dimensión de la sección transversal, y longitudinalmente por una dimensión representativa de la implantación de los puntos proyectados. La iluminancia media ( $E_m$ ) será la obtenida con el cálculo de la superficie anteriormente citada (S). La potencia (P) será la correspondiente a todas las luminarias comprendidas en la superficie de cálculo, teniendo en cuenta que la potencia de las luminarias que delimitan a superficie (S) transversalmente se contabilizará solo el 50 %. En el caso de áreas de estudio irregulares se considerarán el total de la potencia de los puntos de luz que dispongan sobre las citadas áreas.

##### DATOS DE PARTIDA

A la vista de los resultados obtenidos podemos concluir que tanto la iluminación proyectada para el viario tipo 1, cumple con los requisitos mínimos de eficiencia energética para instalaciones de iluminación viaria funcional.

##### IV.2. ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

El índice de eficiencia energética ( $Ie$ ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\Omega$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\epsilon R$ ).

**\*Véase tabla final**

#### IV.3. ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO

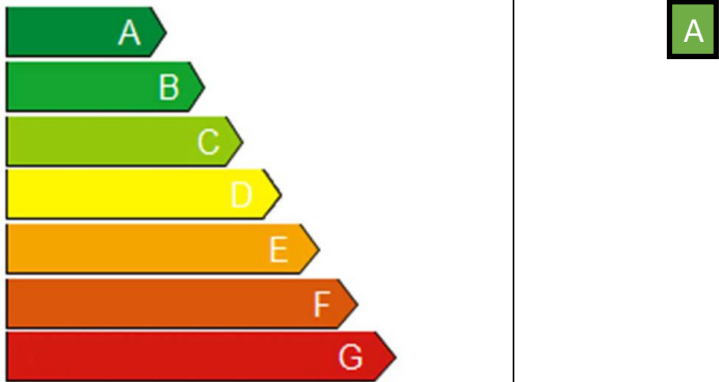
Índice utilizado con objeto de facilitar la interpretación de la cualificación energética de la instalación de iluminación ICE.

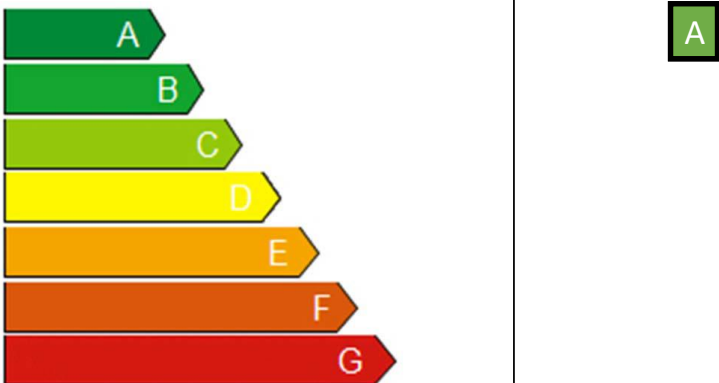
$$ICE = \frac{1}{I\varepsilon}$$

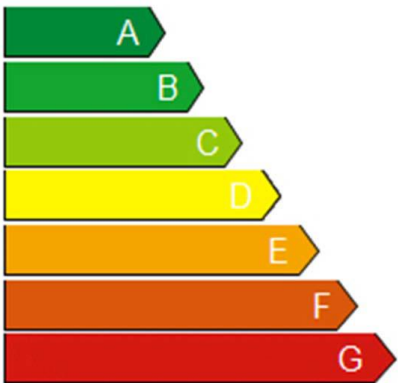
Cuadro	Vial	clasificación vial	Potencia instalada [W]	Superficie iluminada [m2]	Iluminación media [lux]	U <sub>o</sub>	εR	ε	Iε	Em cuadro	U <sub>o</sub> cuadro	εR cuadro	ε cuadro	Iε cuadro	Calificación energética
C002	VIAL 1	ME5	300	1200	7,59	0,69	14,8	30,36	2,05	7,59	0,69	14,80	30,36	2,05	A
C011	VIAL 1	ME5	180	984	7,13	0,5	14	38,98	2,78	7,13	0,50	14,00	38,98	2,78	A
C012	VIAL 1	ME5	330	2310	7,92	0,48	14,8	55,44	3,75	7,79	0,50	14,70	51,65	3,50	A
	VIAL 2	ME5	90	333	6,85	0,6	14	25,35	1,81						
C018	VIAL 1	ME5	300	1120	8,6	0,72	16,4	32,11	1,96	8,60	0,72	16,40	32,11	1,96	A
C038	VIAL 1	ME5	690	1932	8,16	0,76	14,8	22,85	1,54	8,16	0,76	14,80	22,85	1,54	A
C045	VIAL 1	ME5	690	1932	6,66	0,55	14	18,65	1,33	6,66	0,55	14,00	18,65	1,33	A
C046	VIAL 1	ME5	300	1480	7,04	0,55	14	34,73	2,48	7,04	0,55	14,00	34,73	2,48	A
C050	VIAL 1	ME5	900	2520	8,6	0,72	16,4	24,08	1,47	8,60	0,72	16,40	24,08	1,47	A
C051	VIAL 1	ME5	420	1092	8,71	0,77	16,4	22,65	1,38	8,71	0,77	16,40	22,65	1,38	A
C054	VIAL 1	ME5	390	2132	7,13	0,5	14	38,98	2,78	7,13	0,50	14,00	38,98	2,78	A
C056	VIAL 1	ME5	690	1932	8,16	0,76	14,8	22,85	1,54	8,16	0,76	14,80	22,85	1,54	A
C057	VIAL 1	ME5	270	756	8,16	0,76	14,8	22,85	1,54	8,16	0,76	14,80	22,85	1,54	A

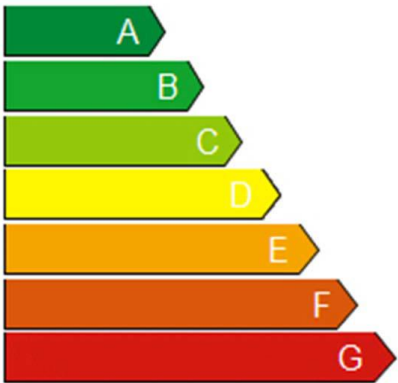


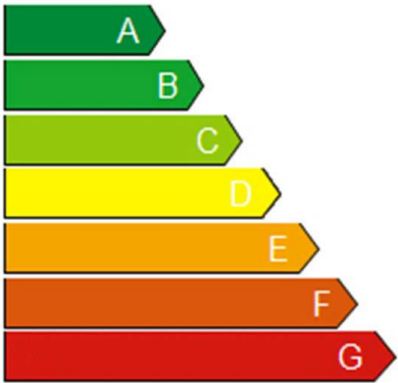
IV.4. ETIQUETAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

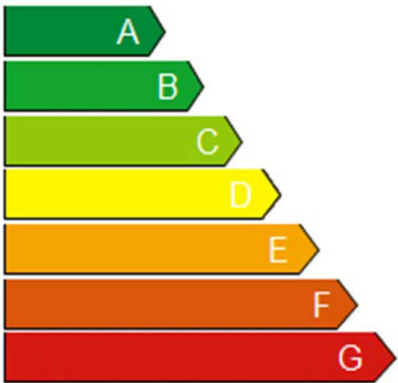
ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN		
Más eficiente		
Menos Eficiente		
Instalación		Alumbrado Público Exterior
Ubicación		C002 Lamaforcada
Ayuntamiento		Nogueira de Ramuín
Horario de Funcionamiento		Nocturno
Horario Equivalente (h)		2.880
Consumo de Energía Anual (kWh/año)	864	
Emisiones de CO2 Anuales (tCO2/año)	0,5	
Índice de Eficiencia Energética Ie	2,05	
Iluminancia Media en Servicio Em	7,59	
Uniformidad	0,69	

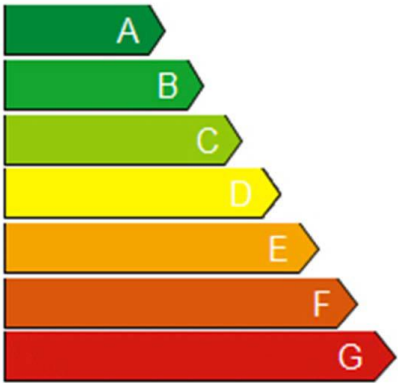
ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN		
Más eficiente		
Menos Eficiente		
Instalación		Alumbrado Público Exterior
Ubicación		C011 Barrio
Ayuntamiento		Nogueira de Ramuín
Horario de Funcionamiento		Nocturno
Horario Equivalente (h)		2.880
Consumo de Energía Anual (kWh/año)	518	
Emisiones de CO2 Anuales (tCO2/año)	0,3	
Índice de Eficiencia Energética Ie	2,78	
Iluminancia Media en Servicio Em	7,1	
Uniformidad	0,50	

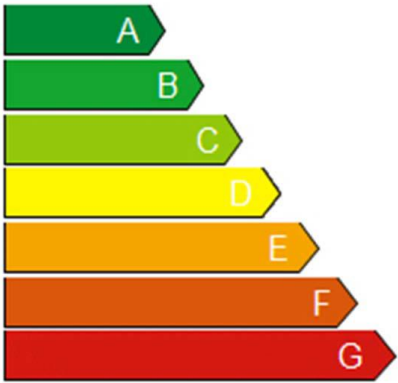
ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN		
Más eficiente		
Menos Eficiente		
<b>Instalación</b>		Alumbrado Público Exterior
<b>Ubicación</b>		C012 Dornas
<b>Ayuntamiento</b>		Nogueira de Ramuín
<b>Horario de Funcionamiento</b>		Nocturno
<b>Horario Equivalente (h)</b>		2.880
<b>Consumo de Energía Anual (kWh/año)</b>	1.210	
<b>Emisiones de CO2 Anuales (tCO2/año)</b>	0,6	
<b>Índice de Eficiencia Energética Ie</b>	3,50	
<b>Iluminancia Media en Servicio Em</b>	7,8	
<b>Uniformidad</b>	0,50	

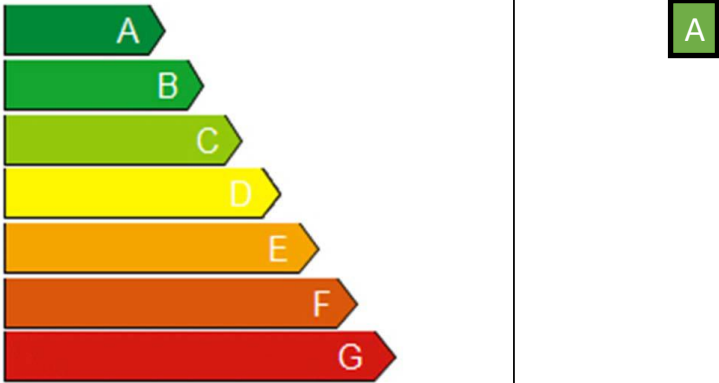
ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN		
Más eficiente		
Menos Eficiente		
<b>Instalación</b>		Alumbrado Público Exterior
<b>Ubicación</b>		C018 Pena de Chao
<b>Ayuntamiento</b>		Nogueira de Ramuín
<b>Horario de Funcionamiento</b>		Nocturno
<b>Horario Equivalente (h)</b>		2.880
<b>Consumo de Energía Anual (kWh/año)</b>	864	
<b>Emisiones de CO2 Anuales (tCO2/año)</b>	0,5	
<b>Índice de Eficiencia Energética Ie</b>	1,96	
<b>Iluminancia Media en Servicio Em</b>	8,6	
<b>Uniformidad</b>	0,72	

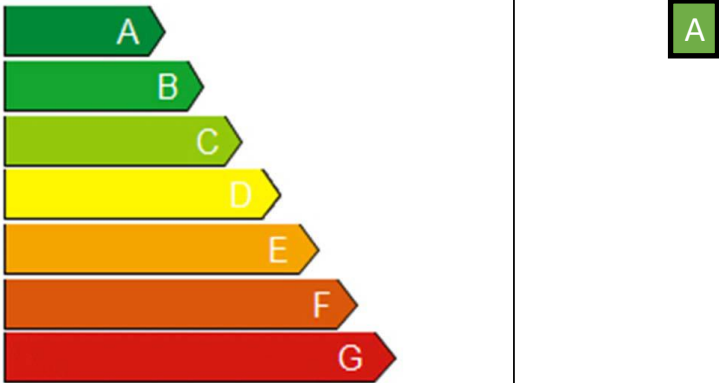
ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN		
Más eficiente		
Menos Eficiente		
<b>Instalación</b>		Alumbrado Público Exterior
<b>Ubicación</b>		C038 Sta Cruz
<b>Ayuntamiento</b>		Nogueira de Ramuín
<b>Horario de Funcionamiento</b>		Nocturno
<b>Horario Equivalente (h)</b>		2.880
<b>Consumo de Energía Anual (kWh/año)</b>	1.987	
<b>Emisiones de CO2 Anuales (tCO2/año)</b>	1,0	
<b>Índice de Eficiencia Energética Ie</b>	1,54	
<b>Iluminancia Media en Servicio Em</b>	8,2	
<b>Uniformidad</b>	0,76	

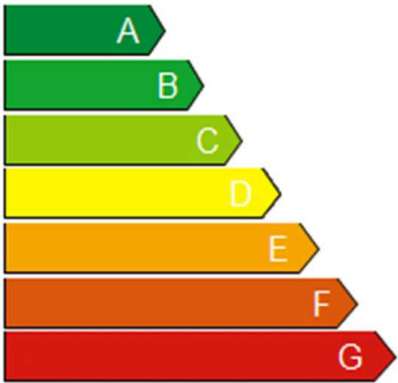
ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN		
Más eficiente		
Menos Eficiente		
<b>Instalación</b>		Alumbrado Público Exterior
<b>Ubicación</b>		C045 Nogueira
<b>Ayuntamiento</b>		Nogueira de Ramuín
<b>Horario de Funcionamiento</b>		Nocturno
<b>Horario Equivalente (h)</b>		2.880
<b>Consumo de Energía Anual (kWh/año)</b>	1.987	
<b>Emisiones de CO2 Anuales (tCO2/año)</b>	1,0	
<b>Índice de Eficiencia Energética Ie</b>	1,33	
<b>Iluminancia Media en Servicio Em</b>	6,7	
<b>Uniformidad</b>	0,55	

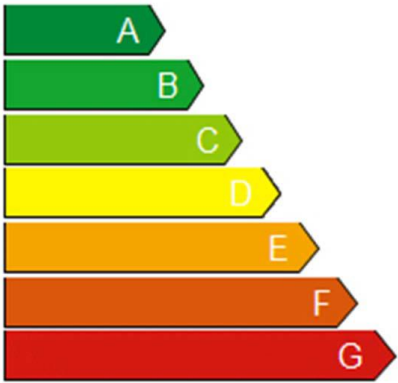
ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN		
Más eficiente		
Menos Eficiente		
<b>Instalación</b>		Alumbrado Público Exterior
<b>Ubicación</b>		C046 Borraxos
<b>Ayuntamiento</b>		Nogueira de Ramuín
<b>Horario de Funcionamiento</b>		Nocturno
<b>Horario Equivalente (h)</b>		2.880
<b>Consumo de Energía Anual (kWh/año)</b>	864	
<b>Emisiones de CO2 Anuales (tCO2/año)</b>	0,5	
<b>Índice de Eficiencia Energética Ie</b>	2,48	
<b>Iluminancia Media en Servicio Em</b>	7,0	
<b>Uniformidad</b>	0,55	

ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN		
Más eficiente		
Menos Eficiente		
<b>Instalación</b>		Alumbrado Público Exterior
<b>Ubicación</b>		C050 Casa Novas
<b>Ayuntamiento</b>		Nogueira de Ramuín
<b>Horario de Funcionamiento</b>		Nocturno
<b>Horario Equivalente (h)</b>		2.880
<b>Consumo de Energía Anual (kWh/año)</b>	2.592	
<b>Emisiones de CO2 Anuales (tCO2/año)</b>	1,4	
<b>Índice de Eficiencia Energética Ie</b>	1,47	
<b>Iluminancia Media en Servicio Em</b>	8,6	
<b>Uniformidad</b>	0,72	

ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN		
Más eficiente		
Menos Eficiente		
<b>Instalación</b>		Alumbrado Público Exterior
<b>Ubicación</b>		C051 Pereira
<b>Ayuntamiento</b>		Nogueira de Ramuín
<b>Horario de Funcionamiento</b>		Nocturno
<b>Horario Equivalente (h)</b>		2.880
<b>Consumo de Energía Anual (kWh/año)</b>	1.210	
<b>Emisiones de CO2 Anuales (tCO2/año)</b>	0,6	
<b>Índice de Eficiencia Energética Ie</b>	1,38	
<b>Iluminancia Media en Servicio Em</b>	8,7	
<b>Uniformidad</b>	0,77	

ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN		
Más eficiente		
Menos Eficiente		
<b>Instalación</b>		Alumbrado Público Exterior
<b>Ubicación</b>		C054 Casuxeto
<b>Ayuntamiento</b>		Nogueira de Ramuín
<b>Horario de Funcionamiento</b>		Nocturno
<b>Horario Equivalente (h)</b>		2.880
<b>Consumo de Energía Anual (kWh/año)</b>	1.123	
<b>Emisiones de CO2 Anuales (tCO2/año)</b>	0,6	
<b>Índice de Eficiencia Energética Ie</b>	2,78	
<b>Iluminancia Media en Servicio Em</b>	7,1	
<b>Uniformidad</b>	0,50	

ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN		
Más eficiente		
Menos Eficiente		
<b>Instalación</b>		Alumbrado Público Exterior
<b>Ubicación</b>		C056 Casdecid
<b>Ayuntamiento</b>		Nogueira de Ramuín
<b>Horario de Funcionamiento</b>		Nocturno
<b>Horario Equivalente (h)</b>		2.880
<b>Consumo de Energía Anual (kWh/año)</b>	1.987	
<b>Emisiones de CO2 Anuales (tCO2/año)</b>	1,0	
<b>Índice de Eficiencia Energética Ie</b>	1,54	
<b>Iluminancia Media en Servicio Em</b>	8,2	
<b>Uniformidad</b>	0,76	

ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN		
Más eficiente		
Menos Eficiente		
<b>Instalación</b>		Alumbrado Público Exterior
<b>Ubicación</b>		C057 San Vicente
<b>Ayuntamiento</b>		Nogueira de Ramuín
<b>Horario de Funcionamiento</b>		Nocturno
<b>Horario Equivalente (h)</b>		2.880
<b>Consumo de Energía Anual (kWh/año)</b>	778	
<b>Emisiones de CO2 Anuales (tCO2/año)</b>	0,4	
<b>Índice de Eficiencia Energética Ie</b>	1,54	
<b>Iluminancia Media en Servicio Em</b>	8,2	
<b>Uniformidad</b>	0,76	

## INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA EA-02 NIVELES DE ILUMINACIÓN

### I. GENERALIDADES

Se entiende por nivel de iluminación el conjunto de requisitos luminotécnicos o fotométricos (luminancia, ilumina uniformidad, deslumbramiento, relación de contorno, etc.) cubiertos por la presente instrucción. En iluminación viaria, se conoce también como clase de iluminación.

Los niveles máximos de luminancia o de iluminancia media de las instalaciones de iluminación de escritas a continuación non podrán superar en más de un 20% os niveles medios de referencia establecidos en presente ITC. Estés niveles medios de referencia están basados en las normas de la serie UNE-EN 13201" iluminación de carreteras", y no tendrán la consideración de valores mínimos obligatorios, pues quedan fuera de los objetivos de este Reglamento

Deberá garantizarse así mismo el valor de la uniformidad mínima, mientras que el resto de los requisitos fotométricos, por ejemplo, valor mínimo de iluminancia en un punto, deslumbramiento e iluminación de alrededores, descritos para cada clase de iluminación, son valores de referencia, pero no exigidos, que deberán considerarse para los distintos tipos de instalaciones. Los requisitos fotométricos anteriores no serán aplicables a aquellas instalaciones o parte de las mismas en las que se justifique debidamente a excepcionalidad y sea aprobada la por el órgano competente de la Administración Pública.

### II. ALUMBRADO VIAL

El nivel de iluminación requerido por una vía depende de múltiples factores como son el tipo de vía, a complejidad de su trazado, a intensidad y sistema de control de tráfico y la separación entre carriles destinados a distintos tipos de usuarios. En función de estos criterios, as vías de circulación se clasifican en varias grupos o situaciones de proyecto, asignándose a cada uno de ellos unos requisitos fotométricos específicos que tienen en cuenta las necesidades visualizadas los usuarios, así como aspectos medio ambientales de las vías.

