

# Proyecto de Construcción del itinerario peatonal y ciclista de conexión entre Sarriguren-Ciudad de la Innovación-Ripagaina-Areta-Burlada

## ANEJO Nº 6: ALUMBRADO PUBLICO



V.S. Servicios y Urbanismo S.L.

C/ Julián Gayarre nº8 bajo 31005 Pamplona

Tlf: 948 224 776 - 948 220 132

E-mail: vs.pamplona@vsingenieria.com

Agosto 2023

# MEMORIA

## INDICE

1. ANTECEDENTES.
2. OBJETO DEL PROYECTO.
3. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.
4. EMPLAZAMIENTO.
5. SUMINISTRO DE LA ENERGIA.
6. NIVELES DE ILUMINACION SEGÚN REGLAMENTO EFICIENCIA ENERGETICA
7. CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION.
8. DISPOSICION DE VIALES Y SISTEMA DE ILUMINACION ADOPTADO.
9. ACOMETIDAS A LOS CUADROS DE MANDO.
10. TIPOS DE LUMINARIAS.
11. SOPORTES.
12. CANALIZACIONES.
13. CONDUCTORES.
14. SISTEMAS DE PROTECCION.
15. RED DE TIERRA.
16. CALCULO EFICIENCIA ENERGETICA DE LA INSTALACION.
17. CALIFICACION ENERGETICA DE LA INSTALACION.

## **1. ANTECEDENTES.**

Se redacta el anejo de alumbrado público, encuadrado dentro del Proyecto de Construcción del itinerario peatonal y ciclista de conexión entre Sarriguren-Ciudad de la Innovación-Ripagaina-Areta-Burlada

## **2. OBJETO DEL PROYECTO.**

El objeto del presente anejo es el de exponer ante los Organismos Competentes que la red de alumbrado público que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha red.

## **3. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.**

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior e Instrucciones Técnicas complementarias (Real Decreto 1890 / 2008 de 14 de Noviembre)
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto) y en especial la MIE BT 009 – Instalaciones de Alumbrado Público.
- Instrucciones para Alumbrado Público Urbano editadas por la Gerencia de Urbanismo del Ministerio de la Vivienda en el año 1.965.

- Norma EN-60 598.
- Real Decreto 2642/1985 de 18 de diciembre (B.O.E. de 24-1-86) sobre Homologación de columnas y báculos.
- Real Decreto 401/1989 de 14 de abril, por el que se modifican determinados artículos del Real Decreto anterior (B.O.E. de 26-4-89).
- Orden de 16 de mayo de 1989, que contiene las especificaciones técnicas sobre columnas y báculos (B.O.E. de 15-7-89).
- Orden de 12 de junio de 1989 (B.O.E. de 7-7-89), por la que se establece la certificación de conformidad a normas como alternativa de la homologación de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico).
- Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales.
- RD 1627/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

#### **4. EMPLAZAMIENTO.**

El emplazamiento del Alumbrado Público objeto de este proyecto es la urbanización de la AVD de Arostegui en el Término Municipal de Zizur Mayor.

#### **5. SUMINISTRO DE LA ENERGIA.**

La energía se le suministrará a la tensión de 400 V. Y 50 HZ, procedente de la red de distribución en B.T. existente en la zona.

En el Termino Municipal de Huarte actualmente existe un centro de mando en la zona, al cual se le añadirá una nueva salida protegida con diferencial e interruptor magnetotérmico de donde partirá el circuito que alimentara las nuevas luminarias de este Municipio, las luminarias a colocar en el resto de Municipios (Egues y Burlada) se conectaran a la luminaria mas cercana ya que son muy pocas unidades y muy poca su potencia.

#### **6.NIVELES DE ILUMINACION SEGÚN EN REGLAMENTO DE EFICIENCIA ENERGETICA.**

##### **6.1 CLASIFICACION DE LOS VIALES Y CAMINOS PEATONALES.**

A continuación, se muestran los criterios del reglamento para la clasificación de los diferentes viales rodados y peatonales.

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	$v \leq 5$

Según el resultado de esta primera selección existen varias clasificaciones que se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 2 – Clases de alumbrado para vías tipo A

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

<sup>(\*)</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.

Tabla 3 – 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 ≥ 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 ≥ 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.

Tabla 4 – Clases de alumbrado para vías tipos 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.

Tabla 5 – Clases de alumbrado para vías tipo E

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
E1	<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
E2	<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

(\*) 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.

Tabla 6 – Series ME de clase de alumbrado para viales secos tipos 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.

Tabla 8 – Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E

Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media $E_m$ (lux) <sup>(1)</sup>	Iluminancia mínima $E_{min}$ (lux) <sup>(1)</sup>
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

*(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. 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.*

Los valores de iluminaría media son máximos no pudiendo sobrepasarlos en un 20 %.

## 7.CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION

La instalación contara con un centro de mando, existente que se adecuara a las nuevas características.

El funcionamiento normal del alumbrado será automático por medio de célula fotoeléctrica y reloj, aunque a su vez el Centro de Mando incluye la posibilidad de que el sistema actúe manualmente.

La regulación de intensidad lumínica se realiza por un sistema de regulador mediante nodos de comunicación instalados en cada luminaria.

## 8. DISPOSICION DE VIALES Y SISTEMA DE ILUMINACION ADOPTADO.

### Tipo Vial Principal.

Se han dispuesto una disposición unilateral cada 18 m con luminarias tipo JNR de Carandini de 30 w de potencia sobre columnas de 4 m de altura.

En los pasos de peatones se apoyará la iluminación con luminarias modelo VEKA SPP de Carandini.

Con esta disposición se ha conseguido los niveles que a continuación referimos, además como se puede comprobar en el anexo nº 1 a esta memoria denominado cálculos lumínicos que se cumplen los valores requeridos por el reglamento de eficiencia energética.

VIAL	ILUMINANCIA MEDIA (lux)	ILUMINANCIA MINIMA (lux)	ILUMINANCIA MAXIMA (lux)	Umed	Umin
Carril bici	22	11	42	0.51	0.26
Vial Peatonal	15	8.5	25	0.56	0.34

Todos estos niveles corresponden a una intensidad a pleno rendimiento.

## 9. ACOMETIDAS A CENTROS DE MANDO.

No se realizará ninguna nueva acometida a centro de mando.

## 10. TIPOS DE LUMINARIAS.

Se ha utilizado las siguientes luminarias que tiene las siguientes características:

### 1.- Luminaria JUNIOR DE CARANDINI

# Junior



# Proyecto de Construcción del itinerario peatonal y ciclista de conexión entre Sarriguren-Ciudad de la Innovación-Ripagaina-Areta-Burlada

## CARACTERÍSTICAS JUNIOR

### INFORMACIÓN GENERAL

Sostenibilidad	% de reciclabilidad: 99,05 Huella de carbono: 0,0212 kg kWh de CO2
Marca CE	SI
Conformidad con RoHS	SI
Norma del ensayo	LM 79-80 (todas las mediciones en laboratorio certificado según ISO17025)

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Armadura	Fundición inyectada de aluminio EN AC-44100 bajo contenido en cobre <0,1%.
Cúpula	Existen 2 tipos de cúpula: <b>Cúpula alta</b> <b>Cúpula baja</b> Ambas cúpulas son de chapa de aluminio repulsada 1050-E S/UNE 38117.
Cierre	Vidrio plano templado o vidrio templado lenticular de 4mm espesor.
Tornillería exterior	Acero inoxidable (AISI304).
Estanqueidad general	IP66 (EN 60598-1 y EN 60598-2-3)
Grado de protección contra impactos	IK10 (EN 62262)
Temperatura de funcionamiento	Ta -40°C a +50°C. Según configuración de la luminaria.
Vida estimada	L90B10 100.000 h a Ta de 25°C. Valores de mantenimiento lumínico a 25°C se calculan por TM-21 en base de datos LM-80.
Cables	Clase I/II Longitud: De 4 a 13m Sección: 2x1,5; 3x1,5; 4x1,5; 5x1,5;

### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Clase eléctrica	Clase I o Clase II
Voltaje de entrada	220V - 240V / 50Hz - 60Hz Opcional 100V - 277V
Factor de potencia	> 0,9
Distorsión armónica	< 10%
Protección contra sobretensiones	Protección contra sobretensiones (1,2/50) 10 kV. Corriente máxima (B/20) 10kA. Tensión máxima (L-N) 320 V. Tensión máxima (L-N-GND) 400 V. Protección contra sobretensiones opcional: 20kA, 20kV.

