
ANEJO N° 20
OBRAS COMPLEMENTARIAS

INDICE

1. CERRAMIENTOS	1
1.1.- Introducción	
1.2.- Descripción.	
1.3.- Criterios de Implantación.	
2. INSTALACIONES DE SEGURIDAD	1
2.1.- Red de comunicaciones de la D.G.T.	
3. RED DE ALUMBRADO PÚBLICO	3
1. Antecedentes.	
2. Objeto del proyecto.	
3. Reglamentación y disposiciones oficiales y particulares.	
4. Emplazamiento.	
5. Suministro de la energía.	
6. Iluminancia y uniformidades de los viales.	
7. Tipo de luminaria.	
8. Soportes y cimentaciones.	
9. Canalizaciones.	
10. Conductores.	
11. Sistemas de protección.	
12. Red de tierra.	
13. Planos.	
14. Conclusión.	
4. LIMPIEZA Y TERMINACIÓN DE LAS OBRAS.....	4

APENDICES RED DE ALUMBRADO PÚBLICO:

- 1. CÁLCULO ELECTRICO DE CIRCUITOS**
- 2. CÁLCULO DE CIMENTACIÓN**
- 3. CALCULOS LUMINOTECNICOS**

1.- CERRAMIENTOS

1.1.- Introducción

Los trabajos objeto del Proyecto consisten en la reordenación de un enlace y accesos calificados como autovía, según el vigente Reglamento General de Carreteras: “*Son autovías las carreteras que, no reuniendo todos los requisitos de las autopistas, tienen calzadas separadas para cada sentido de circulación y limitación de accesos a las propiedades colindantes*”. Además en este tipo de vías por sus calidades de diseño, y especialmente el trazado geométrico, eliminación de los cruces a nivel, control de accesos, etc., invitan al conductor a circular a una velocidad elevada. Diseñadas especialmente para que los vehículos circulen rápida y cómodamente, producen como añadidura sobre el conductor un efecto psicológico que le hace confiar en la no presencia de dificultades o peligros, siendo la conducción más relajada que en carreteras convencionales.

Por estas razones se proyecta un cerramiento en los laterales del tronco como factor coadyuvante a la protección mutua de márgenes y carretera y como limitador, ordenador y encauzador de accesos, que dificulte el acceso de vehículos, personas o animales.

1.2.- Descripción.

Se prevé utilizar para la reposición del cerramiento una malla de simple torsión de forma romboidal, fabricado con alambre de 50 kg/mm² de resistencia, galvanizado con 80 gr Zn/m². El alambre tendrá un diámetro de 2,2 mm y ancho de malla de 50 mm. La altura total de la valla es de 1,50 metros. La separación entre postes intermedios es de 3,00 metros y entre postes principales de 30 metros.

Los postes serán galvanizados de 48 mm, de diámetro y 1,5 mm, de espesor.

La cimentación tanto de los postes intermedios como de los principales se hará con hormigón HM-20, de forma cilíndrica de 300 mm, de diámetro y 400 mm, de profundidad.

En la tabla siguiente se incluye la relación de reposiciones a realizar.

OBRA DE REPOS. Nº	SITUACION	LINEA EXISTENTE	REPOSICIÓN	
		TIPO	TIPO	Longitud (m)
1	A-49 M/D	Malla cerramiento tipo rural o no existe	Malla cerramiento simple torsión	210

1.3.- Criterios de Implantación.

Para la situación del cerramiento respecto a la sección transversal de la autovía, se distinguen dos casos:

- Si no existe camino de servicio, y tanto si se trata de sección en desmonte como en terraplén, se colocará siguiendo la línea de pie de terraplén o en coronación de desmonte.
- Si existe camino de servicio o vía paralela, se colocará interpuesto entre el camino o vía y la autovía siguiendo el borde interior de la explanación del camino, de tal forma que las cunetas de guarda, caso de existir, queden del lado de la autovía, y además quede también un resguardo

entre el cerramiento y la arista de la explanación de la autovía.

El cerramiento se interrumpirá únicamente en los encuentros con los ramales de entradas y salidas en los enlaces de acceso a la autovía.

El resto de puntos singulares, en especial estructuras, se mantendrá la continuidad, bien a través del propio cerramiento o de las barandillas. Así en los pasos superiores que no son de enlaces se dará continuidad bajo el estribo de la estructura. En los enlaces se continuará siguiendo el límite de dominio público del ramal correspondiente hasta el encuentro con la carretera secundaria, siendo éste un punto de inicio o final del cerramiento.