#### II.1. CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS E SELECCIÓN DE LAS CLASES DE ALUMBRADO.

##### II.1.1. SEGÚN LA VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

Se trata de criterio principal para la clasificación de las vías. Atendiendo a esto estaremos:

Tabla 1 – Clasificación de las vías

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	–
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

La clasificación de las vías objeto de estudio será B.

##### II.1.2. SUBGRUPOS

Mediante otros criterios, tales como el tipo de vía y la intensidad media de tráfico diario (IMD), se establecen subgrupos dentro de la clasificación anterior. En las tablas siguientes se definen las clases de iluminación para las diferentes situaciones de proyecto correspondientes la clasificación de vías anteriores.

#### CLASES DE ALUMBRADO PARA VÍAS TIPO A

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>
A1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías). Intensidad de tráfico Alta (IMD) <math>\geq</math> 25.000.....</li> <li>Media (IMD) <math>\geq</math> 15.000 y <math>&lt;</math> 25.000.....</li> <li>Baja (IMD) <math>&lt;</math> 15.000.....</li> </ul>	ME1 ME2 ME3a
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carreteras de calzada única con doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas). Intensidad de tráfico Alta (IMD) <math>&gt;</math> 15.000.....</li> <li>Media y baja (IMD) <math>&lt;</math> 15.000.....</li> </ul>	ME1 ME2
A2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carreteras interurbanas sin separación de aceras o carriles bici.</li> <li>• Carreteras locales en zonas rurales sin vía de servicio.</li> </ul> Intensidad de tráfico IMD $\geq$ 7.000..... IMD $<$ 7.000.....	ME1 / ME2 ME3a / ME4a
A3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vías colectoras y rondas de circunvalación.</li> <li>• Carreteras interurbanas con accesos no restringidos.</li> <li>• Vías urbanas de tráfico importante, rápidas radiales y de distribución urbana a distritos.</li> <li>• Vías principales de la ciudad y travesía de poblaciones.</li> </ul> Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. IMD $\geq$ 25.000..... IMD $\geq$ 15.000 y $<$ 25.000..... IMD $\geq$ 7.000 y $<$ 15.000..... IMD $<$ 7.000.....	ME1 ME2 ME3b ME4a / ME4b

<sup>(1)</sup> Para todas las situaciones de proyecto (A1, A2 y A3), cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

### CLASES DE ALUMBRADO PARA VÍAS TIPO B

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>
B1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante.</li> <li>• Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas.</li> </ul> Intensidad de tráfico IMD $\geq$ 7.000..... IMD $<$ 7.000.....	ME2 / ME3c ME4b / ME5 / ME6
B2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carreteras locales en áreas rurales.</li> </ul> Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. IMD $\geq$ 7.000..... IMD $<$ 7.000.....	ME2 / ME3b ME4b / ME5

<sup>(1)</sup> Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

### CLASES DE ALUMBRADO PARA VIAS TIPO C Y D

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>
C1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas</li> </ul> Flujo de tráfico de ciclistas Alto..... Normal.....	S1 / S2 S3 / S4
D1 - D2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías.</li> <li>• Aparcamientos en general.</li> <li>• Estaciones de autobuses.</li> </ul> Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal.....	CE1A / CE2 CE3 / CE4
D3 - D4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada</li> <li>• Zonas de velocidad muy limitada</li> </ul> Flujo de tráfico de peatones y ciclistas Alto..... Normal.....	CE2 / S1 / S2 S3 / S4

<sup>(1)</sup> Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.



CLASES DE ALUMBRADO PARA LAS VIAS TIPO E

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>
<b>E1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada.</li> <li>• Paradas de autobús con zonas de espera</li> <li>• Áreas comerciales peatonales.</li> </ul> Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal.....	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
<b>E2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones.</li> </ul> Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal.....	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4

<sup>(1)</sup> Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Atendiendo la clasificación según las tablas enunciados con anterioridad en función de las situaciones de proyecto, tomaremos las consideraciones de las siguientes clases de iluminación para las vías objetivo de estudio:

CUADROS	SITUACION DE PROYECTO	TIPO DE VIA / INTENSIDAD LA TRÁFICO	CLASE DE ALUMBRADO
C002	B1/B2	Calzada la / IMD < 7.000 vehículos	ME5
C011	B1/B2	Calzada la / IMD < 7.000 vehículos	ME5
C012	B1/B2	Calzada la / IMD < 7.000 vehículos	ME5
	B1/B2	Calzada la / IMD < 7.000 vehículos	ME6
C018	B1/B2	Calzada la / IMD < 7.000 vehículos	ME5
C038	B1/B2	Calzada la / IMD < 7.000 vehículos	ME5
C045	B1/B2	Calzada la / IMD < 7.000 vehículos	ME5
C046	B1/B2	Calzada la / IMD < 7.000 vehículos	ME5
C050	B1/B2	Calzada la / IMD < 7.000 vehículos	ME5
C051	B1/B2	Calzada la / IMD < 7.000 vehículos	ME5
C054	B1/B2	Calzada la / IMD < 7.000 vehículos	ME5
C056	B1/B2	Calzada la / IMD < 7.000 vehículos	ME5
C057	B1/B2	Calzada la / IMD < 7.000 vehículos	ME5

II.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN DOS VIALES

En las tablas adjuntas se reflejen los requisitos fotométricos aplicables las vías correspondientes las diferentes clases de iluminación.

SERIES ME DE CLASE DE ALUMBRADO PARA VIALES SECOS TIPO A Y B

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia <sup>(4)</sup> Media $L_m$ (cd/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	Uniformidad Global $U_o$ [mínima]	Uniformidad Longitudinal $U_L$ [mínima]	Incremento Umbral $TI$ (%) <sup>(2)</sup> [máximo]	Relación Entorno $SR$ <sup>(3)</sup> [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de (TI), que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

<sup>(2)</sup> Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (TI).

<sup>(3)</sup> La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

<sup>(4)</sup> Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminancia, multiplicando los primeros por el coeficiente R (según C.I.E.) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

Atendiendo a los enunciados en las tablas anteriores:

VIALES	CLASES DE ALUMBRADO	Luminancia Media (Lm) (Cd/m <sup>2</sup> )	Uniformice lad Global (Uo)	Uniformice lad Global (Ui)	Incremento Umbral (TI) (%)	Relación entorno (SR)
VIAL TIPO 1	ME5	>0,50	>0,35	0,50	<15	>0,50
VIAL TIPO 2	ME6	>0,30	>0,35	0,40	<15	-

\*NOTA: RD 1890/2008 en la Instrucción Técnica Complementaria EA-02, en su punto 1 Generalidades indica:

“(..)

" Los niveles máximos de iluminancia o de iluminancia media de las instalaciones de alumbrado descritas a continuación no podrán supera en más de 20% los niveles medios de referencias establecidos en la presente ITC. Estos niveles medios de referencia están basados en las normas de la serie UNE-EN 13201 "iluminación de carreteras", y no tendrán la consideración de valores mínimos obligatorios, pues quedan fuera de los objetivos de este Reglamento".

## INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA EA-03. RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO Y LUZ INTRUSA O MOLESTA

### I. RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO

El resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica y la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz los gases, aerosoles en partículas en suspensión en la atmosfera, procedente, entre otros orígenes, de instalaciones de iluminación exterior, bien por emisión directa cara el cielo o reflejada por las superficies iluminadas.

En la Tabla 1 se clasifican las diferentes zonas en función de su protección contra la contaminación luminosa, según el tipo de actividad a desarrollar en cada la una de las zonas.

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	DESCRIPCIÓN
E1	<b>ÁREAS CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS:</b> Observatorios astronómicos de categoría internacional, parques nacionales, espacios de interés natural, áreas de protección especial (red natura, zonas de protección de aves, etc.), donde las carreteras están sin iluminar.
E2	<b>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD BAJA:</b> Zonas periurbanas o extrarradios de las ciudades, suelos no urbanizables, áreas rurales y sectores generalmente situados fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales, donde las carreteras están iluminadas.
E3	<b>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA:</b> Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.
E4	<b>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD ALTA:</b> Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna.

Clasificación de la zona de aplicación: E2-ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD BAJA  
E3 AREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA

### II. LIMITACIONES DE LAS EMISIONES LUMINOSAS.

Se limitarán las emisiones luminosas hacia el cielo en las instalaciones de iluminación exterior, con excepción de las de iluminación festivo y navideño.

La luminosidad de cielo producida por las instalaciones de iluminación exterior depende del flujo hemisférico superior instalado y es directamente proporcional a la superficie iluminada y a su nivel de iluminancia, e inversamente proporcional a los factores de utilización y mantenimiento de la instalación.

El flujo hemisférico superior instalado  $FHS_{inst}$  o emisión directo de las luminarias para implantar en cada zona E1, E2, E3 y E4, no superará los límites establecidos en la tabla adjunta:

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO $FHS_{INST}$
E1	$\leq 1\%$
E2	$\leq 5\%$
E3	$\leq 15\%$
E4	$\leq 25\%$

**LUMINARIAS PROYECTADAS:**

Luminaria: Ilosi Suarna

FHSinst: < 1%

Zona: E2-E3

**CUMPLEN CON LOS LÍMITES ESTABLECIDOS DE FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO.**

**III. LIMITACIÓN DE LA LUZ INTRUSA OU MOLESTA**

Con objeto de minimizar los efectos de la luz intrusa o molesta procedente de instalaciones de iluminación exterior, sobre residentes y sobre los ciudadanos en general, las instalaciones de iluminación exterior, con excepción de la iluminación festiva y navideña, se diseñarán para que cumplan los valores máximos establecidos en la tabla 3 de los siguientes parámetros:

- (1) Iluminancia vertical (EV) en ventanas;
- (2) Luminancia (L) de las luminarias medida como Intensidad luminosa (I) emitida por cada la luminaria en la dirección potencial de la molestia;
- (3) Luminancia media (Lm) de las superficies de los paramentos de los edificios que como consecuencia de una iluminación excesiva pueda producir molestias;
- (4) Luminancia máxima (Lmax) de señales y anuncios luminosos;
- (5) Incremento umbral de contraste (TI) que expresa la limitación del deslumbramiento perturbador o incapacitativo en las vías de tráfico rodado producido por instalaciones de alumbrado distintas de las de viales. Dicho incremento constituye la medida por la que se cuantifica la pérdida de visión causada por dicho deslumbramiento. El TI producido por el alumbrado vial está limitado por la ITC-EA-02

En función de la clasificación de zonas (E1, E2, E3 e E4) a luz molesta procedente de las instalaciones de iluminación exterior, se limitará los valores indicados en la tabla que se reproduce a continuación:

Parámetros luminotécnicos	Valores máximos			
	Observatorios astronómicos y parques naturales E1	Zonas periurbanas y áreas rurales E2	Zonas urbanas residenciales E3	Centros urbanos y áreas comerciales E4
Iluminancia vertical (E <sub>v</sub> )	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida por las luminarias (I)	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminancia media de las fachadas (L <sub>m</sub> )	5 cd/m <sup>2</sup>	5 cd/m <sup>2</sup>	10 cd/m <sup>2</sup>	25 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia máxima de las fachadas (L <sub>max</sub> )	10 cd/m <sup>2</sup>	10 cd/m <sup>2</sup>	60 cd/m <sup>2</sup>	150 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos (L <sub>max</sub> )	50 cd/m <sup>2</sup>	400 cd/m <sup>2</sup>	800 cd/m <sup>2</sup>	1.000 cd/m <sup>2</sup>
Incremento de umbral de contraste (TI)	Clase de Alumbrado			
	Sin iluminación	ME 5	ME3 / ME4	ME1 / ME2
	TI = 15% para adaptación a L = 0,1 cd/m <sup>2</sup>	TI = 15% para adaptación a L = 1 cd/m <sup>2</sup>	TI = 15% para adaptación a L = 2 cd/m <sup>2</sup>	TI = 15% para adaptación a L = 5 cd/m <sup>2</sup>

La instalación proyectada cumple con los valores indicados en la tabla anterior.

## INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA EA-04 COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES

### I. GENERALIDADES

En lo referente a los métodos de medida y presentación de las características fotométricas de lámparas y luminarias, se seguirá lo establecido en las normas relevantes de la serie UNE-EN-13032 “Luz e iluminación. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias”.

El flujo hemisférico superior instalado (FH INST), rendimiento de la luminaria ( $\eta$ ), factor de utilización protección IP, eficacia de la lámpara y demás características relevantes para cada tipo de luminaria, lámpara o equipos auxiliares, deberán ser garantizado por lo fabricante, mediante una declaración expresa o certificación de un laboratorio acreditado.

A fin de garantizar que los parámetros de diseño de las instalaciones se ajustan a los valores nominales previstos, los equipos auxiliares que se incorporen en las instalaciones de iluminación, deberán cumplir a las condiciones de funcionamiento establecidas en las normas UNE-EN de prescripción de funcionamiento siguiente:

- a) UNE-EN 60921 - Balastos para lámparas fluorescentes.
- b) UNE-EN 60923 - Balastos para lámparas de descarga, excluidas las fluorescentes.
- c) UNE-EN 60929 - Balastos electrónicos alimentado.

### II. LÁMPARAS

Con excepción de la iluminación do Navideño y festivo, las lámparas utilizadas en instalaciones de iluminación exterior tendrán una eficacia luminosa superior a:

- a) 40 lum/W, para alumbrados de vigilancia y
- b) 65 lum/W, para alumbrados vial, específico y ornamental

### III. LUMINARIAS

Las luminarias incluyendo los proyectores, que se instalen en las instalaciones de iluminación excepto las de iluminación festiva y navideño, deberán cumplir con los requisitos de la tabla adjunta respecto de los valores de rendimiento de la luminaria ( $\eta$ ) y factor de utilización ( $fu$ ).

En lo referente al factor de mantenimiento ( $fm$ ) y al flujo hemisférico superior instalado (FHSinst), cumplen las ITC-EA-06 y la ITC-EA-03, respectivamente.

Además, las luminarias deberán elegirse de forma que se cumplan los valores de eficiencia energética mínima, para instalaciones de iluminación viaria y el resto de los requisitos para otras instalaciones, según lo establecido en la ITC-EA-01.

PARÁMETROS	ALUMBRADO VIAL		RESTO ALUMBRADOS (1)	
	Funcional	Ambiental	Proyectores	Luminarias
Rendimiento	$\geq 65\%$	$\geq 55\%$	$\geq 55\%$	$\geq 60\%$
Factor de utilización	(2)	(2)	$\geq 0,25$	$\geq 0,30$

(1) A excepción de alumbrado festivo y navideño.  
(2) Alcanzarán los valores que permitan cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en las tablas 1 y 2 de la ITC-EA-01.

#### IV. EQUIPOS AUXILIARES

La potencia eléctrica máxima consumida la por el conjunto de equipo auxiliar y lámpara de descarga, no superará los valores de la siguiente tabla.

POTENCIA NOMINAL DE LÁMPARA (W)	POTENCIA TOTAL DEL CONJUNTO (W)			
	SAP	HM	SBP	VM
18	--	--	23	-
35	--	--	42	-
50	62	--	--	60
55	--	--	65	-
70	84	84	--	-
80	--	--	--	92
90	--	--	112	-
100	116	116	--	-
125	--	--	--	139
135	--	--	163	-
150	171	171	--	-
180	--	--	215	-
250	277	270 (2,15A) 277 (3A)	--	270
400	435	425 (3,5A) 435 (4,6A)	--	425

#### V. SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO

Los sistemas de accionamiento deberán garantizar que las instalaciones de iluminación exterior se enciendan y apaguen con precisión a las horas previstas cuando la luminosidad ambiente lo requiera, al objeto de ahorrar energía.

El accionamiento de las instalaciones de iluminación exterior podrá llevar a cabo mediante diversos dispositivos, por ejemplo, fotocélulas, relojes astronómicos y sistemas de acceso centralizado.

Toda la instalación de iluminación exterior con una potencia de lámparas y equipos auxiliares superiores a 5 kW deberá incorporar un sistema de accionamiento por reloj astronómico o sistema de acceso centralizado, mientras que en aquellas con una potencia en lámparas y equipos auxiliares inferior o igual a 5 kW también se podrá incorporar un sistema de accionamiento mediante fotocélula.

#### NORMAS DE APLICACIÓN PARA LOS SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO:

- Interruptor Astronómico UNE-EN 60707-2-7
- Interruptor Crepuscular (célula fotoeléctrica) (si  $P < 5$  kW): UNE-EN 60669-2-1

#### VI. SISTEMAS DE REGULACIÓN DEL NIVEL LUMINOSO.

Con la finalidad de ahorrar energía, disminuir el resplandor luminoso nocturno y limitar la luz molesta, a ciertas horas de la noche, se deberá reducir el nivel de iluminación en las instalaciones de iluminación vial, iluminación ornamental y iluminación de señales y anuncios luminosos, con potencia instalada la superior a 5 kW salvo que, por razones de seguridad, a justificar en el proyecto, en los resultados recomendable efectuar variaciones temporales la reducción de iluminación.

Cuando se reduzca el nivel de iluminación, es decir, se varíe la clase de iluminación a una hora determinada, deberán mantenerse los criterios de uniformidades de luminancia / iluminancia y deslumbramiento establecidos en esta Instrucción ITC-EA-02.

Se proyectarán con dispositivos o sistemas para regular el nivel luminoso mediante algún de los sistemas siguientes:

- balastos serie de tipo inductivo para doble nivel de potencia
- reguladores - estabilizadores en cabecera de línea
- balastos electrónicos de potencia regulable.

Los sistemas de regulación de los niveles luminosos deberán permitir la disminución de flujo emitido hasta un 50% del valor en servicio normal, manteniendo la uniformidad de los niveles de iluminación, durante las horas con funcionamiento reducido.

#### SISTEMAS DE ILUMINACIÓN EMPLEADOS EN PROYECTO

## LUMINARIAS LED

### VII.1. NORMATIVA APLICABLE A LOS LED:

- UNE- EN 13032-1 e UNE-EN 13032 Medición y presentación.
- UNE-EN 60598-1. Luminarias. Requisitos generales y ensayos.
- UNE-EN 60598-2-3. Luminarias. Requisitos particulares. Luminarias de alumbrado público.
- UNE-EN 60598-2-5. Luminarias. Requisitos particulares. Proyectoros.
- UNE-EN 55015 de 2006. Límites y métodos de medida de las características relativas a la radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.
- UNE-EN 61000-3-2. Compatibilidad electromagnética (CEM). Límites para las emisiones de corriente armónica.
- UNE-EN 61000-3-3. Compatibilidad electromagnética (CEM). Limitaciones de las variaciones de la tensión, fluctuaciones de tensión y flicker de las redes públicas de suministro de baja tensión.
- UNE-EN 61547. Equipos para alumbrado de uso general. Requisitos de inmunidad CEM.
- UNE-EN 61347-2-13. Requisitos particulares para dispositivos de control electrónicos alimentados en continua ó corriente alterna para módulos LED.
- UNE-EN 62031. Seguridad de los módulos LED.
- UNE-EN 62384. Requisitos de funcionamiento para dispositivos de control electrónicos alimentados en corriente continua o corriente alterna para módulos LED.
- UNE-EN 62471-1. Seguridad fotobiológica de lámparas y aparatos que utilizan lámparas.
- UNE-EN 62560. Seguridad en lámparas LED con dispositivo de control incorporado de tensión de alimentación > 50 V.
- IEC 62612. Lámparas LED para iluminación general. Requisitos de funcionamiento.
- IEC 62717. Módulos LED para iluminación general. Requisitos de funcionamiento.
- IEC 62722. Luminarias LED para iluminación general. Requisitos de funcionamiento.