### CARACTERÍSTICAS LUMÍNICAS

Paquete lumínico real	2.315 lm hasta 10.220 lm (17 - 73W)
Temperatura de color del LED	4.000K (Blanco Neutro, nw). 3.000K (Blanco Cálido, ww). 2.700K (Blanco Cálido, ww). 2.200K (Blanco Cálido, ww). Temperatura de color ámbar, consultar.
Índice de reproducción cromática (CRI)	CRI>70. Consultar CRI80.
LEDs	Integra diversos tipos de módulos de 16, 24, 32 y 48 LEDs.
FHS/UFLR	<0.09%
Óptica	Lentes acrílicas de PMMA diseñadas especialmente para LEDs.
Distribuciones fotométricas	<b>ALM1</b> => al. longitudinal 75° ap. transversal 10°/45° (Tipo II) <b>SMA1</b> => al. longitudinal 65° ap. transversal 65° (Tipo VS) <b>SME1</b> => al. longitudinal 70° ap. transversal 40° (Tipo II) <b>SCM1</b> => al. longitudinal 50° ap. transversal 50° (Tipo VS) <b>AME2</b> => al. longitudinal 70° ap. transversal 15°/40° (Tipo II) <b>AME1</b> => al. longitudinal 70° ap. transversal 15°/25° (Tipo II) <b>AMM1</b> => al. longitudinal 70° ap. transversal 35°/50° (Tipo III) <b>AMA1</b> => al. longitudinal 65° ap. transversal 65° (Tipo IV) <b>ÁMBAR</b> <b>AMA1</b> => al. longitudinal 65° ap. transversal 65° (Tipo IV) <b>AMM1</b> => al. longitudinal 70° ap. transversal 35°/50° (Tipo III) <b>AMM2</b> => al. Longitudinal 60° ap. Transversal 35° (Tipo II)

**2.- Luminaria VEKA SPP DE CARANDINI (Pasos de Peatones).**

**Veka S PP**  
Paso de Peatones



Proyecto de Construcción del itinerario peatonal y ciclista de conexión entre Sarriguren-Ciudad de la Innovación-Ripagaina-Areta-Burlada

**CARACTERÍSTICAS VEKA S/ VEKA S PP**

INFORMACIÓN GENERAL	
Sostenibilidad	Reciclabilidad: 94,01% Huella de carbono por uso: 0,024823 kg kWh de CO2
Marca CE	Si
Certificado ENEC	Si
Conformidad con RoHS	Si
Norma del ensayo	LM 79-80 (todas las mediciones en laboratorio certificado según ISO17025)

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Armadura y acoplamiento	Fundición inyectada de aluminio EN AC-44100 (LM6) con bajo contenido de cobre <0,1%.
Acabado	Veka: Pintura Poliéster polvo de color gris RAL 9006 Liso Brillante (9006B). Veka S PP: Pintura Poliéster polvo de color blanco RAL 9016 Liso Brillante (9016B). Otros acabados, consultar.
Cierre	Vidrio plano templado de 5mm de espesor.
Tornillería exterior	Acero inoxidable (AISI304).
Estanquidad general	IP66 (EN 60598-1 y EN 60529)
Grado de protección contra impactos	IK10 (EN 62262)
Temperatura de funcionamiento	Ta -40°C a +50°C Según configuración de la luminaria.
Vida estimada	L90B10 100.000h a Ta de 25°C. Valoraciones de mantenimiento lumínico a TM-21 en base a datos LM-80.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
Clase eléctrica	Clase I o Clase II
Voltaje de entrada	220V - 240V / 50Hz - 60Hz Opcional 100V - 277V
Factor de potencia	> 0,99
Distorsión armónica	< 10%
Protección contra sobretensiones	Protección contra sobretensiones (1,2/50) 10 kV. Corriente máxima (8/20) 10kA. Tensión máxima (L-N) 320 V. Tensión máxima (L/N-GND) 400 V. Protección contra sobretensiones opcional: 20kA, 20kV
Lamas anti-deslumbramiento	

CARACTERÍSTICAS LUMÍNICAS	
Paquete lumínico real	GEN1: 1252 lm hasta 13.407 lm (12 - 112W) 155lm /W  GENA: 1.548lm hasta 14.750lm (12 - 112W) 162lm/W
Temperatura de color del LED	4.000K (Blanco Neutro, rw). 3.000K (Blanco Cálido, ww). 2.700K (Blanco Cálido, ww). 2.200K (Blanco Cálido, ww). Temperatura color ámbar, consultar.
Índice de reproducción cromática (CRI)	CRI>70. Consultar CRI80.
LEDs	Incorpora 16, 24, 36 y 48 LEDs.
FHS/UFLR	Entre 0,00% y 0,35%
Óptica	Lentes acrílicas de PMMA diseñadas especialmente para LEDs.
Distribuciones fotométricas	<b>AMA1</b> => al. Longitudinal 70° ap. Transversal 65° (Tipo IV) <b>AME1</b> => al. Longitudinal 65° ap. Transversal 15° (Tipo I) <b>AME2</b> => al. Longitudinal 70° ap. Transversal 35° (Tipo II) <b>AMM1</b> => al. Longitudinal 70° ap. Transversal 35°/50° (Tipo III) <b>AMM2</b> => al. Longitudinal 60° ap. Transversal 35° (Tipo II) <b>AMM3</b> => al. Longitudinal 75° ap. Transversal 5°/20° (Tipo III) <b>AMM4</b> => al. Longitudinal 65° ap. Transversal 20° (Tipo II) <b>PCE1</b> => al. Longitudinal 50° ap. Transversal 55°/60° (Tipo III) <b>PCE2</b> => al. Longitudinal 50° ap. Transversal 45°/55° (Tipo II)
Control térmico LED	Disipación del calor por conducción, radiación y convección a través de un diseño para la tecnología LED.

## **11 . SOPORTES.**

Las luminarias descritas anteriormente irán sujetas sobre columnas cilíndricas de 4 m de altura según sean luminarias viales o peatonales según detalles fabricadas en chapa de acero de 3 mm. de espesor del tipo A-37b según norma UNE 36-080-73, con la superficie continua y exenta de imperfecciones, manchas, bultos y ampollas, galvanizadas en caliente con peso mínimo 520 g/cm<sup>2</sup> de cinc. Las soldaduras, excepto la vertical del tronco, serán al menos de calidad 2 según norma UNE 14.011 y tendrán unas características mecánicas superiores a las del material base. Se dispondrá anillo de refuerzo en su parte inferior de 15 cm. de altura y 4 mm. de espesor. Con aislamiento eléctrico clase I.

Las uniones entre los diferentes tramos del poste se harán con casquillo de chapa del mismo espesor que la del poste. Los casquillos quedarán abiertos por una de sus generatrices.

Las columnas irán provistas de puertas de registro de acceso para la manipulación de sus elementos de protección y maniobra, por lo menos a 0,30 m. del suelo, dotada de una puerta o trampilla con grado de protección contra la proyección del agua que sólo se pueda abrir mediante el empleo de útiles especiales. En su interior se ubicará una caja de conexiones de material aislante, provista de alojamiento para los fusibles y de fichas para la conexión de los cables.

La sujeción a la cimentación se hará mediante placa de base a la que se unirán los pernos anclados en la cimentación, mediante arandela, tuerca y contratuerca según detalles.

## **12. CANALIZACIONES.**

La instalación eléctrica irá enterrada, bajo tubo rígido de PVC de 110 mm. de diámetro, a una profundidad mínima de 60 cm. en aceras y de 80 cm. en cruces de calzadas. En la canalización bajo las aceras, el tubo apoyará sobre lecho de arena "lavada de río" de 10 cm de espesor y sobre él se ubicará cinta de "Peligro eléctrico" y relleno de tierra compactada al 95 %

del proctor normal. Para la canalización en cruce de calzada, el tubo irán embutido en macizo de hormigón de 100 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia característica y 30 cm de espesor, ubicándose igualmente cinta de "Atención al cable" y relleno de tierra compactada al 95 % del proctor normal.

A fin de hacer completamente registrable la instalación, cada uno de los soportes llevará adosada una arqueta de fábrica de ladrillo cerámico macizo (cítara) enfoscada interiormente, con tapa de fundición de 37x37 cm.; estas arquetas se ubicarán también en cada uno de los cruces, derivaciones o cambios de dirección.

En los cruces de calzada se colocaran arquetas de 70 x 70 cm

La cimentación de las columnas se realizará con dados de hormigón en masa de resistencia característica  $R_k = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , con pernos embebidos para anclaje y con comunicación a columna por medio de codo.

### **13. CONDUCTORES.**

Los conductores a emplear en la instalación serán de Cu, tetra/tri/bi-polares, RV-K 0,6/1 KV, enterrados bajo tubo de PVC de 110 mm de diámetro, con una sección mínima de 6 mm<sup>2</sup> (MIE BT 009). La instalación de los conductores de alimentación a las lámparas se realizará en Cu, bipolares RV 0,6/1 kV de 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> de sección, protegidos por c/c fusibles calibrados de 6 A.

El cálculo de la sección de los conductores de alimentación a luminarias se realizará teniendo en cuenta que el valor máximo de la caída de tensión, en el receptor más alejado del Cuadro de Mando, no sea superior a un 3 % de la tensión nominal y verificando que la máxima intensidad admisible de los conductores quede garantizada en todo momento, aún en caso de producirse sobrecargas y cortocircuitos.

La sección del conductor de cada circuito esta descrita en el apartado de cálculos de este proyecto.

Los conductores no tendrán empalmes en el interior de los soportes.

La conexión de los terminales se hará de tal forma que no ejerzan sobre los conductores esfuerzos de tracción.

#### **14. SISTEMAS DE PROTECCION.**

En primer lugar, la red de alumbrado público estará protegida contra los efectos de las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos) que puedan presentarse en la misma (MIE BT 020), por lo tanto se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

- Protección a sobrecargas: Se utilizará un interruptor automático o fusibles ubicados en el cuadro de mando, desde donde parte la red eléctrica (según figura en anexo de cálculo). La reducción de sección para los circuitos de alimentación a luminarias (2,5 mm<sup>2</sup>) se protegerá con los fusibles de 6 A existentes en cada columna.
- Protección a cortocircuitos: Se utilizará un interruptor automático ubicados en el cuadro de mando, desde donde parte la red eléctrica (según figura en anexo de cálculo). La reducción de sección para los circuitos de alimentación a luminarias (2,5 mm<sup>2</sup>) se protegerá con los fusibles de 6 A existentes en cada columna.
- 

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos (MIE BT 021) se han tomado las medidas siguientes:

- Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por parte de las

personas que habitualmente circulan por el acerado.

- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para proceder a su apertura (cuadro de mando y registro de columnas).
- Aislamiento de todos los conductores con PVC (RV 0,6/1 kV), con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

En tercer lugar, para la protección contra contactos indirectos (MIE BT 021) se ha utilizado el sistema de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. Para ello se han dispuesto los siguientes elementos:

- Puesta a tierra de las masas: A lo largo de toda la canalización, se ha tendido un conductor de Cu desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección enterrado a 50 cm y en contacto con el terreno, el cual conectará con picas de Cu de 14 mm. de diámetro ubicadas en las arquetas adosadas a columnas, sirviendo ambos de electrodos artificiales (MIE BT 039). Esta red de tierra quedará unida a todas las masas metálicas de la instalación (columnas y cuadro de mando).
- Interruptores diferenciales rearmables ubicados en el cuadro de mando según esquema del cuadro de mando con una sensibilidad de 300 mA.

## 15. RED DE TIERRA.

El cuadro de protección y cada una de las columnas de la instalación irán conectadas a tierra mediante un cable de cobre aislado de 16 mm<sup>2</sup>, instalándose una pica de 19 mm de diámetro junto a cada uno con su correspondiente grapa de conexión, cada una de las picas irán unidas entre sí por un cable equipotencial de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección.

## 16. CALCULO EFICIENCIA ENERGETICA DE LA INSTALACION.

El calculo se realizara según la siguiente formula:

1.1 La eficiencia energética de una instalación de alumbrado 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.

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

siendo:

- $\mathcal{E}$  = eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior (m<sup>2</sup> · lux/W)
- P = potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (W);
- S = superficie iluminada (m<sup>2</sup>);
- E<sub>m</sub> = iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux);

1.2 La eficiencia energética se puede determinar mediante la utilización de los siguientes factores:

- $\mathcal{E}_L$  = eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares (lum/W= m<sup>2</sup> lux/W);
- f<sub>m</sub> = factor de mantenimiento de la instalación (en valores por unidad)
- f<sub>u</sub> = factor de utilización de la instalación (en valores por unidad)

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

donde:

**Eficiencia de la lámpara y equipos auxiliares (E<sub>L</sub>):** Es la relación entre el flujo luminoso emitido por una lámpara y la potencia total consumida por la lámpara más su equipo auxiliar.

**Factor de mantenimiento (f<sub>m</sub>):** Es la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales.

**Factor de utilización (f<sub>u</sub>):** 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 lámparas instaladas en las luminarias.

El 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 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 alumbrado exterior (tipo de implantación, altura de las luminarias y separación entre puntos de luz).

Los valores mínimos que se pueden obtener son los que marca la siguiente tabla:

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

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{W}\right)$
$\geq 30$	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

En nuestra instalación los valores que nos dan aplicando la formula anteriormente descrita son los siguientes:

ZONA	Sup	Em	P	Eficiencia energetica
Carril bici	45	22	21	47.14
Vial Peatonal	36	15	21	25.71

ZONA	Eficiencia energética Instalación	Eficiencia energética Mínima	Cumple REE
Carril bici	47.14	20	SI
Vial Peatonal	25.71	15	SI

## 17. CALIFICACION ENERGETICA DE LA INSTALACION

Para el cálculo de la calificación energética de la instalación se utilizaran las siguientes formulas:

Proyecto de Construcción del itinerario peatonal y ciclista de conexión entre Sarriguren-Ciudad de la Innovación-Ripagaina-Areta-Burlada

El índice de eficiencia energética ( $I_E$ ) 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 media en servicio proyectada, que se indica en tabla 3.