### VII.2. LUMINARIA EMPLEADA EN PROYECTO

#### VII.2.1. ELECCIÓN

Para la elección de las luminarias en la iluminación viaria funcional se considerará conveniente tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Características y eficacia fotométrica
- Optimización de factor de utilización en función de los niveles de iluminación, las características de la calzada para iluminar y geométricas de la instalación.
- Flujo hemisférico superior instalado mínimo, adoptando luminarias “cut- off” o “semi cut- off” que limite el resplandor luminoso nocturno y la luz intrusa o molesta.
- Prestaciones mecánicas y su conservación en transcurso del tiempo, especialmente en qué grado de hermeticidad del sistema óptico IP 65 ó IP 66, preferiblemente este último.
- Utilización de cierre que mantengan el factor de transmisión de luz a lo largo del tiempo, preferentemente vidrio.
- Resistencia a los choques
- Estética de la luminaria

## **INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA EA-05 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA, VERIFICACIONES E INSPECCIONES**

### **DOCUMENTACIÓN TÉCNICA**

Según lo previsto en el artículo 10 del reglamento de eficiencia de iluminación exterior, la documentación complementaria de las instalaciones incluye en el ámbito de aplicación del mismo contendrá los cálculos de eficiencia energética y demás requisitos establecidos en la presente instrucción técnica complementaria, en forma de proyecto o memoria técnica de diseño, según corresponda.

En este caso al ser requerida la elaboración de un Proyecto Técnico por las características técnicas que presentan las instalaciones para renovar, se incluirán las características de todos y cada uno de los componentes de las obras proyectadas, con especial referencia al cumplimiento del reglamento de eficiencia energética en instalaciones de iluminación exterior y la mejora de la eficiencia y ahorro energético. Entre otros, se incluyen:

- Los referentes a los titulares de las instalaciones
- Emplazamiento de las instalaciones
- Uso a lo que se destinan.
- Relación de luminarias, lámparas y equipos auxiliares que se prevean instalar y a su potencia.
- Factor de utilización (fu) y de mantenimiento (fm) de la instalación de iluminación exterior, eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares a utilizar ( $\epsilon$  L) rendimiento de las luminarias ( $\eta$ ), flujo hemisferio superior instalado (FHSinst), disposición espacial adoptado para las luminarias y, cuando proceda, la relación luminancia / iluminancia (L/E) de la instalación.
- Régimen de funcionamiento previsto y descripción de los sistemas de accionamiento y de regulación de los niveles luminosos.
  - Medidas adoptadas para la mejora de la eficiencia y ahorro energético, así como para la limitación del resplandor luminoso nocturno y reducción de la luz.
- Cálculo de la eficiencia energética de la instalación ( $\epsilon$ ), para cada una de las soluciones adoptadas.
- Calificación energética de la instalación en función del índice de eficiencia energética ( $I\epsilon$ )

La memoria del proyecto se complementará con los anexos relativos a los cálculos luminotécnicos (iluminancia, luminancias con sus uniformidad y deslumbramientos, relación de contorno), el plan de mantenimiento a llevar a cabo y los correspondientes á determinación los costes de explotación y mantenimiento.

## **II. VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

### **I.1. RÉGIMEN DE VERIFICACIONES E INSPECCIONES**

En virtud de lo estipulado en artículo 13 del reglamento, se comprobará el cumplimiento de las disposiciones y requisitos de eficiencia energética establecidos en el reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias, mediante verificaciones y inspecciones, que serán realizadas, respectivamente, por instaladores autorizados de acuerdo con Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, do 2 de agosto, e por organismos de control, autorizados para este reglamentario según lo dispuesto en el Real Decreto 2200/1995, del 28 de diciembre, por lo que se aprueba el Reglamento infraestructura para la calidad y la seguridad industrial, que se indican a continuación:

- Verificación inicial, previa a su puesta en servicio: Todas las instalaciones.
- Inspección inicial, previa a su posta en servicio: las instalaciones de más de 5kw de potencias instalada.
- Verificaciones cada 5 años: las instalaciones de hasta 5kw de potencias instalada.
- Inspecciones cada 5 años: las instalaciones de más de 5kw de potencias instalada.



## II.2. MEDICIONES

Una vez finalizada a instalación de la iluminación exterior se precederá a efectuar las mediciones eléctricas y luminotécnicas con objeto de comprobar los cálculos del proyecto.

La verificación de la instalación de iluminación, tanto inicial como periódica, a realizar por el instalador autorizado, comprenderá las siguientes mediciones:

- Potencia eléctrica consumida por la instalación. Dicha potencia se medirá mediante un analizador de potencia trifásico con una exactitud mejor que el 5%. Durante a medida de la potencia consumida, registrarse la tensión de alimentación y se tendrá en cuenta a su desviación respecto de la tensión nominal, para el cálculo de la potencia de referencia utilizada en el proyecto.
- Iluminancia media de la instalación. O valor de dicha iluminancia será el valor medio de las iluminancias medida en los puntos de la retícula de cálculo, de acuerdo con establecido en la ITC – EA-07. Se podrá aplicar el método simplificado de medida de la iluminancia media, denominado de los "nove puntos".
- Uniformidad de la instalación. Para el cálculo de los valores de uniformidades media se tendrá medida las individuales realizadas para el cálculo de la iluminancia media.

La inspección de las instalaciones, tanto inicial como periódica, a realizar por los organismos de control, incluirá, además de las medidas descritas anteriormente, las siguientes:

- a) Luminancia media de la instalación. Esta medida se realizará cuando la situación de proyecto incluirá clases de alumbrado valores de referencia para la dicha magnitud.
- b) Deslumbramiento perturbador y relación entorno SR.

A partir de las medidas anteriores, se determinará la eficiencia energética ( $\epsilon$ ) y el índice de eficiencia energética ( $I_r$ ) reales de la instalación de iluminación exterior. El valor de la eficiencia energética ( $\epsilon$ ) no deberá ser inferior en más de un 10% a el valor ( $\epsilon$ ) proyectado y la cualificación energética de la instalación ( $I_\epsilon$ ) deberá coincidir con lo proyectado.

## II.3. PROCEDIMIENTO DE LA EVALUACIÓN

Los organismos de control realizarán la inspección de las instalaciones sobre la base de las prescripciones del reglamento eficiencia energética de iluminación exterior y las instrucciones técnicas complementarias y, no su caso, de lo especificado en documentación técnica, aplicando los criterios para la clasificación de defectos que se relacionan en la empresa instaladora, se lo estima conveniente, podrá asistir la realización de estas inspecciones.

En las verificaciones periódicas, los instaladores autorizados atenderán las mediciones establecidas en el apartado anterior.

Como resultado de la inspección o verificación, el organismo de control o el instalador autorizado, según el caso, emitirá un certificado de inspección o de verificación, respectivamente, en el cual figurarán los datos de identificación de la instalación medida las realizadas y la posible relación de defectos, con su clasificación, y la calificación de la instalación, que podrá ser

a) Favorable: Cuando no se determine la existencia de ningún defecto muy grave o grave. Este caso, los posibles defectos leves se anotarán para constancia del titular, con la indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos antes de la próxima inspección; Así mismo, podrán servir de base a efectos estadísticos y de control del buen hacer de las empresas instaladoras.

b) Condicionada: Cuando se detecte la existencia de, por lo menos, un defecto grave o defecto leve procedente de otra inspección anterior que no se haya corregido. En este caso:

- las instalaciones nuevas que sean objeto de esta calificación no podrán ser suministradas de energía eléctrica en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y pueda obtener la calificación de favorable.
- las instalaciones ya en servicio les fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los 6 meses. Transcurrido dicho plazo sin haberse subsanado los defectos, el Organismo de

Control deberá remitir el Certificado con la calificación negativa a la Administración pública competente.

c) Negativa: Cuando se observe, por lo menos, un defecto muy grave. En este caso:

- Las nuevas instalaciones no podrán entrar en servicio, en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puede obtener la calificación de favorable.
- Las instalaciones ya en servicio se emitirá Certificado negativo, que se remitirá inmediatamente la Administración pública competente

#### II.4. CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS Y DEFICIENCIAS

Los defectos y deficiencias de funcionamiento en las instalaciones de iluminación exterior se clasificarán en muy graves.

##### II.4.1. DEFECTO Y DEFICIENCIA DE FUNCIONAMIENTO MUY GRAVE

Defecto y deficiencia de funcionamiento muy grave serán aquellas que afecten muy gravemente la eficiencia energética de la instalación, resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta generada. Sin carácter exhaustivo, se consideran, de modo expreso, defectos las deficiencias de funcionamiento muy graves, los siguientes:

- No alcanzar injustificada lamente el 75% de los valores de eficiencia energética mínima o no llegar al 75% de los valores de eficiencia energética proyectados, cuando no existan valores mínimos.
- Superar injustificadamente en más del 50% los niveles máximos de iluminación en servicio con mantenimiento de la instalación (ITC-EA-02).
- Carecer de sistema de regulación del nivel luminoso conforme a las condiciones establecidas en el apartado 10 de la ITC-EA-02.
- Eludir reiteradamente el cumplimiento de los horarios de utilización de las instalaciones.
- Incumplir en más del 15% las limitaciones del flujo hemisférico superior instalado establecido en la ITC-EA-03.
- No implantar el servicio de mantenimiento.
- La manifiesta reincidencia en defectos y deficiencias de funcionamiento graves.

##### II.4.2. DEFECTO E DEFICIENCIA DO FUNCIONAMIENTO GRAVE

Defecto y deficiencia de funcionamiento grave serán aquellas que perjudiquen substancialmente la eficiencia energética de la instalación, o supongan un incremento importante el resplandor luminoso nocturno y la luz intrusa o molesta. Sin carácter exhaustivo, considérense, de modo expreso, defectos o deficiencias de funcionamiento graves, los siguientes:

- No alcanzar injustificada lamente o 85% dos valores de eficiencia energética mínima establecidos en la ITC-EA-01 o no llegar al 85% de los valores de eficiencia energética proyectados, cuando no existan valores mínimos.
- Superar injustificada lamente en más de un 30% los niveles máximos de iluminación en servicio con mantenimiento de la instalación establecidos en la ITC-EA-02.
- Implantar un sistema de regulación del nivel luminoso inadecuado el mantenerlo averiado de manera repetida.
- Eludir de forma reiterada la, más de 10 veces durante el último año, o cumplimiento de los horarios de utilización de las instalaciones.
- Incumplir en más do 8% las limitaciones del flujo hemisférico superior establecida en la ITC-EA-03.
- En adecuar las acciones de mantenimiento las operaciones preventivas con las periodicidades necesarias, con caída la substancial de factor de mantenimiento establecido en la documentación técnica.

Defecto y deficiencia de funcionamiento grave serán aquellos que perjudiquen sustancialmente a la eficiencia energética de la instalación, el supongan un incremento importante del resplandor luminoso nocturno y la luz intrusa le molesta.

Sin carácter exhaustivo, se consideran, de modo expreso, defectos las deficiencias de funcionamiento graves, los siguientes:

- No alcanzar injustificadamente el 85% de los valores de eficiencia energética mínima establecidos en la ITC-EA-01 o no llegar al 85% de los valores de eficiencia energética proyectados, cuando no existan valores mínimos.
- Superar injustificadamente en más de un 30% los niveles máximos de iluminación en servicio con mantenimiento de la instalación establecidos en la ITC-EA-02.
- Implantar un sistema de regulación del nivel luminoso inadecuado y mantenerlo averiado de manera repetida.
- Eludir de forma reiterada la, más de 10 veces durante el último año, el cumplimiento de los horarios de utilización de las instalaciones.
- Incumplir en más del 8% las limitaciones del flujo hemisférico superior establecidas en la ITC-EA-03.
- No adecuar las acciones de mantenimiento a las operaciones preventivas con la periodicidad necesaria, con caída sustancial del factor de mantenimiento establecido en la documentación técnica.
- A sucesiva reiteración en defectos y deficiencias de funcionamiento leves

#### II.4.3. DEFECTO E DEFICIENCIA DO FUNCIONAMENTO LEVE.

Defecto y deficiencia de funcionamiento leve será todo aquel que no perturbe de modo esencial la eficiencia energética de la instalación, o no genere un aumento transcendental del resplandor luminoso nocturno y de la luz intrusa o molesta. Sin carácter exhaustivo, se consideran, de modo expreso, defectos o deficiencias de funcionamiento leves, los siguientes:

- No alcanzar, injustificadamente, el 90 % de los valores de eficiencia energética mínima establecido en la ITC- EA-01 o no llega al 90 % de los valores de eficiencia energética proyectados, cuando no existan valores mínimos.
- Superar, injustificada lamente, en más de un 15% os niveles máximos de iluminación en servicio con mantenimiento de la instalación establecidos en la ITC-EA-02.
- Funcionamiento deficiente del sistema de regulación del nivel luminoso, con ahorro energético inferior al previsto en la documentación técnica (Proyecto o Memoria Técnica de Diseño),
- Eludir más de 4 veces al año el cumplimiento de los horarios de utilización de las instalaciones.
- Incumplir en más de los 3% las limitaciones del flujo hemisférico superior instalado, emitido por las luminarias establecidas en la ITC-EA-03.
- Efectuar un mantenimiento insuficiente con caída del factor de mantenimiento de la instalación.
- Todos aquellos defectos y deficiencias de funcionamiento no cualificados como graves y muy graves.

## INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA EA-06 MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES

### I.GENERALIDADES

Las características y las prestaciones de una instalación de iluminación exterior se modifican y degradan a lo largo del tiempo. Una explotación correcta y un buen mantenimiento permitirán conservar la calidad de la instalación, asegurar el mejor funcionamiento posible y lograr una idónea eficiencia energética. Las características fotométricas y mecánicas de una instalación de iluminación exterior se degradarán a lo largo del tiempo debido a las numerosas causas, siendo las más importantes las siguientes:

- La baja progresiva del flujo emitido por las lámparas.
- El ensuciamiento de las lámparas y del sistema óptico de la luminaria.
- El envejecimiento de los diferentes componentes del sistema óptico de las luminarias (reflector, refractor, cierre, etc.).
- El prematuro cese de funcionamiento de las lámparas.
- Los desperfectos mecánicos debidos a accidentes de tráfico, actos de vandalismo, etc.

A peculiar implantación de las instalaciones de iluminación exterior a la intemperie, sometidas a los agentes atmosféricos, el riesgo que supone que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles, así como la primordial función que dichas instalaciones desempeñan en materia de seguridad viaria, así como de las personas y los bienes, obligan a establecer un correcto mantenimiento de las mismas

### II.FACTOR DE MANTENIMIENTO

O factor de mantenimiento ( $f_m$ ) es la relación entre la iluminancia media en la zona después de un determinado período de funcionamiento de la instalación de iluminación exterior (Iluminancia media en servicio  $E_{servicio}$ ) y la iluminancia media obtenida al comienzo de su funcionamiento como instalación nueva (Iluminancia media inicial  $E_{inicial}$ ).

$$f_m = \frac{E_{servicio}}{E_{inicial}} = \frac{E}{E_i}$$

El factor de mantenimiento será siempre menor que a unidad ( $f_m < 1$ ), e interesará que resulte lo más elevado posible para una frecuencia de mantenimiento lo más baja que pueda llevar a cabo.

El factor de mantenimiento será función fundamentalmente de:

- El tipo de lámpara, depreciación do flujo luminoso y la supervivencia en el transcurso del tempo;
- La estanqueidad del sistema óptico de la luminaria mantenida a lo largo de su funcionamiento
- La naturaleza y modalidad de cierre de la luminaria;
- La calidad de frecuencia de las operaciones de mantenimiento;
- El grao de contaminación de la zona donde se instala la luminaria.

El factor de mantenimiento será el producto del factor supervivencia y de depreciación de la luminaria, de forma que se verificará:

$$f_m = \text{FDL} \cdot \text{FSL} \cdot \text{FDLU}$$

Siendo:

FDL: factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara.

FSL: factor de supervivencia de la lámpara.

FDLU: factor de depreciación de la luminaria.

En el caso de túneles y pasos inferiores de tráfico rodado de peatones también se tendrá en cuenta el factor de depreciación de las superficies del recinto (FDSR), de forma que se cumplirá:

$$f_m = FDFL \cdot FSL \cdot FDLU \cdot FDSR$$

Los factores de depreciación y supervivencia máximos admitidos se indican en las tablas adjuntas:

Tabla 1 – Factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas (FDFL)

Tipo de lámpara	Período de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodio alta presión	0,98	0,97	0,94	0,91	0,90
Sodio baja presión	0,98	0,96	0,93	0,90	0,87
Halogenuros metálicos	0,82	0,78	0,76	0,76	0,73
Vapor de mercurio	0,87	0,83	0,80	0,78	0,76
Fluorescente tubular Trifósforo	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
Fluorescente tubular Halofosfato	0,82	0,78	0,74	0,72	0,71
Fluorescente compacta	0,91	0,88	0,86	0,85	0,84

Tabla 2 – Factores de supervivencia de las lámparas (FSL)

Tipo de lámpara	Período de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodio alta presión	0,98	0,96	0,94	0,92	0,89
Sodio baja presión	0,92	0,86	0,80	0,74	0,62
Halogenuros metálicos	0,98	0,97	0,94	0,92	0,88
Vapor de mercurio	0,93	0,91	0,87	0,82	0,76
Fluorescente tubular Trifósforo	0,99	0,99	0,99	0,98	0,96
Fluorescente tubular Halofosfato	0,99	0,98	0,93	0,86	0,70
Fluorescente compacta	0,98	0,94	0,90	0,78	0,50

Tabla 3 – Factores de depreciación de las luminarias (FDLU)

Grado protección sistema óptico	Grado de contaminación	Intervalo de limpieza en años				
		1 año	1,5 años	2 años	2,5 años	3 años
IP 2X	Alto	0,53	0,48	0,45	0,43	0,42
	Medio	0,62	0,58	0,56	0,54	0,53
	Bajo	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78
IP 5X	Alto	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76
	Medio	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
	Bajo	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
IP 6X	Alto	0,91	0,90	0,88	0,85	0,83
	Medio	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	Bajo	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90

A los efectos del cálculo del factor de mantenimiento, 1 año equivale a 4.000 h de funcionamiento.

En el caso de túneles y pasos inferiores, los factores de depreciación máximos de las superficies del recinto (FDSR) serán los establecidos en la tabla 4:

Tabla 4 – Factores de depreciación de las superficies del recinto (FDSR)

Índice del recinto <sup>(1)</sup> L	Distribución flujo luminoso	Intervalo de limpieza en años																	
		0,5 años			1 año			1,5 años			2 años			2,5 años			3 años		
		Grado de Contaminación <sup>(2)</sup>			Grado de Contaminación <sup>(2)</sup>			Grado de Contaminación <sup>(2)</sup>			Grado de Contaminación <sup>(2)</sup>			Grado de Contaminación <sup>(2)</sup>			Grado de Contaminación <sup>(2)</sup>		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
Pequeño I <sub>r</sub> = 0,7	Directo	0,97	0,96	0,95	0,97	0,94	0,93	0,96	0,94	0,92	0,95	0,93	0,90	0,94	0,92	0,89	0,94	0,92	0,88
	Direc/Indirec	0,94	0,88	0,84	0,90	0,86	0,82	0,89	0,83	0,80	0,87	0,82	0,78	0,85	0,80	0,75	0,84	0,79	0,74
	Indirecto	0,90	0,84	0,80	0,85	0,78	0,73	0,83	0,75	0,69	0,81	0,73	0,66	0,77	0,70	0,62	0,75	0,68	0,59
Medio I <sub>r</sub> = 2,5	Directo	0,98	0,97	0,96	0,98	0,96	0,95	0,97	0,96	0,95	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94
	Direc/Indirec	0,95	0,90	0,86	0,92	0,88	0,85	0,90	0,86	0,83	0,89	0,85	0,81	0,87	0,84	0,79	0,86	0,82	0,78
	Indirecto	0,92	0,87	0,83	0,88	0,82	0,77	0,86	0,79	0,74	0,84	0,77	0,70	0,81	0,74	0,67	0,78	0,72	0,64
Grande I <sub>r</sub> = 5	Directo	0,99	0,97	0,96	0,98	0,96	0,95	0,97	0,96	0,93	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94
	Direc/Indirec	0,95	0,90	0,86	0,94	0,88	0,85	0,90	0,86	0,83	0,89	0,85	0,81	0,87	0,84	0,79	0,86	0,82	0,78
	Indirecto	0,92	0,87	0,83	0,88	0,82	0,77	0,86	0,79	0,74	0,84	0,77	0,70	0,81	0,74	0,68	0,78	0,72	0,65

<sup>(1)</sup> Grado de contaminación: B = baja, M = media, A = alta

<sup>(2)</sup> Índice del recinto  $I_r = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$ ; siendo L = longitud recinto, A = anchura recinto y H = altura montaje luminarias

El grado de contaminación atmosférica referido en las tablas 3 y 4, corresponderán a las siguientes especificaciones:

#### **Grado de contaminación alto**

Existe en las proximidades actividades generadoras de humo y polvo con niveles elevados. Con frecuencias las luminarias se encuentran envueltas en penachos de humo y nubes de polvo, que comportará un ensuciamiento importante de la luminaria en un medio corrosivo y corresponderá, entre otras, a:

- a) Vías de tráfico rodado de muy alta intensidad de tráfico.
- b) Zonas expuestas a polvo, contaminación atmosférica elevada y, eventualmente, a compuestos corrosivos generados por la industria de producción o de transformación.
- c) Sectores sometidos a la influencia marítima.