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

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 alumbrado 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 la 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:

$$ICE = \frac{1}{I_E}$$

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	$ICE < 0,91$	$I_e > 1,1$
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	$ICE \geq 5,00$	$I_e \leq 0,20$

Aplicando nuestros resultados a la formula y tablas anteriores nos da lo siguiente:

ZONA	Eficiencia energética Instalación	Eficiencia energética De Referencia	ICE	Calificación Energética
Carril bici	47.14	13	0.28	A
Vial Peatonal	25.71	11	0.43	A

**CALIFICACION ENERGETICA DE LA INSTALACION: A**

## ANEXO I CALCULOS LUMINICOS

# Proyecto 1

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 14.02.2023  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

<b>Proyecto 1</b>	
Portada del proyecto	1
Índice	2
<b>C.&amp;G.CARANDINI S.A.U. S.A.U. VMX.3.4.MC.019.3.064K.L3Q1 VMX Roadway...</b>	
Hoja de datos de luminarias	3
<b>C.&amp;G.CARANDINI S.A.U. JNR.4.Z.CC.004.3.032C.AMM1 Junior Ambiental I...</b>	
Hoja de datos de luminarias	4
<b>PEATON+BICI</b>	
Datos de planificación	5
Lista de luminarias	6
<b>ENTRADA ROTONDA</b>	
Datos de planificación	7
Lista de luminarias	8
Resultados luminotécnicos	9
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Calzada 1</b>	
Gráfico de valores (E)	11
<b>Observador</b>	
<b>Observador 1</b>	
Isolíneas (L)	12
<b>Observador 2</b>	
Isolíneas (L)	13
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 1</b>	
Gráfico de valores (E)	14
<b>Recuadro de evaluación Camino para bicicletas 1</b>	
Gráfico de valores (E)	15

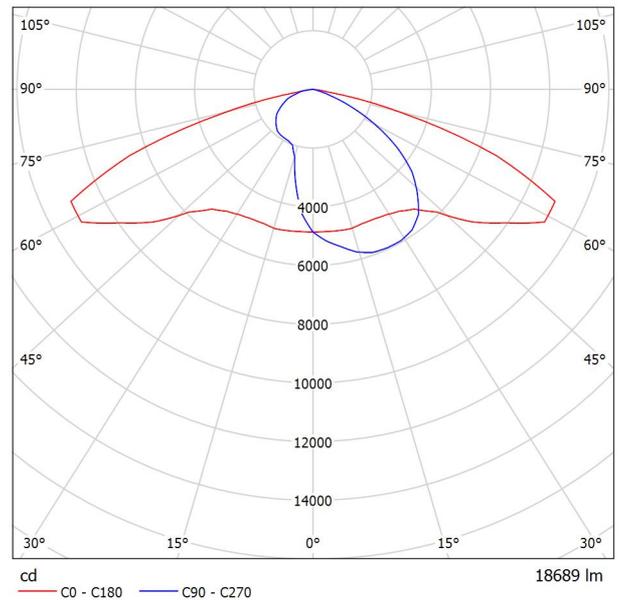


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**C.&G.CARANDINI S.A.U. S.A.U. VMX.3.4.MC.019.3.064K.L3Q1 VMX Roadway  
luminaire / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 36 73 97 100 100

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

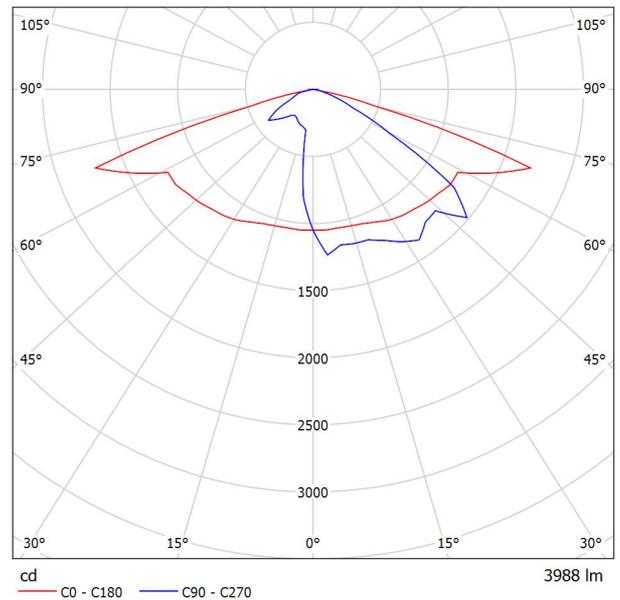


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## C.&G.CARANDINI S.A.U. JNR.4.Z.CC.004.3.032C.AMM1 Junior Ambiental luminaire / Hoja de datos de luminarias

Dispones de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 34 72 97 100 100

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PEATON+BICI / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Camino para bicicletas 1

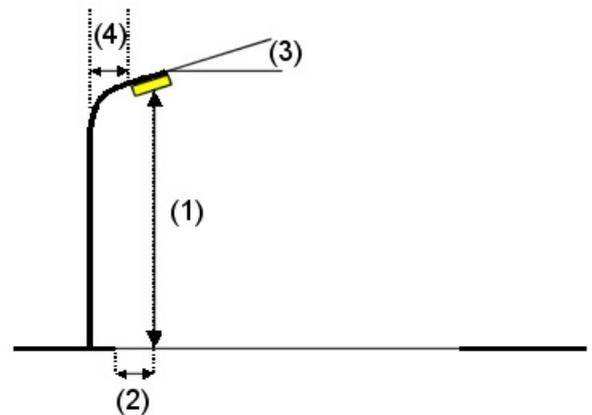
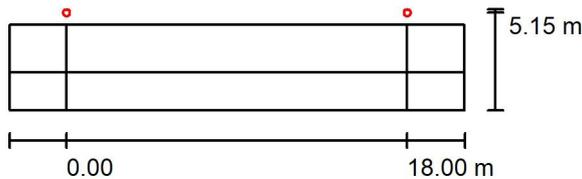
(Anchura: 2.500 m)

Camino peatonal 1

(Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.67

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	C.&G.CARANDINI S.A.U. JNR.4.Z.CC.004.3.032C.AMM1 Junior Ambiental luminaire	
Flujo luminoso (Luminaria):	3988 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica con 70°: 660 cd/klm con 80°: 29 cd/klm con 90°: 2.28 cd/klm
Flujo luminoso (Lámparas):	3988 lm	
Potencia de las luminarias:	30.3 W	
Organización:	unilateral arriba	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 G3. La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5.
Distancia entre mástiles:	18.000 m	
Altura de montaje (1):	4.000 m	
Altura del punto de luz:	4.000 m	
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m	
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.000 m	

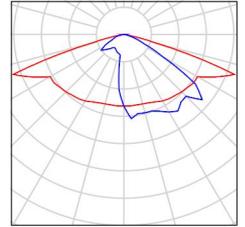


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PEATON+BICI / Lista de luminarias

C.&G.CARANDINI S.A.U.  
JNR.4.Z.CC.004.3.032C.AMM1 Junior Ambiental  
luminaire  
N° de artículo: JNR.4.Z.CC.004.3.032C.AMM1  
Flujo luminoso (Luminaria): 3988 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 3988 lm  
Potencia de las luminarias: 30.3 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 34 72 97 100 100  
Lámpara: 1 x C.LED 4000LM - 3000K (Factor de  
corrección 1.000).

Dispone de una imagen  
de la luminaria en  
nuestro catálogo de  
luminarias.





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

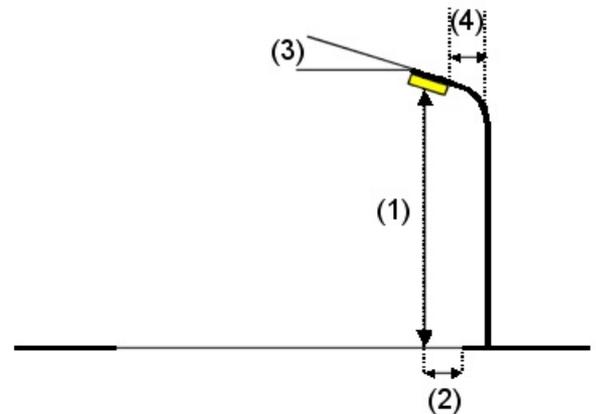
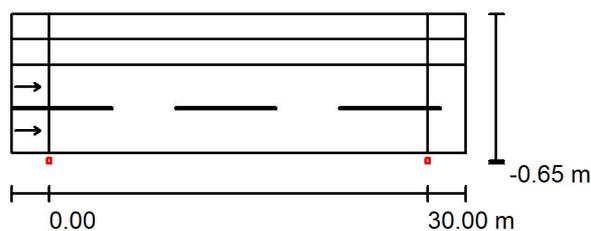
## ENTRADA ROTONDA / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1 (Anchura: 2.000 m)  
 Camino para bicicletas 1 (Anchura: 2.000 m)  
 Calzada 1 (Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.67

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	C.&G.CARANDINI S.A.U. S.A.U. VMX.3.4.MC.019.3.064K.L3Q1 VMX Roadway luminaire	
Flujo luminoso (Luminaria):	18689 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica con 70°: 464 cd/klm con 80°: 45 cd/klm con 90°: 2.03 cd/klm
Flujo luminoso (Lámparas):	18689 lm	
Potencia de las luminarias:	140.1 W	
Organización:	unilateral abajo	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento). La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3. La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.4.
Distancia entre mástiles:	30.000 m	
Altura de montaje (1):	12.000 m	
Altura del punto de luz:	12.000 m	
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m	
Inclinación del brazo (3):	3.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.500 m	

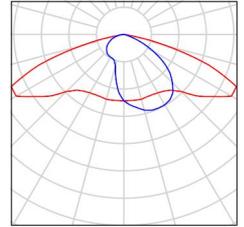


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## ENTRADA ROTONDA / Lista de luminarias

C.&G.CARANDINI S.A.U. S.A.U.  
VMX.3.4.MC.019.3.064K.L3Q1 VMX Roadway  
luminaire  
N° de artículo: VMX.3.4.MC.019.3.064K.L3Q1  
Flujo luminoso (Luminaria): 18689 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 18689 lm  
Potencia de las luminarias: 140.1 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 36 73 97 100 100  
Lámpara: 1 x C.LED 19000LM - 3000K (Factor  
de corrección 1.000).

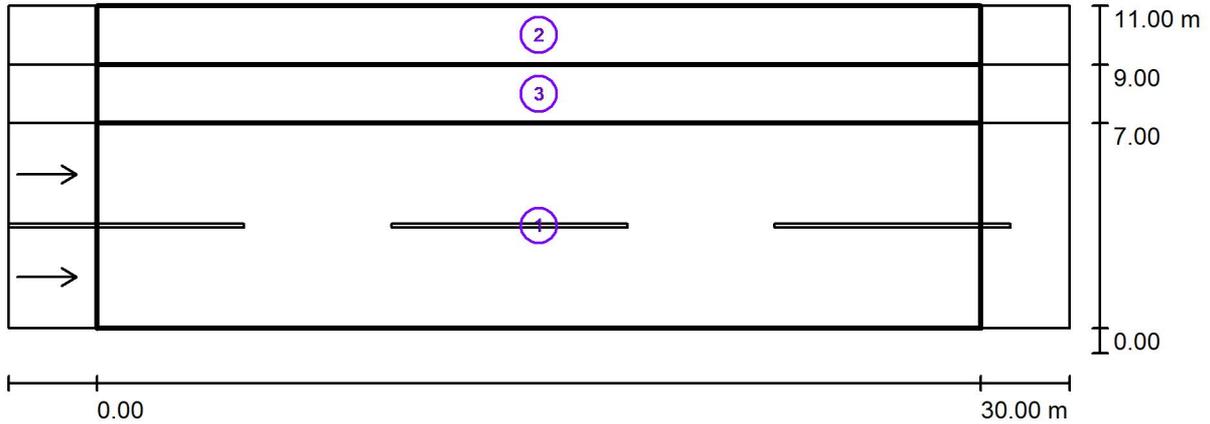
Dispone de una imagen  
de la luminaria en  
nuestro catálogo de  
luminarias.





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**ENTRADA ROTONDA / Resultados luminotécnicos**



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:258

**Lista del recuadro de evaluación**

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1  
Longitud: 30.000 m, Anchura: 7.000 m  
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: ME3c

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.35	0.62	0.80	6	0.75
Valores de consigna según clase:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## ENTRADA ROTONDA / Resultados luminotécnicos

### Lista del recuadro de evaluación

2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S1 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Clase de iluminación adicional ES: ES4 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Clase de iluminación adicional EV: EV5 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{min}$ (semicil.) [lx]	$E_{min}$ (vertical) [lx]
Valores reales según cálculo:	12.90	9.91	5.07	4.37
Valores de consigna según clase:	$\geq 15.00$	$\geq 5.00$	$\geq 3.00$	$\geq 5.00$
Cumplido/No cumplido:	✗	✓	✓	✗

3 Recuadro de evaluación Camino para bicicletas 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino para bicicletas 1.

Clase de iluminación seleccionada: S1 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Clase de iluminación adicional ES: ES4 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

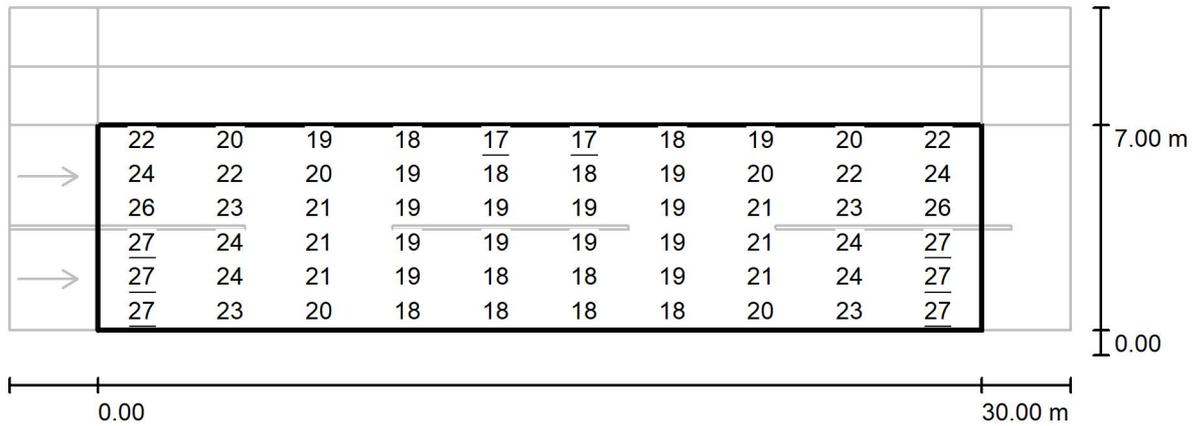
Clase de iluminación adicional EV: EV5 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{min}$ (semicil.) [lx]	$E_{min}$ (vertical) [lx]
Valores reales según cálculo:	16.44	13.37	6.52	4.90
Valores de consigna según clase:	$\geq 15.00$	$\geq 5.00$	$\geq 3.00$	$\geq 5.00$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✗