#### **Grado de contaminación medio**

Hay en el entorno actividades generadoras de humo y polvo con niveles moderados con intensidad de tráfico media, compuesta de vehículos ligeros y pesados, y un nivel de partículas en el ambiente igual o inferior a  $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , que supondrá un ensuciamiento intermedio o mediano de la luminaria y corresponderá, entre otras, a:

- a) Vías urbanas o periurbanas sometidas a una intensidad de tráfico medio.
- b) Zonas residenciales, de actividad de ocio, con las mismas condiciones de tráfico de vehículos.
- c) Aparcamientos a aire libre de vehículos

#### **Grado de contaminación bajo**

Ausencia en las zonas circundantes de actividades generadoras de humo o polvo, con poca intensidad de tráfico casi exclusivamente ligero. El nivel de partículas en el ambiente es igual o inferior a  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$

- a) Vías residenciales no sometidas a un tráfico intenso de vehículos.
- b) Grandes espacios no sometidos a contaminación.
- c) Medio rural.

En el proyecto de iluminación exterior, de acuerdo con los valores establecidos en las tablas 1,2 e 3, se efectuarán los cálculos del factor de mantenimiento (fm), que servirá para determinar la iluminancia media inicial (Ei) en función de los valores de iluminancia media (E) en servicio con mantenimiento de la instalación establecidos en el ITC-EA-02 ( $E_i = E / \text{fm}$ ).

#### **IV-OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y SU REGISTRO.**

Para garantizar en el transcurso del tiempo el valor del factor de mantenimiento de la instalación, se realizarán las operaciones de reposición de lámparas y limpieza de luminarias con la periodicidad determinada por el cálculo del factor. El titular de la instalación será el responsable de garantizar la ejecución del plan de mantenimiento de la instalación descrito en el proyecto o memoria técnica de diseño.

Las operaciones de mantenimiento relativas a la limpieza de las luminarias y la sustitución de lámparas averiadas podrán ser realizadas directamente por el titular de la instalación o mediante subcontratación. Las mediciones eléctricas y luminotécnicas incluidas en el plan de mantenimiento serán realizadas por un instalador autorizado en baja tensión, que deberá llevar un registro de operaciones de mantenimiento, en lo que se reflejan los resultados de las tareas realizadas.

El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o un sistema informatizado. En cualquiera de los casos, se enumeran correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación de iluminación exterior, debiendo figurar, como mínimo, la siguiente información:

- a) El titular de la instalación y la localización de esta
- b) . El titular del mantenimiento.
- c) El número de orden de la operación de mantenimiento preventivo en la instalación.
- d) El número de orden de la operación de mantenimiento correctivo.
- e) La fecha de ejecución.
- f) Las operaciones realizadas y el personal que las realizó.

Además, con objeto de facilitar la adopción de medidas de ahorro energético, registra:

- a) Consumo energético anual.
- b) Tiempos de acceso y apagado de los puntos de luz.
- c) Medida y valoración de la energía activa y reactiva consumida,
- d) Niveles de iluminación mantenidas.

El registro de las operaciones de mantenimiento de cada instalación se hará por duplicado y entregará una copia al titular de la instalación. Tales documentos deberán guardarse por lo menos durante cinco años, contados a partir de fecha de ejecución y de la correspondiente operación de mantenimiento.

Documento:

## **ANEXO II: CÁLCULOS LUMÍNICOS**



**ÍNDICE.**

C002 LAMAFORCADA

C011 BARRIO

C012 DORNAS

C018 PENA DE CHAO

C038 SANTA CRUZ

C045 NOGUEIRA

C046 BORRAXOS

C050 CASA NOVAS

C051 PEREIRA

C054 CASUXETO

C056 CASDECID

C057 SAN VICENTE

## **C002 LAMARFORCADA**

Fecha: 16.07.2021  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

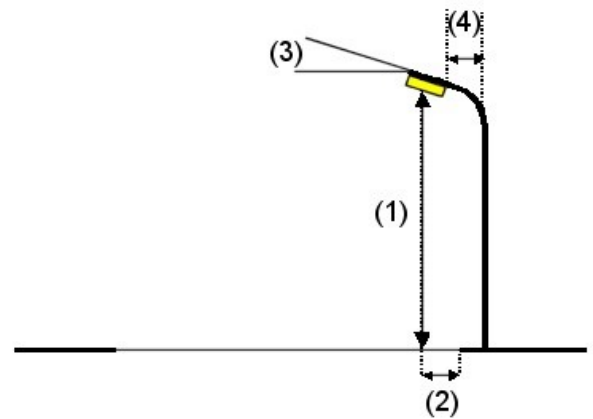
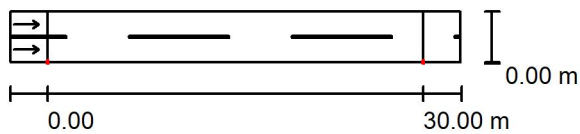
## VIAL 1 LED / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 4.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.85

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria: ISOSI SUARNA 30W 2M 3030  
 Flujo luminoso (Luminaria): 4346 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 4350 lm  
 Potencia de las luminarias: 30.0 W  
 Organización: unilateral abajo  
 Distancia entre mástiles: 30.000 m  
 Altura de montaje (1): 7.500 m  
 Altura del punto de luz: 7.500 m  
 Saliente sobre la calzada (2): 0.000 m  
 Inclinación del brazo (3): 15.0 °  
 Longitud del brazo (4): 1.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°: 544 cd/klm

con 80°: 424 cd/klm

con 90°: 36 cd/klm

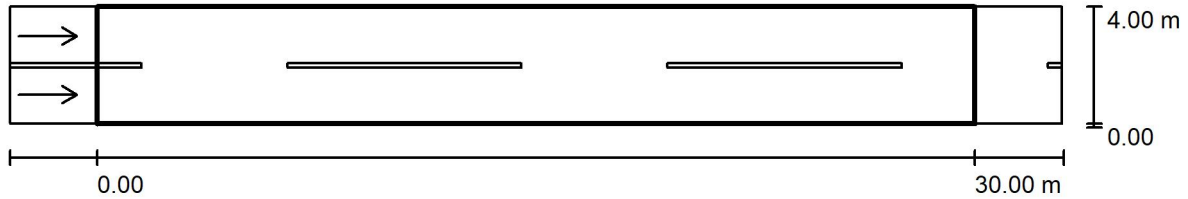
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados**



Factor mantenimiento: 0.85

Escala 1:258

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.52	0.69	0.73	9	0.86
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

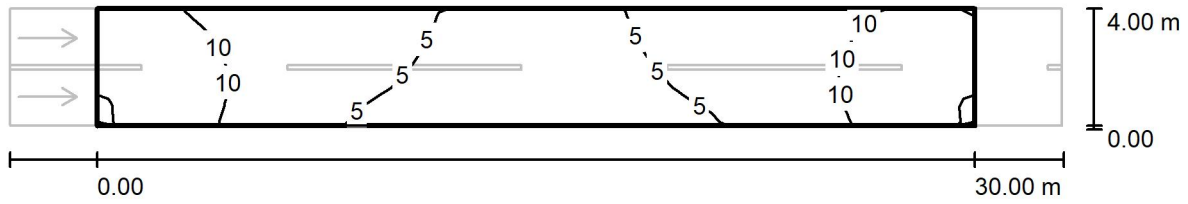
**Observador respectivo (2 Pieza):**

N°	Observador	Posición [m]	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 1.000, 1.500)	0.52	0.69	0.73	8
2	Observador 2	(-60.000, 3.000, 1.500)	0.55	0.72	0.76	9



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 258

Trama: 10 x 6 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
7.59	3.12	14	0.410	0.226

## **C011 BARRIO**

Fecha: 16.07.2021  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

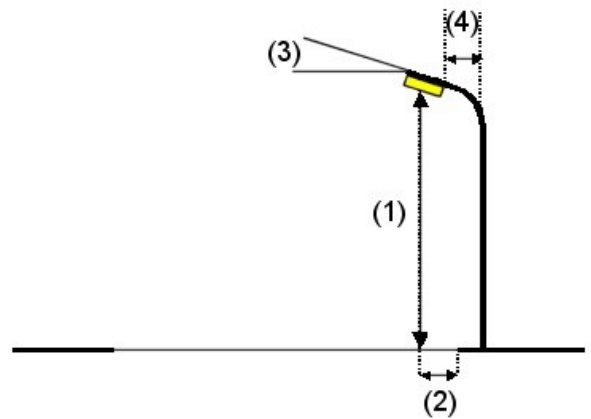
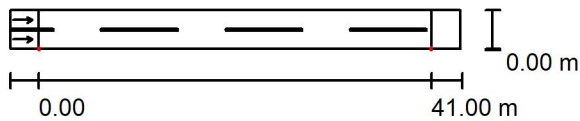
## VIAL 1 LED / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 4.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.85

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	ISOSI SUARNA 30W 2M 5050
Flujo luminoso (Luminaria):	5216 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	5250 lm
Potencia de las luminarias:	30.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	41.000 m
Altura de montaje (1):	7.500 m
Altura del punto de luz:	7.500 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	15.0 °
Longitud del brazo (4):	1.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	485 cd/klm
con 80°:	368 cd/klm
con 90°:	41 cd/klm

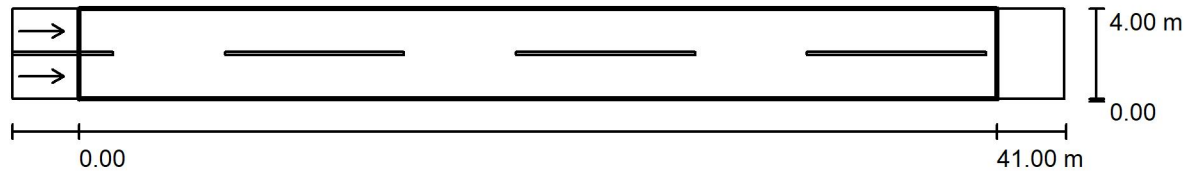
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.85

Escala 1:337

Trama: 14 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.60	0.50	0.49	14	0.88
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

### Observador respectivo (2 Pieza):

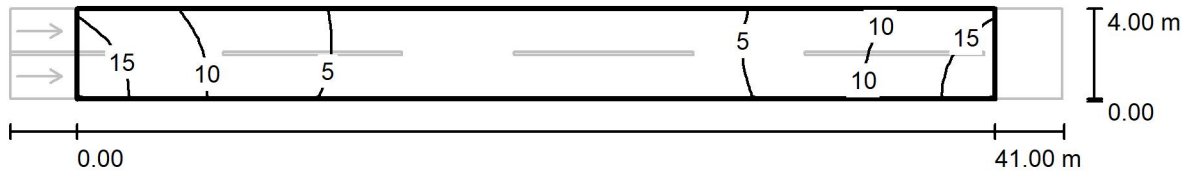
N°	Observador	Posición [m]	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 1.000, 1.500)	0.60	0.51	0.49	14
2	Observador 2	(-60.000, 3.000, 1.500)	0.64	0.50	0.60	12





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 337

Trama: 14 x 6 Puntos

$E_m$  [lx]  
7.13

$E_{min}$  [lx]  
2.61

$E_{max}$  [lx]  
16

$E_{min} / E_m$   
0.366

$E_{min} / E_{max}$   
0.160

## **C012 DORNAS**

Fecha: 09.12.2019  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

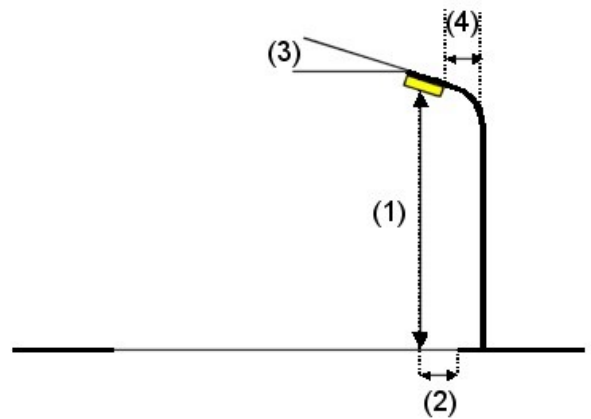
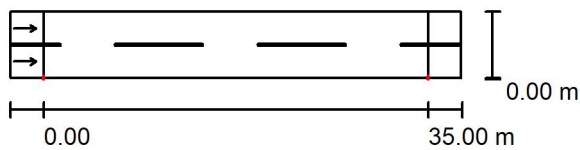
## VIAL 1 LED / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.85

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	ISOSI SUARNA 30W 2M 5050
Flujo luminoso (Luminaria):	5216 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	5250 lm
Potencia de las luminarias:	30.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	35.000 m
Altura de montaje (1):	7.500 m
Altura del punto de luz:	7.500 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	15.0 °
Longitud del brazo (4):	1.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	485 cd/klm
con 80°:	368 cd/klm
con 90°:	41 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 del índice de deslumbramiento D.0.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados**



Factor mantenimiento: 0.85

Escala 1:294

Trama: 12 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.60	0.48	0.66	14	0.77
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

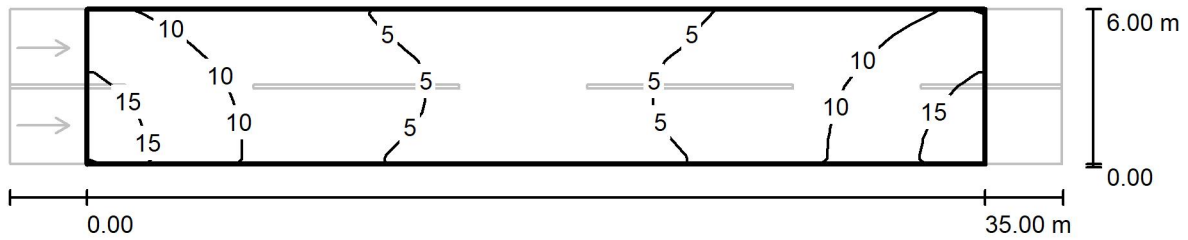
**Observador respectivo (2 Pieza):**

N°	Observador	Posición [m]	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 1.500, 1.500)	0.60	0.48	0.66	14
2	Observador 2	(-60.000, 4.500, 1.500)	0.66	0.49	0.80	10



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 294

Trama: 12 x 6 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
7.92	3.92	16	0.496	0.238



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

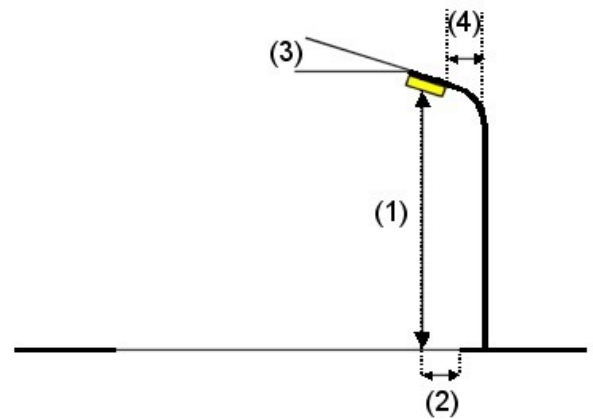
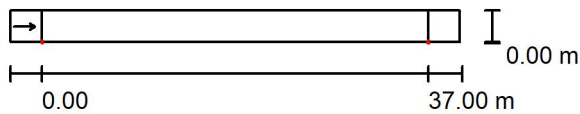
## VIAL 2 LED / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 3.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.85

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	ISOSI SUARNA 30W 2M 3030
Flujo luminoso (Luminaria):	4346 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	4350 lm
Potencia de las luminarias:	30.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	37.000 m
Altura de montaje (1):	7.500 m
Altura del punto de luz:	7.500 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	5.0 °
Longitud del brazo (4):	0.800 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
con 70°: 568 cd/klm
con 80°: 188 cd/klm
con 90°: 10 cd/klm

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

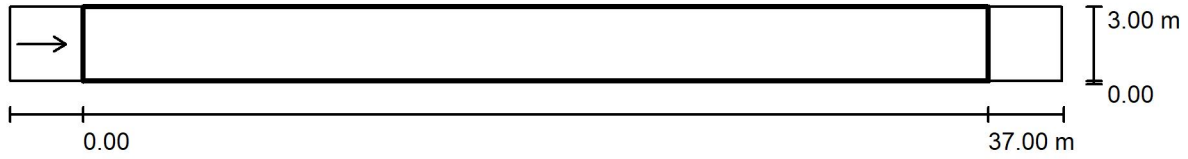
Ninguna intensidad lumínica por encima de 95°.  
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G1.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.2.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 2 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados**



Factor mantenimiento: 0.85

Escala 1:308

Trama: 13 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.53	0.60	0.51	10	0.92
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

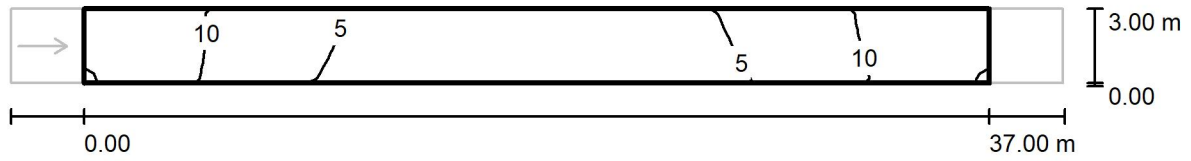
**Observador respectivo (1 Pieza):**

N°	Observador	Posición [m]	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 1.500, 1.500)	0.53	0.60	0.51	10



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 2 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 308

Trama: 13 x 3 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
6.85	2.18	14	0.318	0.155



**C018 Pena Do Chao**

Fecha: 16.07.2021  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

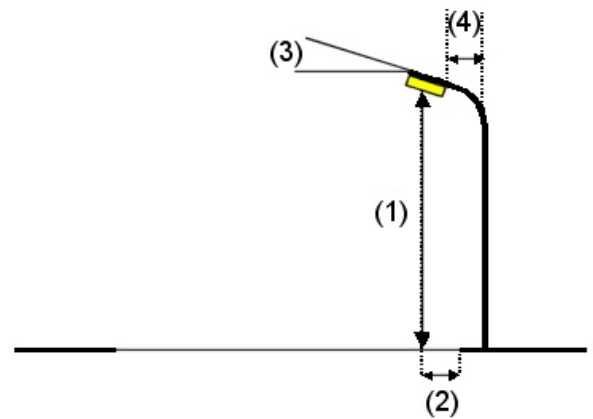
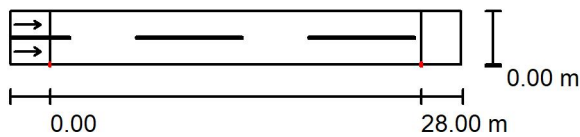
## VIAL 1 LED / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 4.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.85

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria: ISOSI SUARNA 30W 2M 3030  
 Flujo luminoso (Luminaria): 4346 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 4350 lm  
 Potencia de las luminarias: 30.0 W  
 Organización: unilateral abajo  
 Distancia entre mástiles: 28.000 m  
 Altura de montaje (1): 7.500 m  
 Altura del punto de luz: 7.500 m  
 Saliente sobre la calzada (2): 0.000 m  
 Inclinación del brazo (3): 10.0 °  
 Longitud del brazo (4): 0.800 m

Valores máximos de la intensidad lumínica  
 con 70°: 560 cd/klm  
 con 80°: 335 cd/klm  
 con 90°: 19 cd/klm

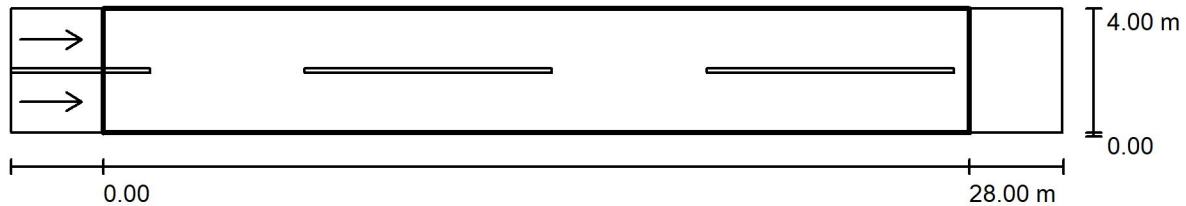
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.1.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.85

Escala 1:244

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.60	0.70	0.77	9	0.86
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

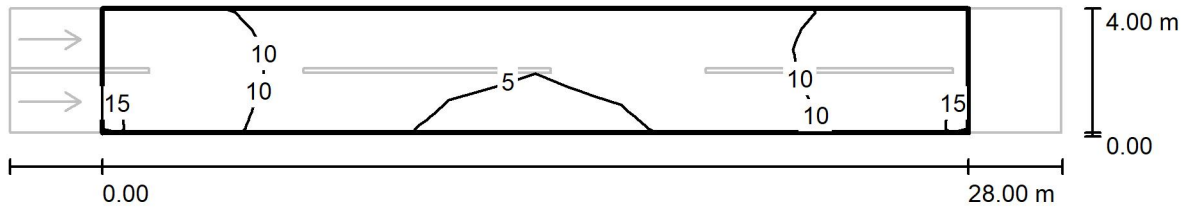
### Observador respectivo (2 Pieza):

N°	Observador	Posición [m]	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 1.000, 1.500)	0.60	0.70	0.79	8
2	Observador 2	(-60.000, 3.000, 1.500)	0.64	0.72	0.77	9



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 244

Trama: 10 x 6 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
8.62	4.14	14	0.481	0.291



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Tabla (E)



<b>3.667</b>	12	10	8.29	6.22	5.67	5.74	6.42	8.75	11	12
<b>3.000</b>	12	11	8.66	6.16	5.36	5.43	6.34	9.09	11	12
<b>2.333</b>	13	11	8.64	5.98	5.15	5.22	6.15	9.02	11	13
<b>1.667</b>	<u>14</u>	11	8.24	5.74	4.88	4.94	5.90	8.53	11	<u>14</u>
<b>1.000</b>	<u>14</u>	11	7.70	5.42	4.55	4.60	5.56	7.95	11	<u>14</u>
<b>0.333</b>	<u>14</u>	11	7.01	5.02	<u>4.14</u>	4.20	5.16	7.23	11	<u>14</u>
<b>m</b>	<b>1.400</b>	<b>4.200</b>	<b>7.000</b>	<b>9.800</b>	<b>12.600</b>	<b>15.400</b>	<b>18.200</b>	<b>21.000</b>	<b>23.800</b>	<b>26.600</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 10 x 6 Puntos

$E_m$  [lx]  
8.62

$E_{min}$  [lx]  
4.14

$E_{max}$  [lx]  
14

$E_{min} / E_m$   
0.481

$E_{min} / E_{max}$   
0.291

## **C038 SANTA CRUZ**

Fecha: 16.07.2021  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

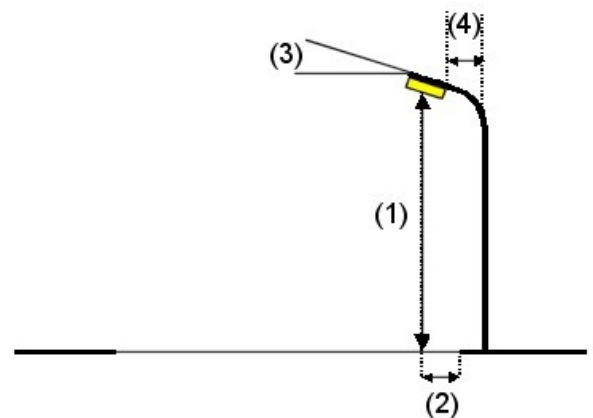
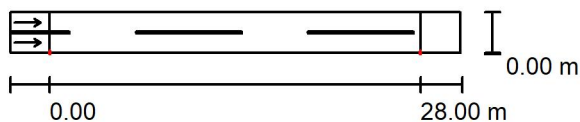
## VIAL 1 LED / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 3.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.85

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria: ISOSI SUARNA 30W 2M 3030  
 Flujo luminoso (Luminaria): 4346 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 4350 lm  
 Potencia de las luminarias: 30.0 W  
 Organización: unilateral abajo  
 Distancia entre mástiles: 28.000 m  
 Altura de montaje (1): 7.500 m  
 Altura del punto de luz: 7.500 m  
 Saliente sobre la calzada (2): 0.000 m  
 Inclinación del brazo (3): 15.0 °  
 Longitud del brazo (4): 0.800 m

Valores máximos de la intensidad lumínica  
 con 70°: 544 cd/klm  
 con 80°: 424 cd/klm  
 con 90°: 36 cd/klm

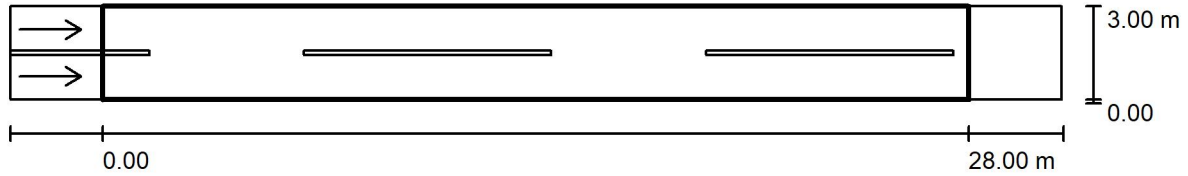
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados**



Factor mantenimiento: 0.85

Escala 1:244

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.59	0.76	0.80	8	0.91
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

**Observador respectivo (2 Pieza):**

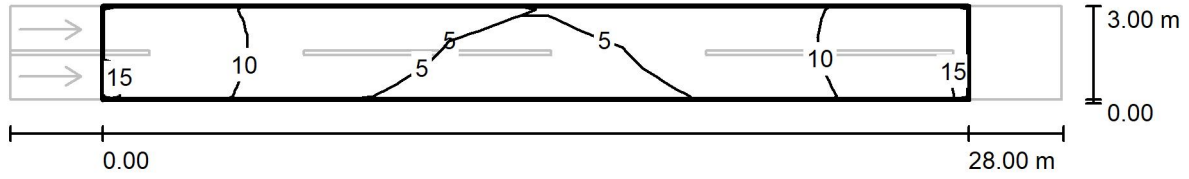
N°	Observador	Posición [m]	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 0.750, 1.500)	0.59	0.76	0.80	7
2	Observador 2	(-60.000, 2.250, 1.500)	0.62	0.78	0.81	8





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 244

Trama: 10 x 6 Puntos

$E_m$  [lx]  
8.16

$E_{min}$  [lx]  
3.50

$E_{max}$  [lx]  
14

$E_{min} / E_m$   
0.429

$E_{min} / E_{max}$   
0.250

**C045 NOGUEIRA**

Fecha: 16.07.2021  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

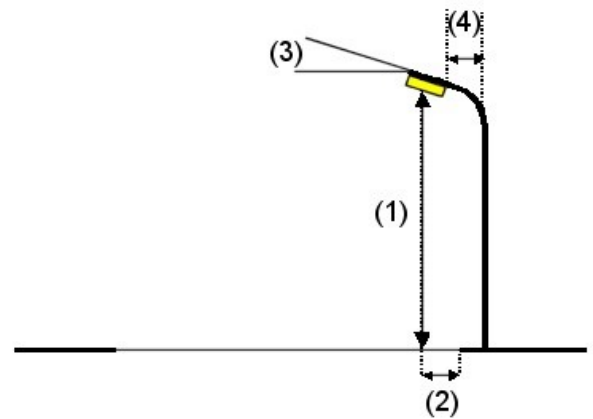
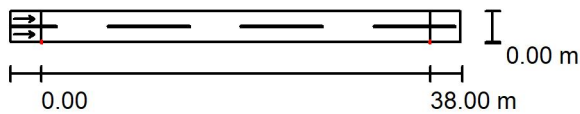
## VIAL 1 LED / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 3.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.85

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	ISOSI SUARNA 30W 2M 3030
Flujo luminoso (Luminaria):	4346 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	4350 lm
Potencia de las luminarias:	30.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	38.000 m
Altura de montaje (1):	7.500 m
Altura del punto de luz:	7.500 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	5.0 °
Longitud del brazo (4):	0.800 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°: 568 cd/klm

con 80°: 188 cd/klm

con 90°: 10 cd/klm

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

Ninguna intensidad lumínica por encima de 95°.

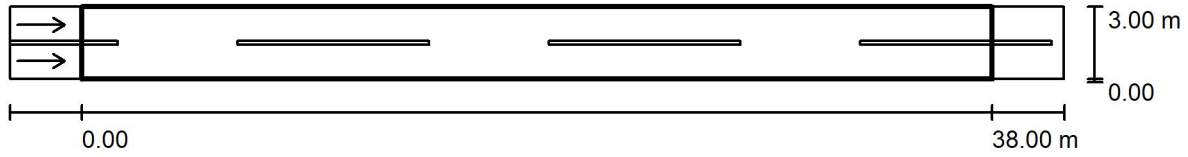
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G1.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.2.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados**



Factor mantenimiento: 0.85

Escala 1:315

Trama: 13 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.50	0.55	0.46	10	0.92
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

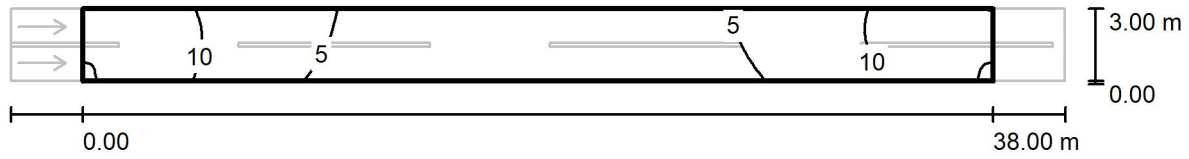
**Observador respectivo (2 Pieza):**

N°	Observador	Posición [m]	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 0.750, 1.500)	0.50	0.55	0.46	10
2	Observador 2	(-60.000, 2.250, 1.500)	0.52	0.58	0.51	10



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 315

Trama: 13 x 6 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
6.66	1.93	14	0.289	0.137

## **C046 BORRAXOS**

Fecha: 16.07.2021  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

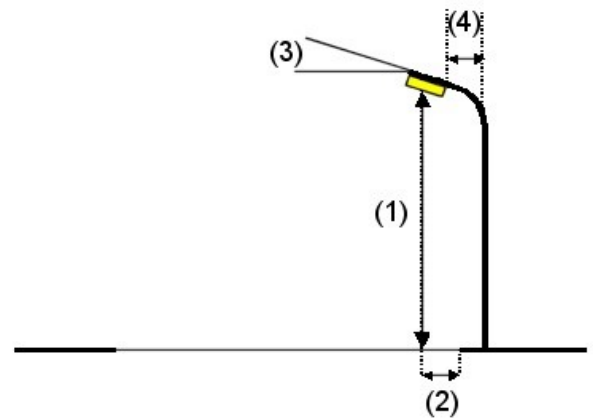
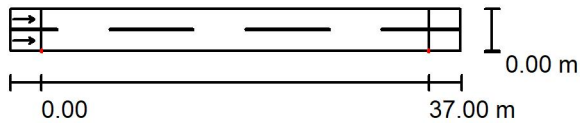
## VIAL 1 LED / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 4.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.85

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	ISOSI SUARNA 30W 2M 3030
Flujo luminoso (Luminaria):	4346 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	4350 lm
Potencia de las luminarias:	30.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	37.000 m
Altura de montaje (1):	7.500 m
Altura del punto de luz:	7.500 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	2.0 °
Longitud del brazo (4):	1.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
con 70°: 560 cd/klm
con 80°: 140 cd/klm
con 90°: 4.16 cd/klm

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

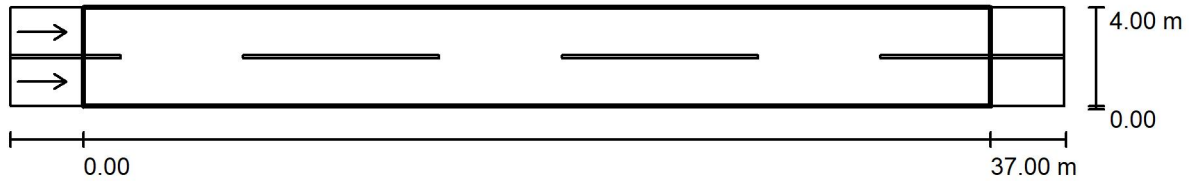
Ninguna intensidad lumínica por encima de 95°.  
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G2.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.3.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados**



Factor mantenimiento: 0.85

Escala 1:308

Trama: 13 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.51	0.55	0.50	12	0.86
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

**Observador respectivo (2 Pieza):**

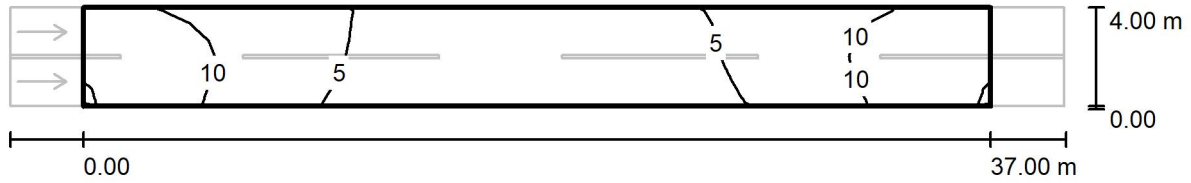
N°	Observador	Posición [m]	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 1.000, 1.500)	0.51	0.55	0.50	10
2	Observador 2	(-60.000, 3.000, 1.500)	0.54	0.57	0.53	12





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 308

Trama: 13 x 6 Puntos

$E_m$  [lx]  
7.04

$E_{min}$  [lx]  
2.26

$E_{max}$  [lx]  
14

$E_{min} / E_m$   
0.320

$E_{min} / E_{max}$   
0.160

## **C050 Casasnovas**

Fecha: 16.07.2021  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

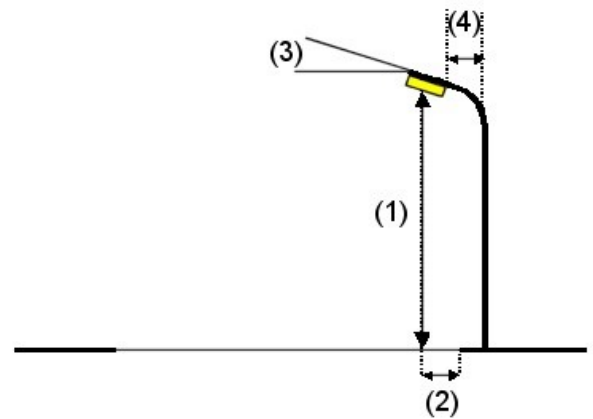
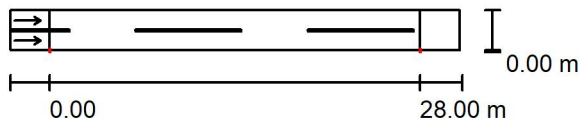
## VIAL 1 LED / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 3.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.85

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	ISOSI SUARNA 30W 2M 3030
Flujo luminoso (Luminaria):	4346 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	4350 lm
Potencia de las luminarias:	30.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	28.000 m
Altura de montaje (1):	7.500 m
Altura del punto de luz:	7.500 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	10.0 °
Longitud del brazo (4):	0.800 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°: 565 cd/klm

con 80°: 428 cd/klm

con 90°: 34 cd/klm

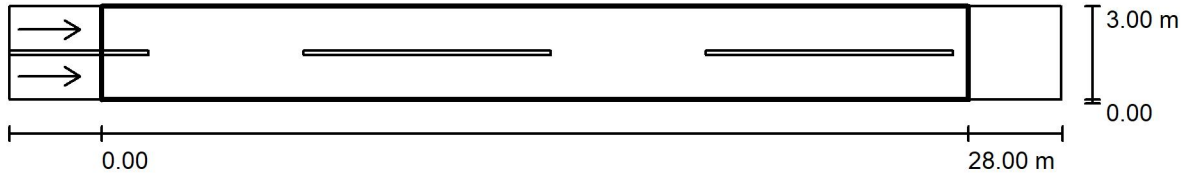
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados**



Factor mantenimiento: 0.85

Escala 1:244

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.60	0.72	0.71	8	0.92
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

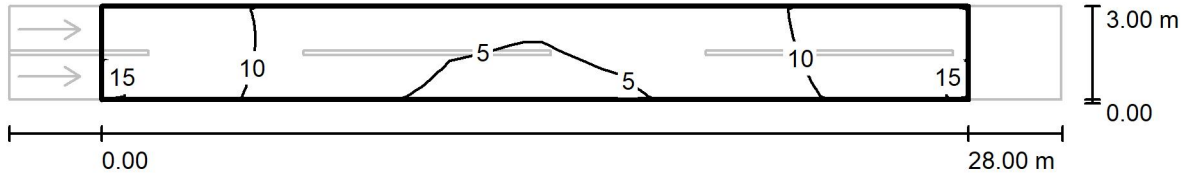
**Observador respectivo (2 Pieza):**

N°	Observador	Posición [m]	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 0.750, 1.500)	0.60	0.72	0.71	7
2	Observador 2	(-60.000, 2.250, 1.500)	0.62	0.74	0.72	8



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 244

Trama: 10 x 6 Puntos

$E_m$  [lx]  
8.60

$E_{min}$  [lx]  
4.03

$E_{max}$  [lx]  
14

$E_{min} / E_m$   
0.468

$E_{min} / E_{max}$   
0.282

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Tabla (E)



<b>2.750</b>	12	10	8.60	5.99	5.22	5.38	6.46	8.87	12	13
<b>2.250</b>	13	10	8.55	5.83	5.05	5.20	6.28	8.69	12	13
<b>1.750</b>	13	11	8.20	5.66	4.84	4.99	6.09	8.49	12	<u>14</u>
<b>1.250</b>	<u>14</u>	11	7.92	5.43	4.61	4.74	5.84	8.19	11	<u>14</u>
<b>0.750</b>	<u>14</u>	11	7.54	5.16	4.33	4.46	5.54	7.81	11	<u>14</u>
<b>0.250</b>	<u>14</u>	10	6.90	4.84	<u>4.03</u>	4.14	5.17	7.21	11	<u>14</u>
<b>m</b>	<b>1.400</b>	<b>4.200</b>	<b>7.000</b>	<b>9.800</b>	<b>12.600</b>	<b>15.400</b>	<b>18.200</b>	<b>21.000</b>	<b>23.800</b>	<b>26.600</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 10 x 6 Puntos

$E_m$  [lx]  
8.60

$E_{min}$  [lx]  
4.03

$E_{max}$  [lx]  
14

$E_{min} / E_m$   
0.468

$E_{min} / E_{max}$   
0.282

**C051 PEREIRA**

Fecha: 09.12.2019  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

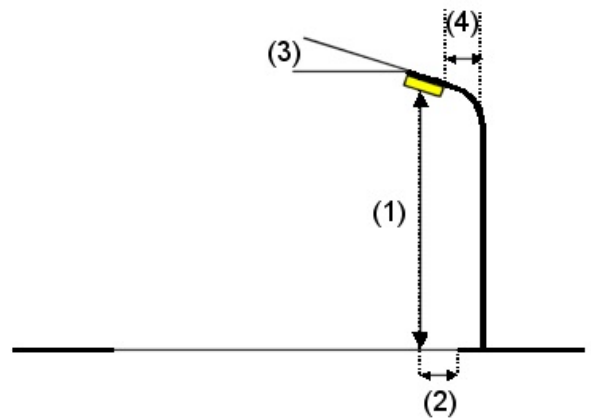
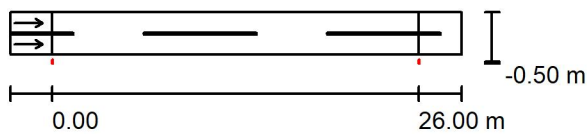
## VIAL 1 LED / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 3.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.85

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	ISOSI SUARNA 30W 2M 3030
Flujo luminoso (Luminaria):	4346 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	4350 lm
Potencia de las luminarias:	30.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	26.000 m
Altura de montaje (1):	7.500 m
Altura del punto de luz:	7.500 m
Saliente sobre la calzada (2):	-0.500 m
Inclinación del brazo (3):	17.0 °
Longitud del brazo (4):	0.800 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°: 537 cd/klm

con 80°: 454 cd/klm

con 90°: 46 cd/klm

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

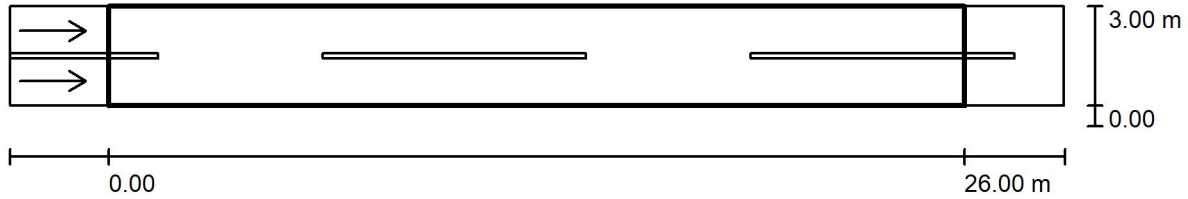
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0.