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**ENTRADA ROTONDA / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gráfico de valores (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 258

Trama: 10 x 6 Puntos

$E_m$  [lx]  
21

$E_{min}$  [lx]  
17

$E_{max}$  [lx]  
27

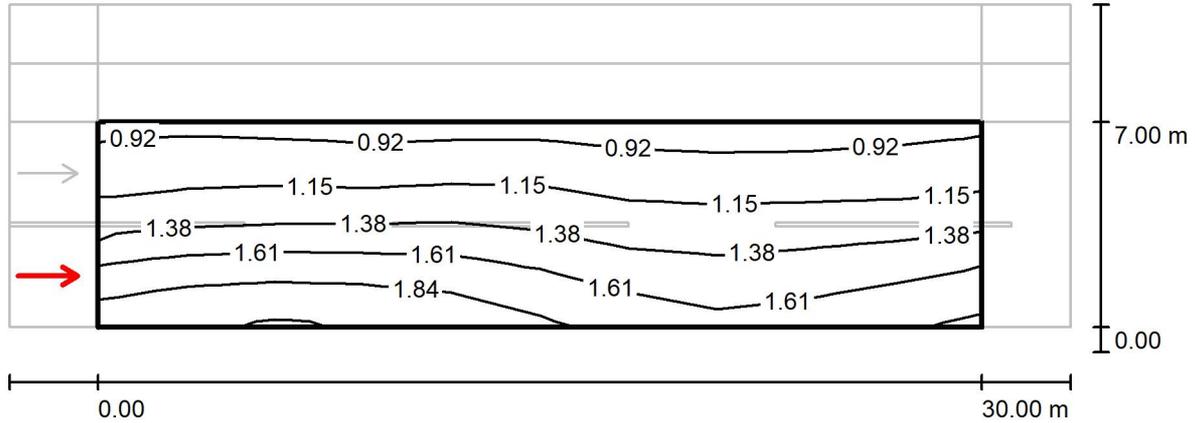
$E_{min} / E_m$   
0.814

$E_{min} / E_{max}$   
0.633



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**ENTRADA ROTONDA / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L)**



Valores en Candela/m², Escala 1 : 258

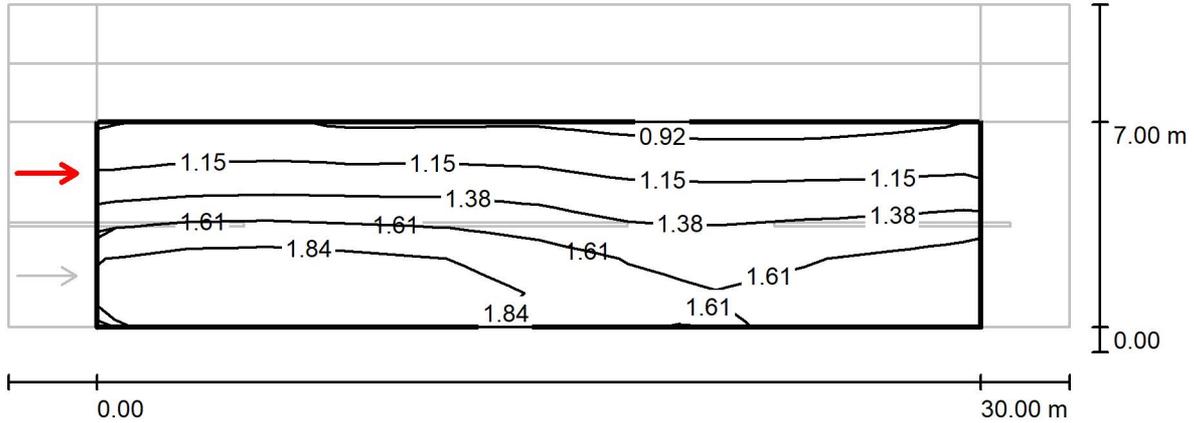
Trama: 10 x 6 Puntos  
Posición del observador: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.35	0.64	0.80	6
Valores de consigna según clase ME3c:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**ENTRADA ROTONDA / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 2 / Isolíneas (L)**



Valores en Candela/m², Escala 1 : 258

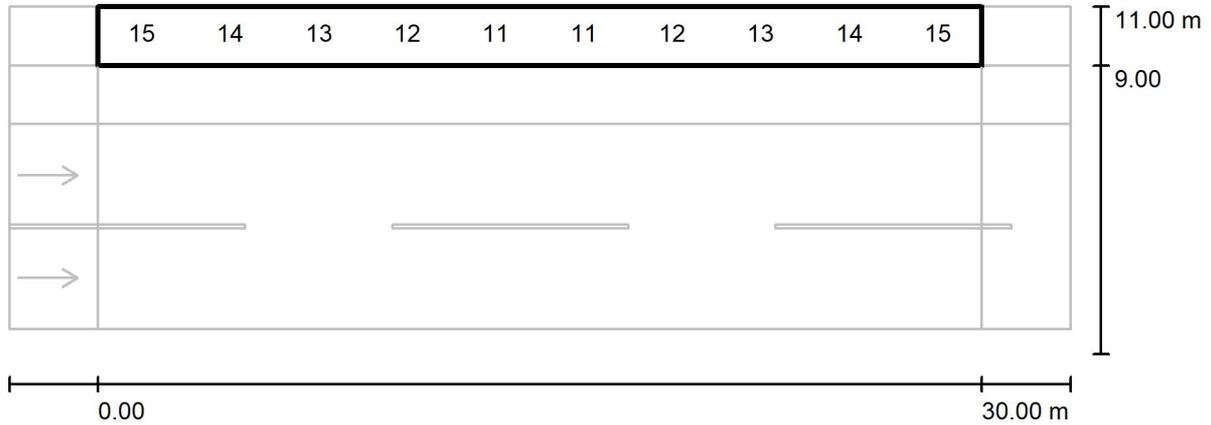
Trama: 10 x 6 Puntos  
Posición del observador: (-60.000 m, 5.250 m, 1.500 m)  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.47	0.62	0.89	5
Valores de consigna según clase ME3c:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**ENTRADA ROTONDA / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Gráfico de valores (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 258

No pudieron representarse todos los valores calculados.