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados**



Factor mantenimiento: 0.85

Escala 1:229

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.60	0.77	0.84	8	0.91
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

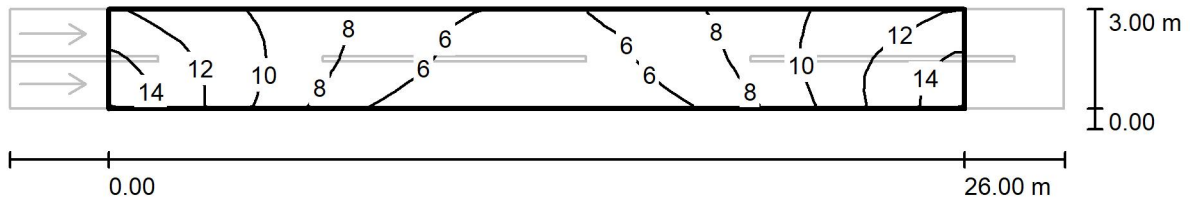
**Observador respectivo (2 Pieza):**

N°	Observador	Posición [m]	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 0.750, 1.500)	0.60	0.77	0.88	7
2	Observador 2	(-60.000, 2.250, 1.500)	0.64	0.78	0.84	8



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 229

Trama: 10 x 6 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
8.71	4.49	14	0.516	0.319

## **C054 CASUXETO**

Fecha: 09.12.2019  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

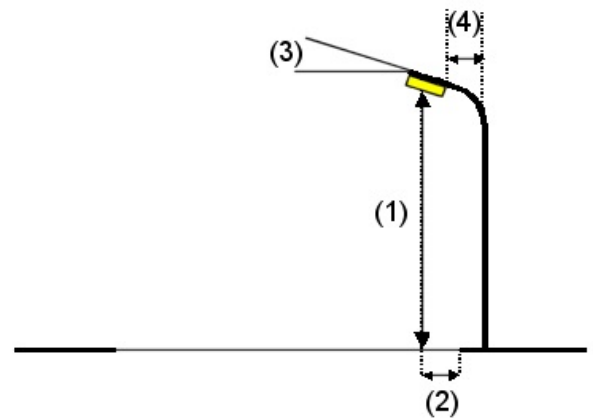
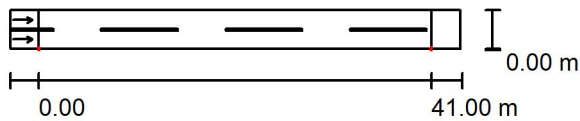
## VIAL 1 LED / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 4.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.85

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	ISOSI SUARNA 30W 2M 5050
Flujo luminoso (Luminaria):	5216 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	5250 lm
Potencia de las luminarias:	30.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	41.000 m
Altura de montaje (1):	7.500 m
Altura del punto de luz:	7.500 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	15.0 °
Longitud del brazo (4):	0.800 m

Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	485 cd/klm
con 80°:	368 cd/klm
con 90°:	41 cd/klm

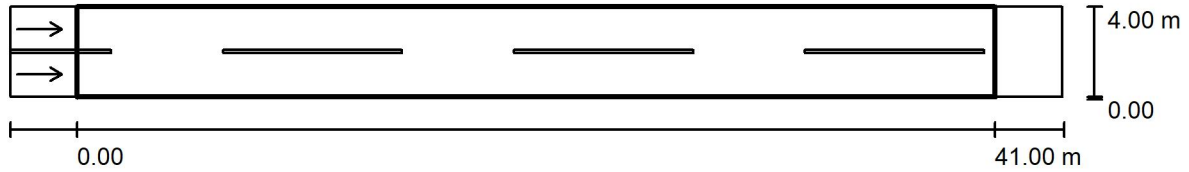
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados**



Factor mantenimiento: 0.85

Escala 1:337

Trama: 14 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.60	0.50	0.49	14	0.88
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

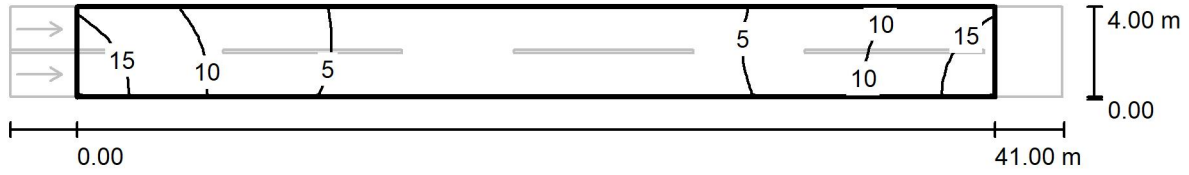
**Observador respectivo (2 Pieza):**

N°	Observador	Posición [m]	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 1.000, 1.500)	0.60	0.51	0.49	14
2	Observador 2	(-60.000, 3.000, 1.500)	0.64	0.50	0.60	12



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 337

Trama: 14 x 6 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
7.13	2.61	16	0.366	0.160

## **C056 CASDECID**

Fecha: 09.12.2019  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

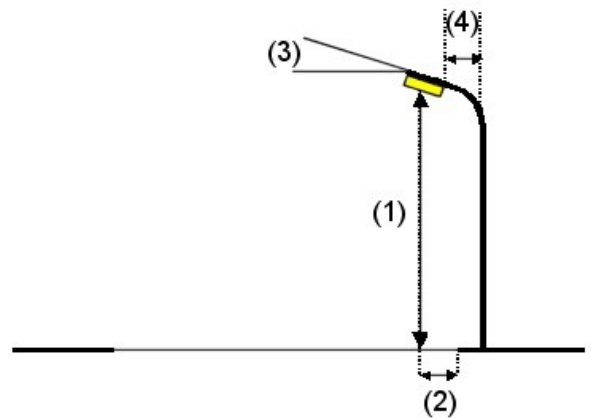
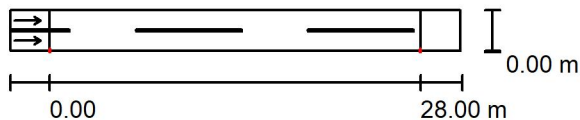
## VIAL LED / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 3.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.85

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	ISOSI SUARNA 30W 2M 3030
Flujo luminoso (Luminaria):	4346 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	4350 lm
Potencia de las luminarias:	30.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	28.000 m
Altura de montaje (1):	7.500 m
Altura del punto de luz:	7.500 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	15.0 °
Longitud del brazo (4):	0.800 m

Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	544 cd/klm
con 80°:	424 cd/klm
con 90°:	36 cd/klm

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

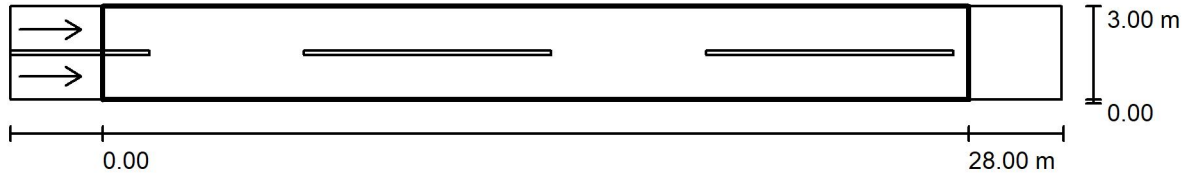
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0.





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados**



Factor mantenimiento: 0.85

Escala 1:244

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.59	0.76	0.80	8	0.91
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

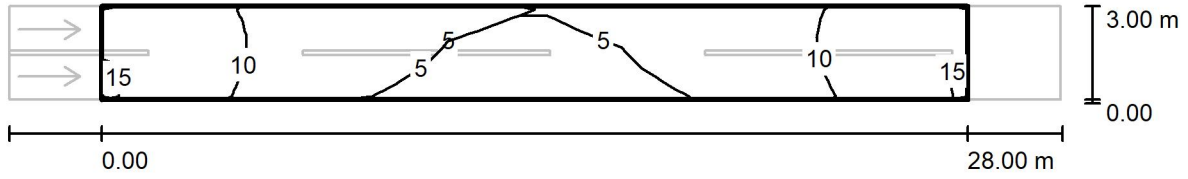
**Observador respectivo (2 Pieza):**

N°	Observador	Posición [m]	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 0.750, 1.500)	0.59	0.76	0.80	7
2	Observador 2	(-60.000, 2.250, 1.500)	0.62	0.78	0.81	8



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 244

Trama: 10 x 6 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
8.16	3.50	14	0.429	0.250

## **C057 SAN VICENTE**

Fecha: 09.12.2019  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

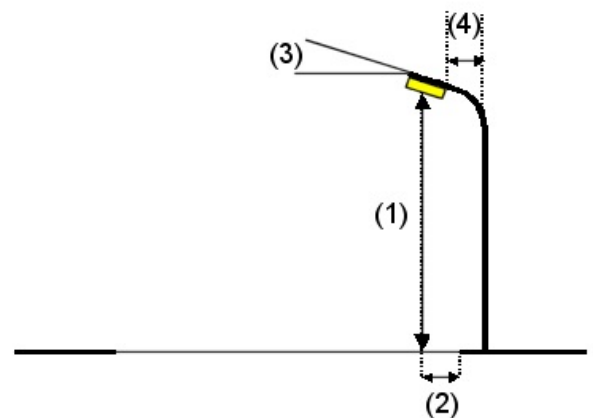
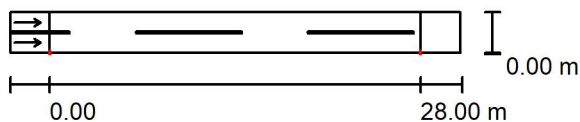
## VIAL 1 LED / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 3.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.85

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria: ISOSI SUARNA 30W 2M 3030  
 Flujo luminoso (Luminaria): 4346 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 4350 lm  
 Potencia de las luminarias: 30.0 W  
 Organización: unilateral abajo  
 Distancia entre mástiles: 28.000 m  
 Altura de montaje (1): 7.500 m  
 Altura del punto de luz: 7.500 m  
 Saliente sobre la calzada (2): 0.000 m  
 Inclinación del brazo (3): 15.0 °  
 Longitud del brazo (4): 0.800 m

Valores máximos de la intensidad lumínica  
 con 70°: 544 cd/klm  
 con 80°: 424 cd/klm  
 con 90°: 36 cd/klm

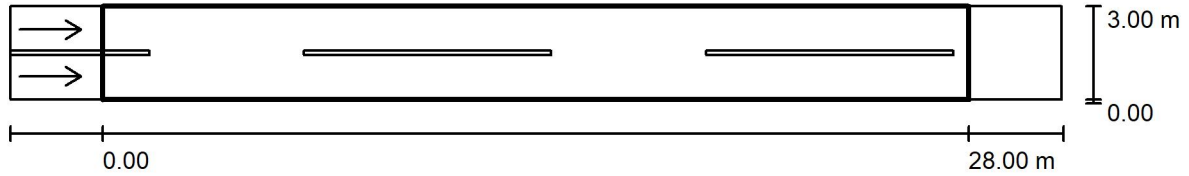
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados**



Factor mantenimiento: 0.85

Escala 1:244

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.59	0.76	0.80	8	0.91
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

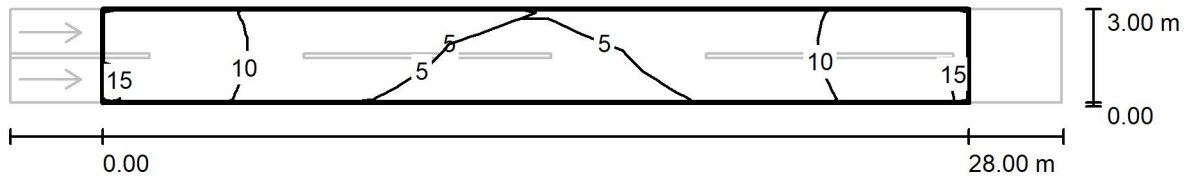
**Observador respectivo (2 Pieza):**

N°	Observador	Posición [m]	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 0.750, 1.500)	0.59	0.76	0.80	7
2	Observador 2	(-60.000, 2.250, 1.500)	0.62	0.78	0.81	8



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**VIAL 1 LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 244

Trama: 10 x 6 Puntos

$E_m$  [lx]  
8.16

$E_{min}$  [lx]  
3.50

$E_{max}$  [lx]  
14

$E_{min} / E_m$   
0.429

$E_{min} / E_{max}$   
0.250

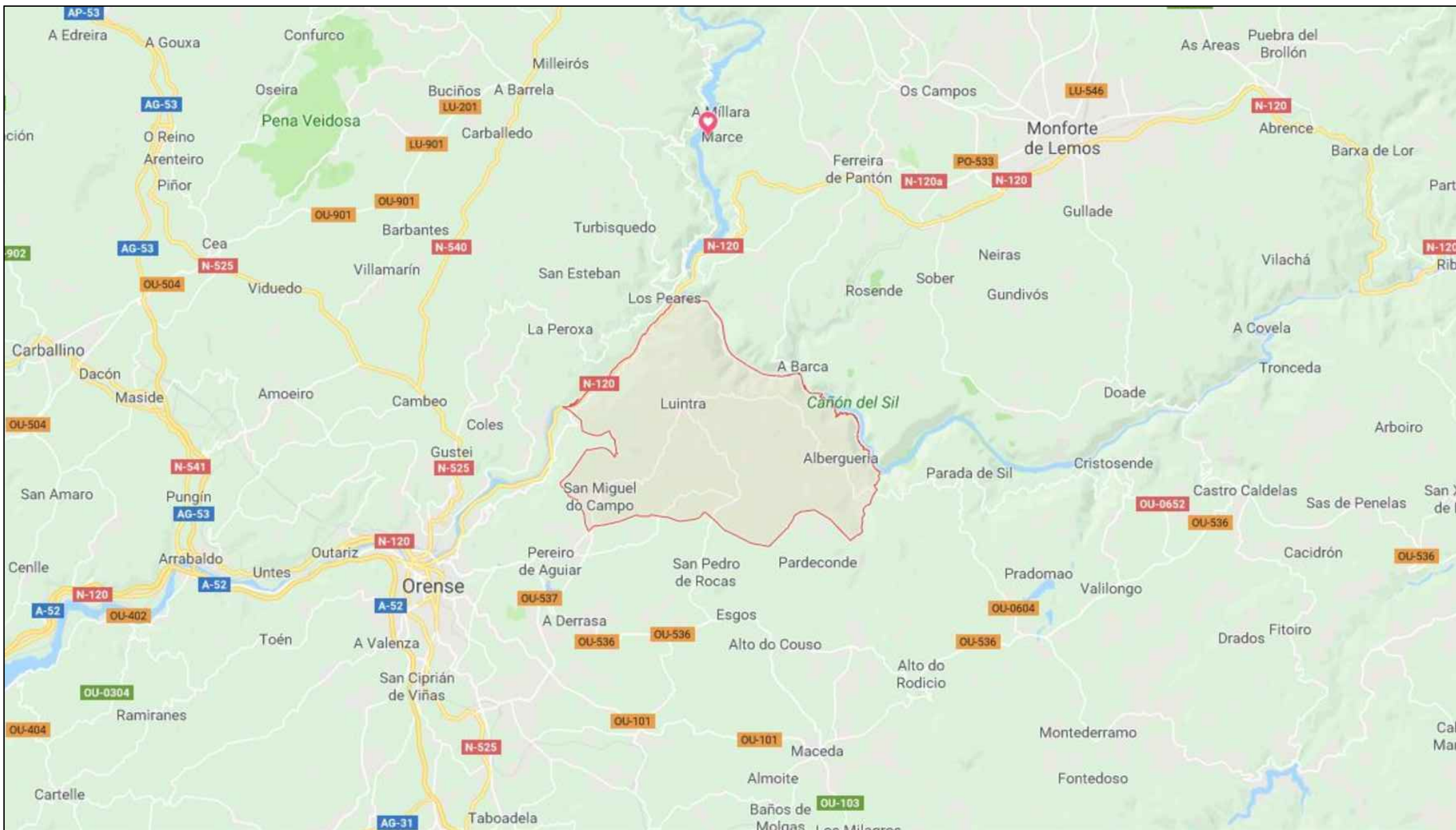
Documento:

# PLANOS

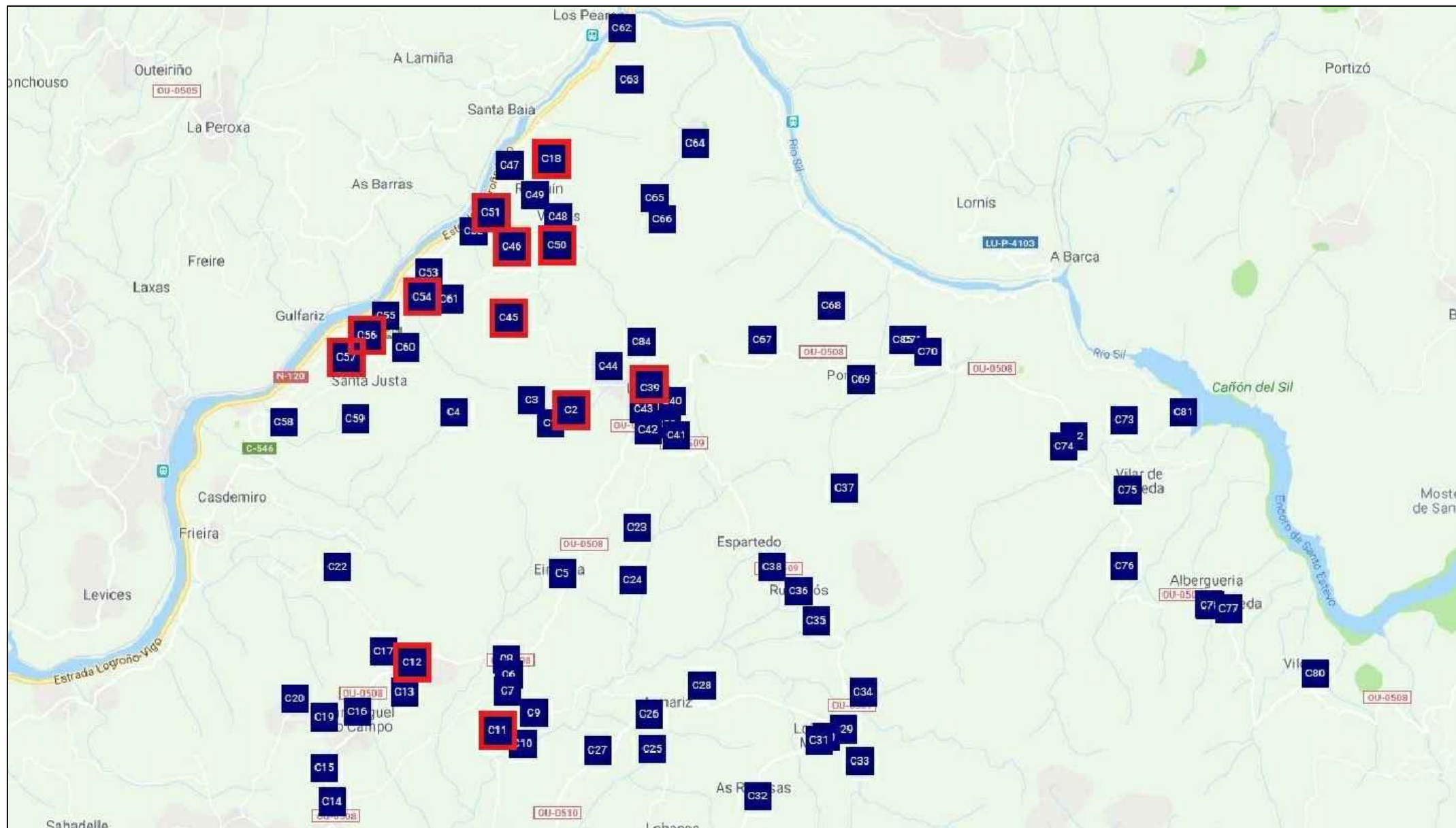
## ÍNDICE.

1. PLANO SITUACIÓN
2. PLANO UBICACIÓN CUADROS
3. PLANO DE SITUACIÓN PROPUESTA C002
4. PLANO DE SITUACIÓN PROPUESTA C011
5. PLANO DE SITUACIÓN PROPUESTA C012
6. PLANO DE SITUACIÓN PROPUESTA C018
7. PLANO DE SITUACIÓN PROPUESTA C038
8. PLANO DE SITUACIÓN PROPUESTA C045
9. PLANO DE SITUACIÓN PROPUESTA C046
10. PLANO DE SITUACIÓN PROPUESTA C050
11. PLANO DE SITUACIÓN PROPUESTA C051
12. PLANO DE SITUACIÓN PROPUESTA C054
13. PLANO DE SITUACIÓN PROPUESTA C056
14. PLANO DE SITUACIÓN PROPUESTA C057
15. ESQUEMAS ELÉCTRICOS I
16. ESQUEMAS ELÉCTRICOS II
17. ESQUEMAS ELÉCTRICOS III
18. ESQUEMAS ELÉCTRICOS IV





	Firma	Dibujado	Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR
	Fecha	Título: Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamaforcada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraxos, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Cascedid y San Vicente. (As Built).	
	Julio 2021		
Escala:	S/E	Plano:	Situación
			Plano nº: 1



	Firma	Dibujado	Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR	
	Fecha	Título: Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamiñafornada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraxos, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Casdecid y San Vicente.(As Built).		
	Escala:			
	Julio 2021	S/E	Situación Cuadros	2

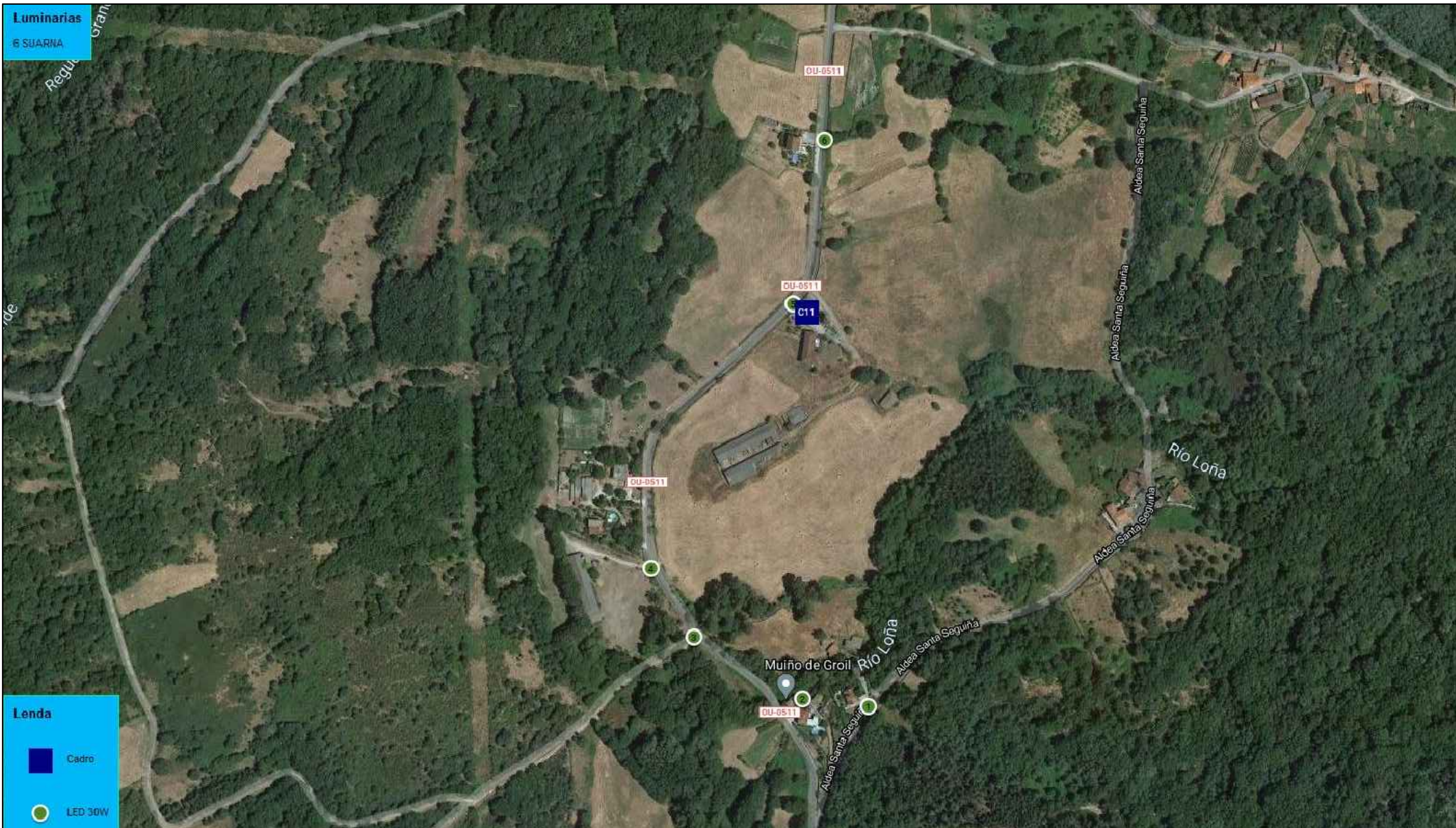
Luminarias  
10 SUARNA



Lenda

- Cadro
- LED 30W

	Firma	Dibujado	Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR	
	Fecha Julio 2021	Título: Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamaforcada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraxos, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Casdecid y San Vicente. (As Built).		
	Escala: S/E	Plano:	Situación Propuesta Cuadro C002 Lamaforcada	Plano nº: 3



**Lenda**

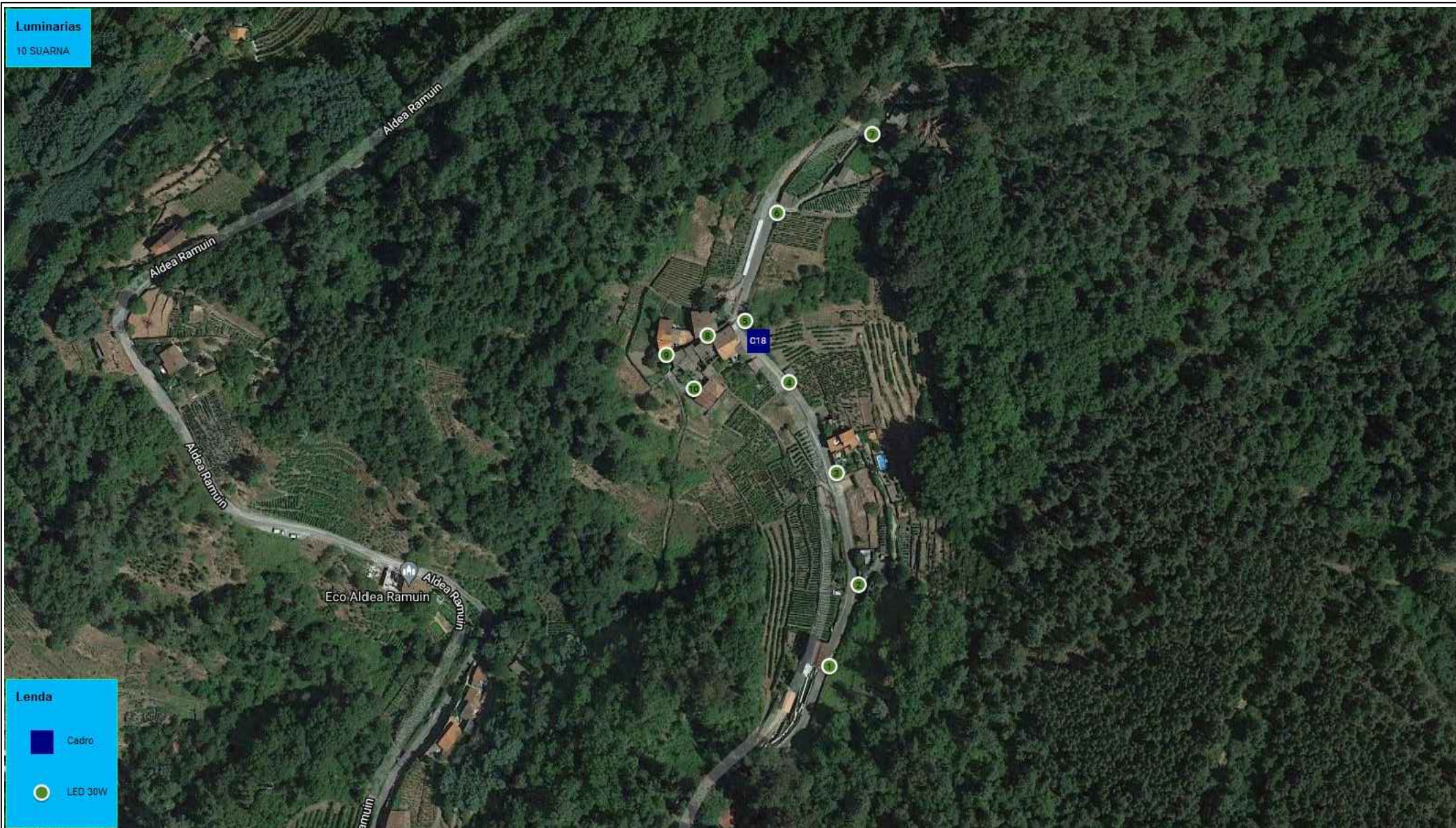
- Cuadro
- LED 30W

	Firma	Dibujado Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR	
	Fecha Julio 2021	Título: Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamaforcada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraxos, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Casdecid y San Vicente. (As Built).	
	Escala: S/E		



Luminarias

10 SUARNA



Lenda



Cadro



LED 30W

Firma

Dibujado

Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR

Fecha  
Julio 2021

Título: Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamaforcada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraxos, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Casdecid y San Vicente.(As Built).

Escala:  
S/E

Plano:  
Situación Propuesta Cuadro C018 Pena de Chao

Plano nº:  
6

Luminarias

23 SUARNA

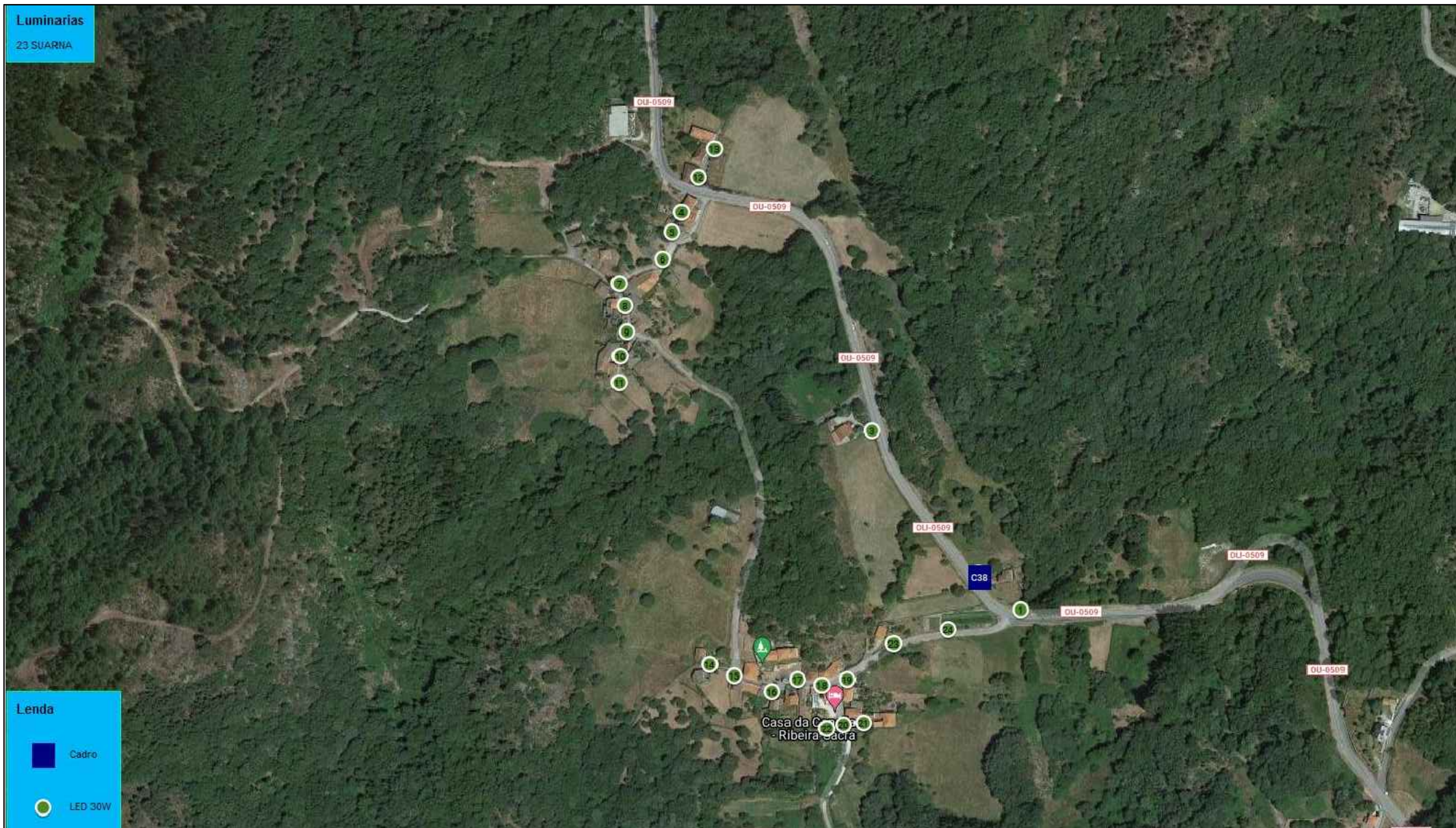
Lenda



Cadro



LED 30W



Firma

Dibujado

Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR

Fecha  
Julio 2021

Título: Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamaforcada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraxos, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Casdecid y San Vicente.(As Built).

Escala:  
S/E

Plano:  
Situación Propuesta Cuadro C038 Santa Cruz

Plano nº:  
7

Luminarias

23 SUARNA



Lenda



Cadro



LED 30W

Firma

Dibujado

Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR

Fecha

Julio 2021

Título:

Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamaforcada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraxos, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Cascedid y San Vicente. (As Built).

Escala:

S/E

Plano:

Situación Propuesta Cuadro C045 Nogueira

Plano nº:

8



Luminarias

10 SUARNA

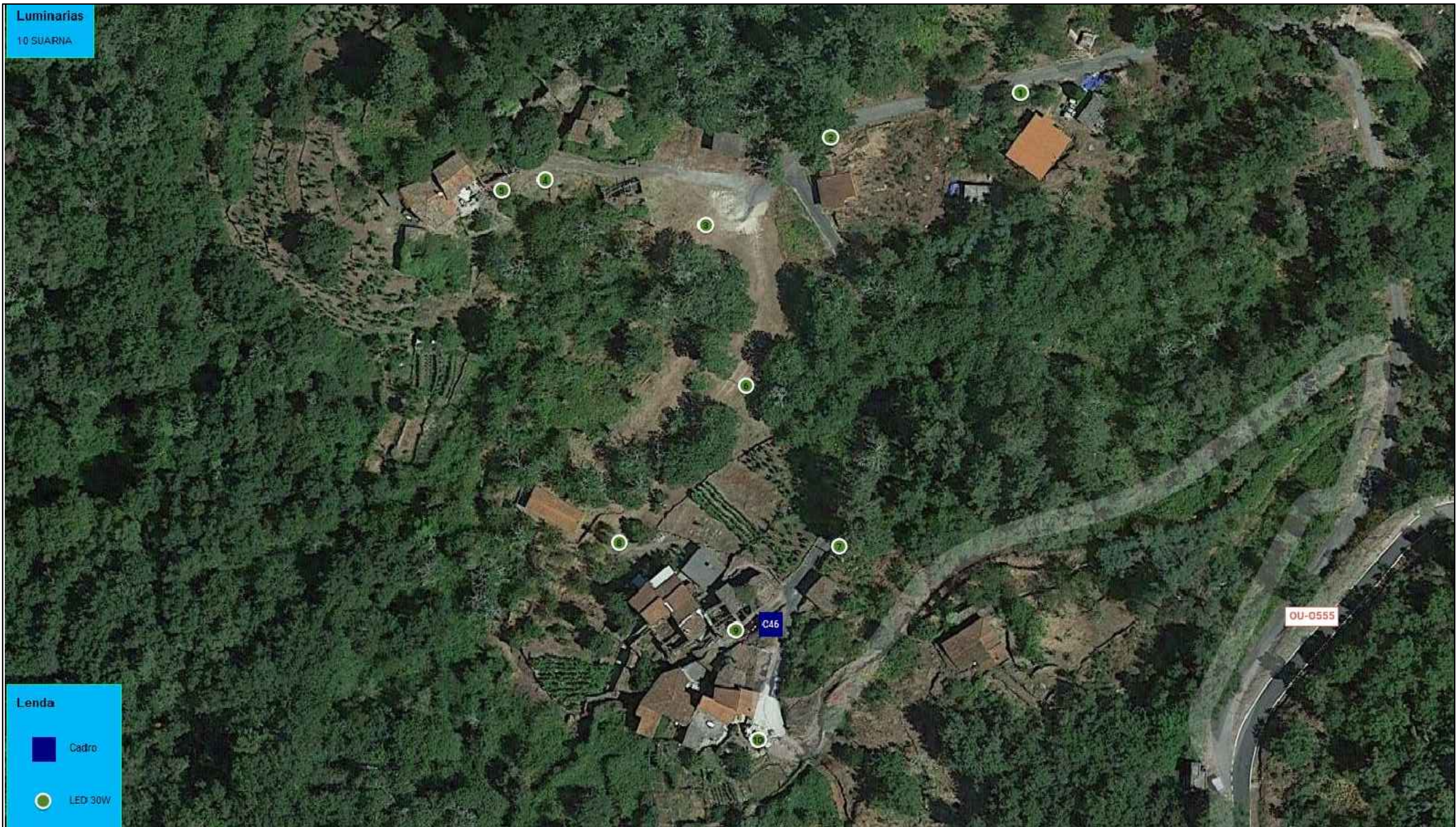
Lenda



Cadro



LED 30W



Firma

Dibujado

Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR

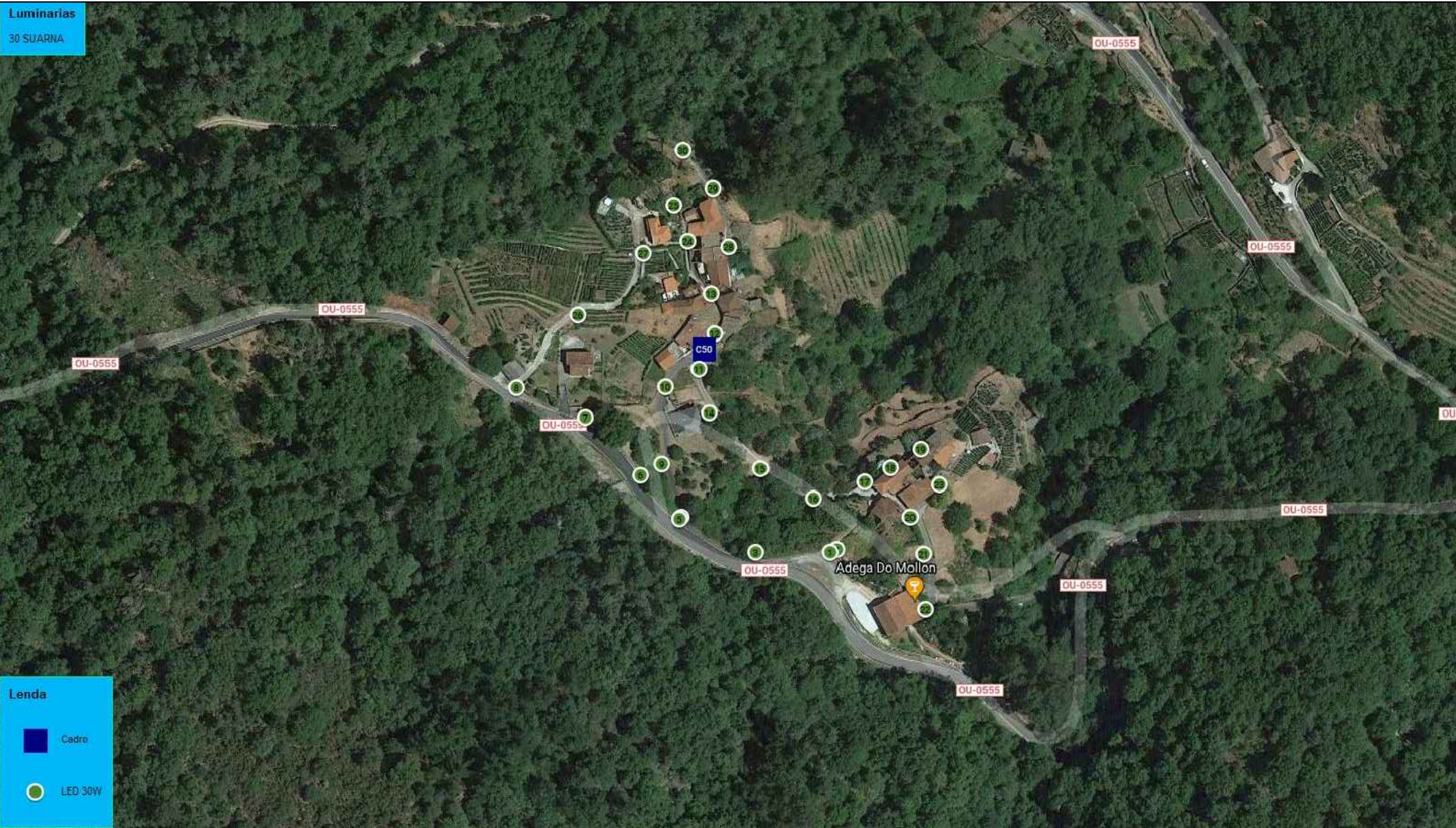
Fecha  
Julio 2021

Título: Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamaforcada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraxos, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Casdecid y San Vicente.(As Built).