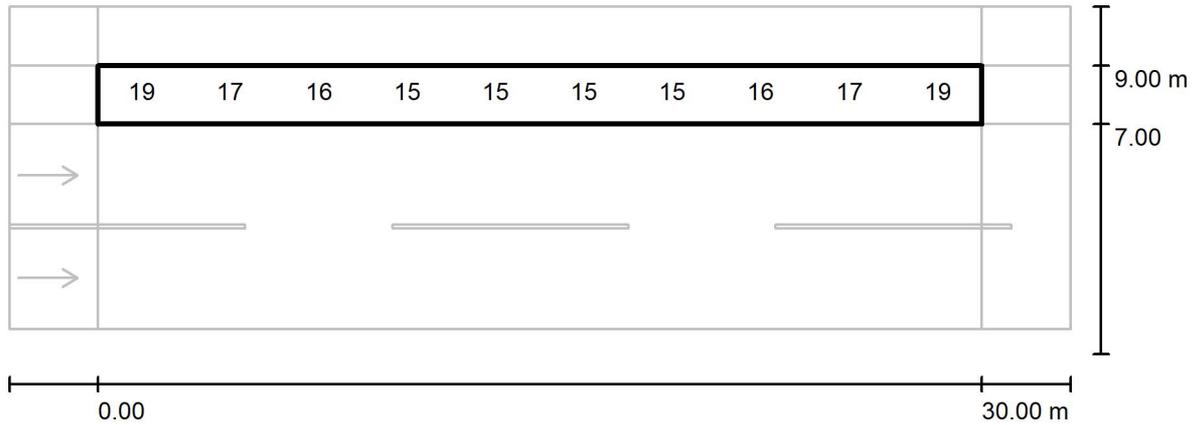
Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
13	9.91	16	0.768	0.623



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**ENTRADA ROTONDA / Recuadro de evaluación Camino para bicicletas 1 / Gráfico de valores (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 258

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
16

$E_{min}$  [lx]  
13

$E_{max}$  [lx]  
20

$E_{min} / E_m$   
0.813

$E_{min} / E_{max}$   
0.675

## ANEXO II CALCULOS ELECTRICOS

# ANEXO DE CALCULOS

## Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1,732 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

$P_c$  = Potencia de Cálculo en Watios.

$L$  = Longitud de Cálculo en metros.

$e$  = Caída de tensión en Voltios.

$K$  = Conductividad.

$I$  = Intensidad en Amperios.

$U$  = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

$S$  = Sección del conductor en  $\text{mm}^2$ .

$\cos\varphi$  = Coseno de  $\varphi$ . Factor de potencia.

$n$  = N° de conductores por fase.

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en  $\text{m}\Omega/\text{m}$ .

## Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha(T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a  $20^\circ\text{C}$ .

$$C_u = 0,017241 \text{ ohmios}\times\text{mm}^2/\text{m}$$

$$A_l = 0,028264 \text{ ohmios}\times\text{mm}^2/\text{m}$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$C_u = 0,003929$$

$$A_l = 0,004032$$

$T$  = Temperatura del conductor ( $^\circ\text{C}$ ).

$T_0$  = Temperatura ambiente ( $^\circ\text{C}$ ):

Cables enterrados =  $25^\circ\text{C}$

Cables al aire =  $40^\circ\text{C}$

$T_{\max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor ( $^\circ\text{C}$ ):

XLPE, EPR =  $90^\circ\text{C}$

PVC =  $70^\circ\text{C}$

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

## Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

$I_n$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ( $1,45 I_n$  como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ( $1,6 I_n$ ).

## Fórmulas Resistencia Tierra

### Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

### Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

### Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

### Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

Lc: Longitud total del conductor (m)

Lp: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

# Red Alumbrado Público 1

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 3

Cos φ : 1

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálc. (R S T) (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	368	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	6,24 6,24 6,7			4x16	82/1	90
2	2	3	24	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,14 6,24 6,7			4x16	82/1	90
3	3	4	24	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,14 5,14 6,7			4x16	82/1	90
4	4	5	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,14 5,14 5,61			4x16	82/1	90
5	5	6	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,73 2,81 3,82			4x16	82/1	90
6	6	7	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,73 2,57 3,82			4x16	82/1	90
7	7	8	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,73 2,57 3,59			4x16	82/1	90
8	8	9	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,49 2,57 3,59			4x16	82/1	90
9	9	10	6	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,49 2,34 3,59			4x16	82/1	90
10	10	11	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,49 2,34 3,2			4x16	82/1	90
11	11	12	5	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,1 2,34 3,2			4x16	82/1	90
12	12	13	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,1 2,1 3,2			4x16	82/1	90
13	13	14	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,1 2,1 2,96			4x16	82/1	90
14	14	15	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,87 2,1 2,96			4x16	82/1	90
15	15	16	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,87 1,87 2,96			4x16	82/1	90
16	16	17	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,87 1,87 2,73			4x16	82/1	90
17	17	18	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,64 1,87 2,73			4x16	82/1	90
18	18	19	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,64 1,64 2,73			4x16	82/1	90
19	19	20	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,64 1,64 2,49			4x16	82/1	90
20	20	21	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,4 1,64 2,49			4x16	82/1	90
21	21	22	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,4 1,4 2,49			4x16	82/1	90
22	22	23	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,41 4,2 2,26			4x16	82/1	90
23	23	24	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,17 1,4 2,26			4x16	82/1	90
24	24	25	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,17 1,17 2,26			4x16	82/1	90
25	25	26	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,17 1,17 2,03			4x16	82/1	90
26	26	27	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,94 1,17 2,03			4x16	82/1	90
27	27	28	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,94 0,94 2,03			4x16	82/1	90
28	28	29	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,94 0,94 1,79			4x16	82/1	90
29	29	30	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,7 0,94 1,79			4x16	82/1	90
30	30	31	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,7 0,7 1,79			4x16	82/1	90
31	31	32	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,7 0,7 1,56			4x16	82/1	90
32	32	33	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,47 0,7 1,56			4x16	82/1	90
33	33	34	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,47 0,47 1,56			4x16	82/1	90
34	34	35	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,47 0,47 1,33			4x16	82/1	90
35	35	36	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,23 0,47 1,33			4x16	82/1	90
36	36	37	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,23 0,23 1,33			4x16	82/1	90
37	37	38	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,23 0,23 1,09			4x16	82/1	90
38	38	39	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,23 1,09			4x16	82/1	90
39	39	40	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0 1,09			4x16	82/1	90
40	5	41	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,18 2,34 1,79			4x16	82/1	90
41	41	42	8	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,95 2,34 1,79			4x16	82/1	90
42	42	43	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,95 1,95 1,79			4x16	82/1	90
43	43	44	8	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,95 1,95 1,4			4x16	82/1	90
44	44	45	14	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,71 1,95 1,4			4x16	82/1	90
45	45	46	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,71 1,71 1,4			4x16	82/1	90
46	46	47	4	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,71 1,71 1,17			4x16	82/1	90
47	47	48	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,32 1,71 1,17			4x16	82/1	90
48	48	49	6	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,33 1,32 1,17			4x16	82/1	90
49	49	50	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,33 1,33 0,94			4x16	82/1	90
50	50	51	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,09 1,33 0,94			4x16	82/1	90
51	51	52	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,09 1,09 0,94			4x16	82/1	90
52	52	53	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,09 1,09 0,7			4x16	82/1	90
53	53	54	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,86 1,09 0,7			4x16	82/1	90
54	54	55	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,86 0,86 0,7			4x16	82/1	90
55	55	56	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,86 0,86 0,47			4x16	82/1	90
56	56	57	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,62 0,86 0,47			4x16	82/1	90
57	57	58	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,62 0,62 0,47			4x16	82/1	90
58	58	59	11	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,62 0,62 0,23			4x16	82/1	90
59	59	60	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,23 0,62 0,23			4x16	82/1	90
60	60	61	4	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,23 0,23 0,23			4x16	82/1	90
61	61	62	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,23 0,23 0			4x16	82/1	90