Escala:  
S/E

Plano:  
Situación Propuesta Cuadro C046 Borraxos

Plano nº:  
9



Luminarias  
30 SUARNA

Lenda

■ Cadro

● LED 30W

	Firma	Dibujado	Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR	
	Fecha	Título: Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamaforcada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraxos, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Casdecid y San Vicente. (As Built).		
	Escala:			
	Julio 2021	S/E	Situación Propuesta Cuadro C050 Casas Novas	10



	Firma	Dibujado	Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR	
	Fecha	Título: Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamaforcada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraños, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Casdecid y San Vicente. (As Built).		
	Escala:			
	S/E	Situación Propuesta Cuadro C051 Pereira	11	

Luminarias

13 SUARNA



Lenda



Cadro




LED 30W

	Firma	Dibujado	Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR	
	Fecha	Título: Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamaforcada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraxos, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Casdecid y San Vicente. (As Built).		
	Escala:			
	S/E	Situación Propuesta Cuadro C054 Casuxeto	12	



	Firma	Dibujado	Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR	
	Fecha	Título: Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamaforcada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraxos, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Casdecid y San Vicente.(As Built).		
	Escala:			
	S/E	Situación Propuesta Cuadro C056 Casdecid	13	

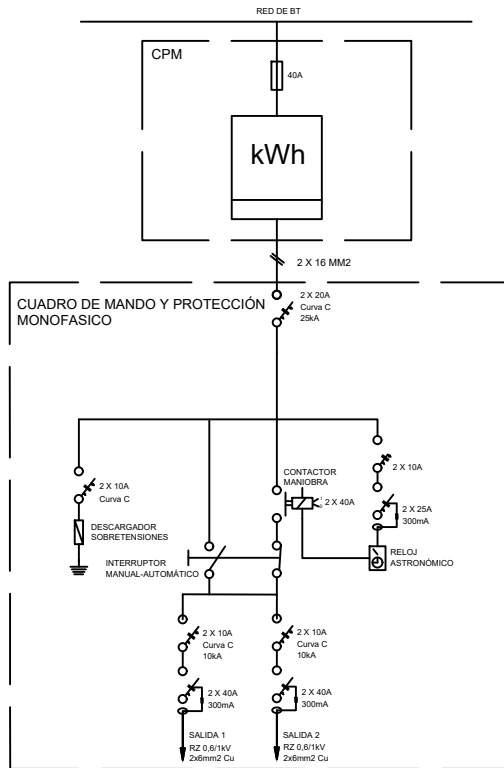
Luminarias  
9 SUARNA

Lenda  
 Cadro  
 LED 30W

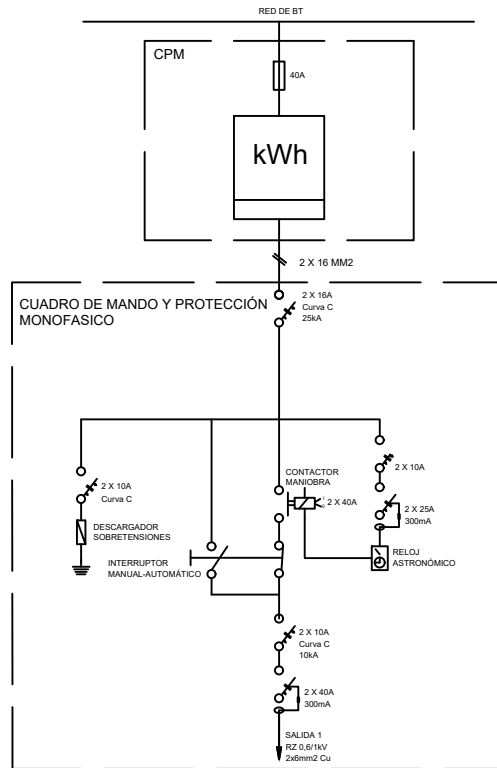


	Firma	Dibujado	Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR	
	Fecha Julio 2021	Título:	Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamaforcada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraxos, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Casdecid y San Vicente.(As Built).	
	Escala: S/E	Plano:	Situación Propuesta Cuadro C057 San Vicente	Plano nº: 14

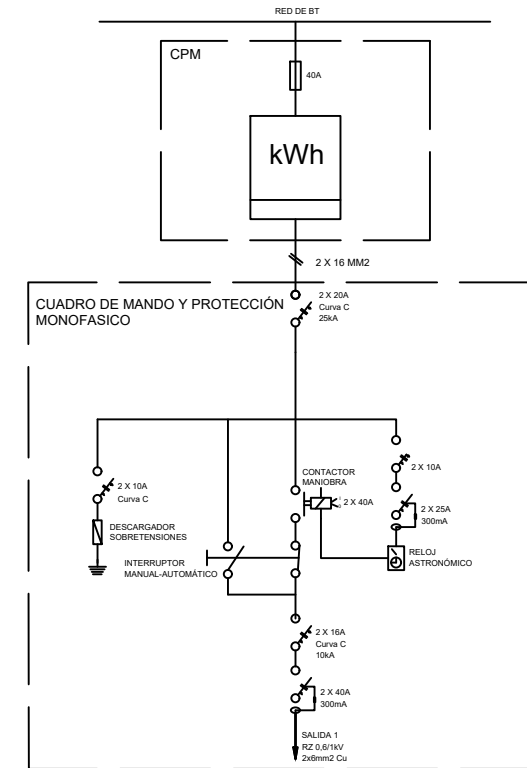
C002 LAMAFORCADA



C011 BARRIO



C012 DORNAS



Firma

Dibujado

Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR

Fecha  
Julio 2021

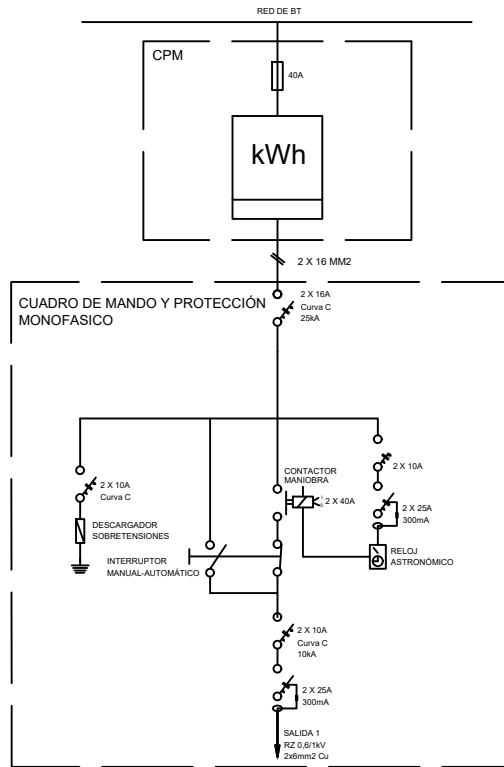
Título: Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamaforcada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraxos, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Casdecid y San Vicent. (As Built).

Escala:  
S/E

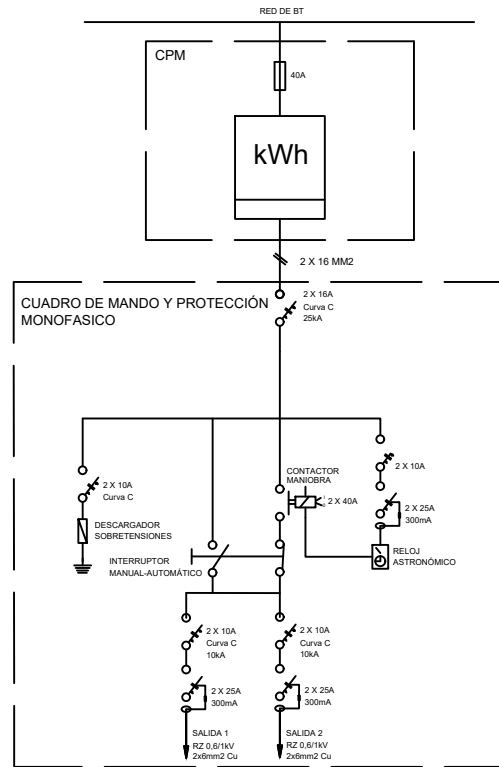
Plano: Esquema unifilar de cuadros de mando

Plano nº:  
15

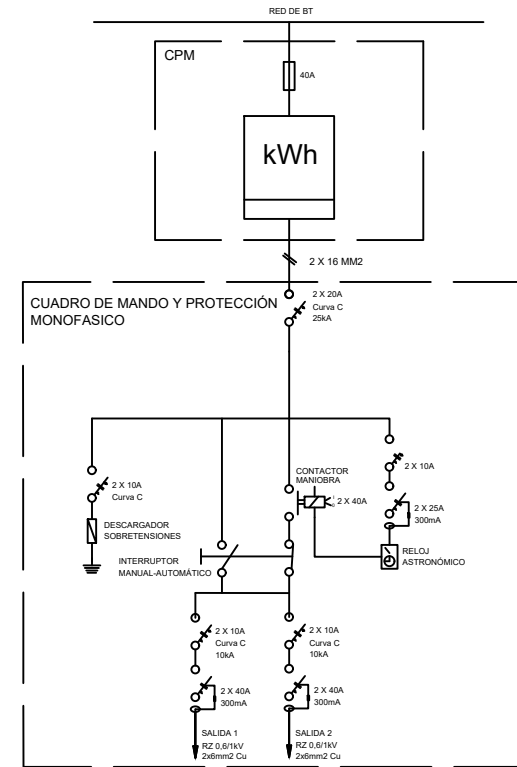
C018 PENACHOCHAO



C038 STA CRUZ



C045 NOGUEIRA



Firma

Dibujado

Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR

Fecha  
Julio 2021

Título: Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamaforcada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraxos, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Casdecid y San Vicent.(As Built).

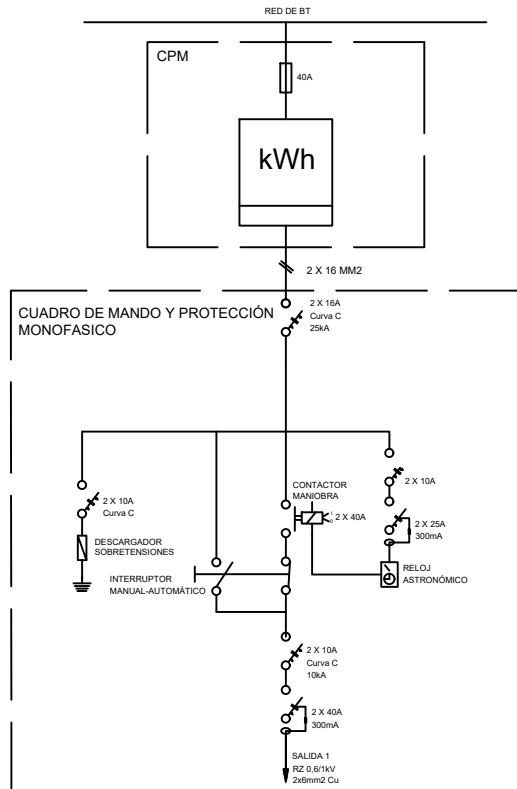
Escala:  
S/E

Plano:  
Esquema unifilar de cuadros de mando

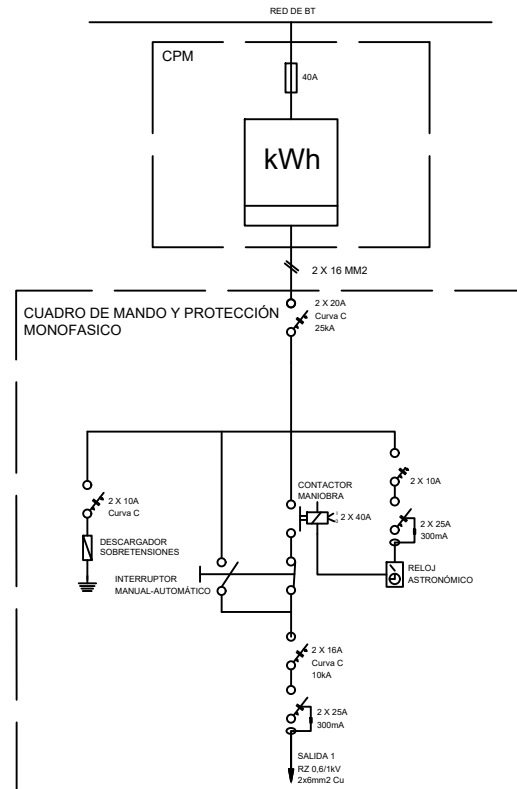
Plano nº:  
16



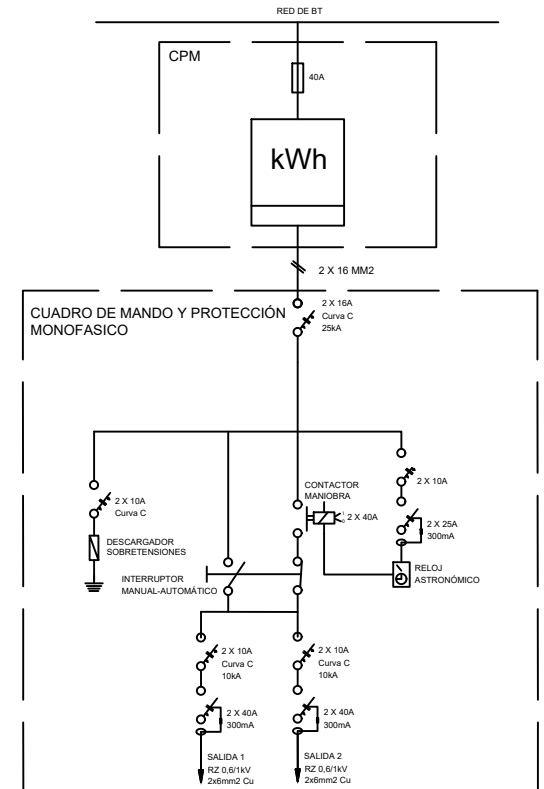
C046 BORRAXOS



C050 CASAS NOVAS



C051 PEREIRA



Firma

Fecha  
Julio 2021

Escala:  
S/E

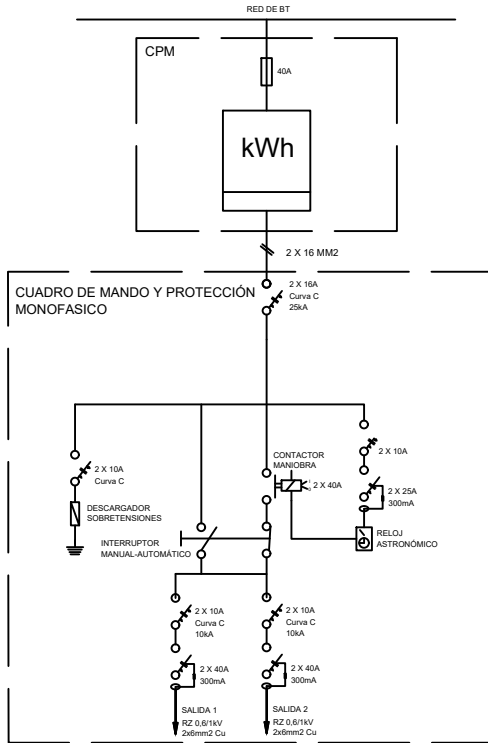
Dibujado Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR

Título: Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamaforcada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraxos, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Cascedid y San Vicente. (As Built).

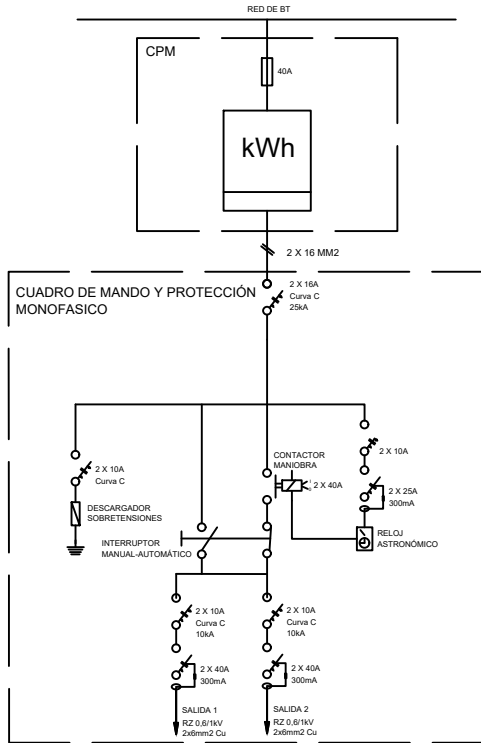
Plano: Esquema unifilar de cuadros de mando

Plano nº: 17

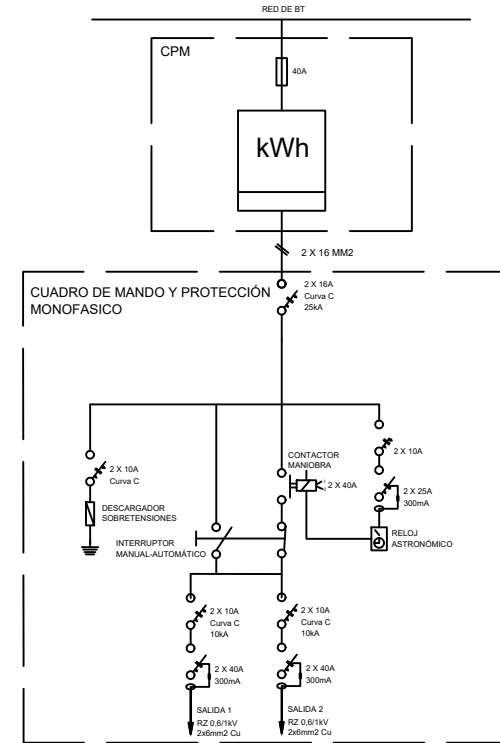
C054 CASUXETO



C056 CASACID



C057 SAN VICENTE



Firma

Dibujado

Félix Ledo Pernas Colegiado 2273 COETICOR

Fecha  
Julio 2021

Título: Proyecto de ahorro y eficiencia energética en las zonas de Lamaforcada, Sta. Cruz, Nogueira, Borraxos, Pereira, Barrio, Dornas, Casuxeto, Casdecid y San Vicente. (As Built).

Escala:  
S/E

Plano:  
Esquema unifilar de cuadros de mando

Plano nº:  
18