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	230,94	0	(4.428 W)					
2-R	2,968		1,285	(-252 W)					
2-S	2,968		1,285						
2-T	3,159		1,368						
3-R	3,133		1,357						
3-S	3,162		1,369	(-252 W)					
3-T	3,365		1,457						
4-R	3,298		1,428						
4-S	3,327		1,44						
4-T	3,571		1,546	(-252 W)					
5-R	3,469		1,502	(-54 W)					
5-S	3,498		1,515						
5-T	3,755		1,626						
6-R	3,545		1,535						
6-S	3,575		1,548	(-54 W)					
6-T	3,852		1,668						
7-R	3,62		1,568						
7-S	3,648		1,579						
7-T	3,949		1,71	(-54 W)					
8-R	3,696		1,6	(-54 W)					
8-S	3,72		1,611						
8-T	4,042		1,75						
9-R	3,767		1,631						
9-S	3,793		1,642	(-54 W)					
9-T	4,135		1,79						
10-R	3,79		1,641						
10-S	3,815		1,652						
10-T	4,165		1,804	(-90 W)					
11-R	3,842		1,664	(-90 W)					
11-S	3,864		1,673						
11-T	4,227		1,83						
12-R	3,859		1,671						
12-S	3,883		1,681	(-54 W)					
12-T	4,25		1,84						
13-R	3,922		1,698						
13-S	3,946		1,709						
13-T	4,335		1,877	(-54 W)					
14-R	3,986		1,726	(-54 W)					
14-S	4,01		1,736						
14-T	4,415		1,912						
15-R	4,044		1,751						
15-S	4,073		1,764	(-54 W)					
15-T	4,495		1,947						
16-R	4,103		1,777						
16-S	4,131		1,789						
16-T	4,576		1,981	(-54 W)					
17-R	4,161		1,802	(-54 W)					
17-S	4,19		1,814						
17-T	4,651		2,014						
18-R	4,215		1,825						
18-S	4,249		1,84	(-54 W)					
18-T	4,727		2,047						
19-R	4,269		1,849						
19-S	4,303		1,863						
19-T	4,802		2,08	(-54 W)					
20-R	4,323		1,872	(-54 W)					
20-S	4,357		1,886						
20-T	4,873		2,11						
21-R	4,373		1,893						
21-S	4,41		1,91	(-54 W)					
21-T	4,944		2,141						
22-R	4,422		1,915						
22-S	4,46		1,931						
22-T	5,015		2,172	(-54 W)					
23-R	4,471		1,936	(-54 W)					
23-S	4,509		1,953						
23-T	5,082		2,2						
24-R	4,519		1,957						
24-S	4,561		1,975	(-54 W)					
24-T	5,152		2,231						

25-R	4,561	1,975					
25-S	4,603	1,993					
25-T	5,214	2,258	(-54 W)				
26-R	4,606	1,994	(-54 W)				
26-S	4,648	2,013					
26-T	5,276	2,285					
27-R	4,646	2,012					
27-S	4,693	2,032	(-54 W)				
27-T	5,338	2,311					
28-R	4,686	2,029					
28-S	4,733	2,049					
28-T	5,399	2,338	(-54 W)				
29-R	4,726	2,046	(-54 W)				
29-S	4,773	2,067					
29-T	5,456	2,363					
30-R	4,761	2,062					
30-S	4,813	2,084	(-54 W)				
30-T	5,513	2,387					
31-R	4,797	2,077					
31-S	4,849	2,1					
31-T	5,57	2,412	(-54 W)				
32-R	4,834	2,093	(-54 W)				
32-S	4,886	2,116					
32-T	5,626	2,436					
33-R	4,863	2,106					
33-S	4,92	2,13	(-54 W)				
33-T	5,675	2,457					
34-R	4,896	2,12					
34-S	4,952	2,144					
34-T	5,731	2,481	(-54 W)				
35-R	4,925	2,133	(-54 W)				
35-S	4,981	2,157					
35-T	5,776	2,501					
36-R	4,951	2,144					
36-S	5,012	2,17	(-54 W)				
36-T	5,823	2,522					
37-R	4,977	2,155					
37-S	5,038	2,182					
37-T	5,871	2,542	(-54 W)				
38-R	5,005	2,167	(-54 W)				
38-S	5,066	2,194					
38-T	5,917	2,562					
39-R	5,005	2,167					
39-S	5,091	2,204	(-54 W)				
39-T	5,958	2,58					
40-R	5,005	2,167					
40-S	5,091	2,204					
40-T	6,018	2,606*	(-252 W)				
41-R	3,534	1,53	(-54 W)				
41-S	3,566	1,544					
41-T	3,812	1,651					
42-R	3,561	1,542					
42-S	3,596	1,557	(-90 W)				
42-T	3,837	1,662					
43-R	3,617	1,566					
43-S	3,653	1,582					
43-T	3,891	1,685	(-90 W)				
44-R	3,644	1,578	(-54 W)				
44-S	3,68	1,593					
44-T	3,913	1,694					
45-R	3,687	1,597					
45-S	3,726	1,614	(-54 W)				
45-T	3,952	1,711					
46-R	3,734	1,617					
46-S	3,773	1,634					
46-T	3,993	1,729	(-54 W)				
47-R	3,746	1,622	(-90 W)				
47-S	3,785	1,639					
47-T	4,003	1,733					
48-R	3,796	1,644					
48-S	3,844	1,664	(-90 W)				
48-T	4,05	1,754					
49-R	3,812	1,651					
49-S	3,86	1,671					

49-T	4,065	1,76	(-54 W)					
50-R	3,86	1,671	(-54 W)					
50-S	3,907	1,692						
50-T	4,105	1,777						
51-R	3,906	1,691						
51-S	3,958	1,714	(-54 W)					
51-T	4,147	1,796						
52-R	3,946	1,709						
52-S	3,999	1,731						
52-T	4,185	1,812	(-54 W)					
53-R	3,992	1,729	(-54 W)					
53-S	4,044	1,751						
53-T	4,222	1,828						
54-R	4,028	1,744						
54-S	4,085	1,769	(-54 W)					
54-T	4,256	1,843						
55-R	4,069	1,762						
55-S	4,126	1,786						
55-T	4,293	1,859	(-54 W)					
56-R	4,108	1,779	(-54 W)					
56-S	4,164	1,803						
56-T	4,324	1,872						
57-R	4,142	1,793						
57-S	4,203	1,82	(-54 W)					
57-T	4,355	1,886						
58-R	4,174	1,807						
58-S	4,235	1,834						
58-T	4,384	1,898	(-54 W)					
59-R	4,194	1,816	(-90 W)					
59-S	4,255	1,843						
59-T	4,4	1,905						
60-R	4,223	1,829						
60-S	4,293	1,859	(-90 W)					
60-T	4,429	1,918						
61-R	4,229	1,831						
61-S	4,299	1,861						
61-T	4,435	1,92	(-54 W)					
62-R	4,254	1,842	(-54 W)					
62-S	4,324	1,872						
62-T	4,435	1,92						
63-R	4,254	1,842						
63-S	4,35	1,884	(-54 W)					
63-T	4,435	1,92						

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

**Caída de tensión total en los distintos itinerarios:**

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40 = 2.61 %

1-2-3-4-5-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63 = 1.92 %