En pasos inferiores se llevará a través del talud para salvar los estribos. Si la estructura tiene suficiente recubrimiento de tierras se dará continuidad al propio cerramiento por encima del estribo, en el caso de que no exista este recubrimiento se dará continuidad siguiendo la barandilla o la defensa.

En viaductos se unirán las vallas metálicas de ambas márgenes bajo el estribo.

En las embocaduras de las obras de drenaje transversal se dará continuidad sobre la correspondiente boquilla a través del talud, de manera que la valla no se interponga en el flujo de agua.

2.- INSTALACIONES DE SEGURIDAD. RED DE COMUNICACIONES DE LA D.G.T.

En este apartado se estudian las instalaciones relacionadas con la seguridad de la vía. En principio la única instalación prevista es una red de comunicaciones de la D.G.T. (estaciones de aforo, cámaras de control y paneles de señalización variable), dado que la obra no tiene elementos (túneles, zonas urbanas de muy alta intensidad de tráfico, etc.) que justifiquen la necesidad de otro tipo instalaciones tales como señalización luminosa estática o dinámica, detección de incendios, etc. Por tanto se repondrán dichas instalaciones con las mismas características que las existentes, manteniéndose los equipos de señalización, tanto paneles de señalización variable como los armarios y estaciones remotas; que se colocarán en su nueva ubicación.

En la tabla siguiente se incluye la relación de las reposiciones a realizar:

TRAMO	SITUACIÓN	EXISTENTE			REPOSICIÓN				
		TIPO	ARQ.	ELEM.	TIPO	LONG. (m)	ARQ.	ELEM.	
1	A-49 PK 0+500 M/D	Canalización enterrada: 1 cable de 10 cuadretes, 1 cable de 16 fibras ópticas, 1 cable de 12 F.O. más 1 cuadrete	6	1 armario	-Canalización enterrada	1 cable de 10 cuadretes, 1 cable de 16 fibras ópticas, 1 cable de 12 F.O. más 1 cuadrete	215	6	1 armario
					-Tubo de acero galvanizado para canalización adosada a estructura				
2	A-49 PK 0+700 M/D	Canalización enterrada: 1 cable de 10 cuadretes, 1 cable de 16 fibras ópticas, 1 cable de 12 F.O. más 1 cuadrete	3	1 armario	-Canalización enterrada	1 cable de 10 cuadretes, 1 cable de 16 fibras ópticas, 1 cable de 12 F.O. más 1 cuadrete	215	3	1 armario

TRAMO	SITUACIÓN	EXISTENTE		REPOSICIÓN			
3	SE-30 Pk 17+000 M/D Ramal Cádiz Huelva	Canalización enterrada de: 1 cable de 10 cuadretes, 1 cable de 12 fibras ópticas, 1 de 16 F.O., 1 cable de 32 F.O., 1 cable de 6 F.O. más 1 cuadrore y 2 cables eléctricos de 70 mm 1 cable de 48 F.O	1	-Canalización enterrada	1 cable de 10 cuadretes, 1 cable de 12 fibras ópticas, 1 de 16 F.O., 1 cable de 32 F.O., 1 cable de 6 F.O. más 1 cuadrore y 2 cables eléctricos de 70 mm 1 cable de 48 F.O	80	4
4	SE-30 Pk 17+200 M/D Ramal Cádiz Huelva	Canalización enterrada de: 1 cable de 10 cuadretes, 1 cable de 12 fibras ópticas, 1 de 16 F.O., 1 cable de 32 F.O., 1 cable de 6 F.O. más 1 cuadrore y 2 cables eléctricos de 70 mm 1 cable de 48 F.O	2	-Canalización enterrada	1 cable de 10 cuadretes, 1 cable de 12 fibras ópticas, 1 de 16 F.O., 1 cable de 32 F.O., 1 cable de 6 F.O. más 1 cuadrore y 2 cables eléctricos de 70 mm 1 cable de 48 F.O	35	3
				-Tubo de acero galvanizado para canalización adosada a estructura		65	

2.1.- Red de comunicaciones de la D.G.T.

La red de comunicaciones de la D.G.T. está compuesta por:

- 1) Estaciones de aforo de tráfico.
- 2) Pórticos y banderolas de señalización variable (paneles informativos).
- 3) Cámaras de TV para control de tráfico.

La canalización que interconecta esta red discurre generalmente por una de las márgenes, existiendo un cruce transversal coincidente con cada par de postes para dar servicio al poste secundario desde el principal.

En este proyecto se incluye la infraestructura necesaria para que posteriormente pueda implantarse las instalaciones necesarias, con el aprovechamiento de algunos de los elementos existentes y la reposición de las instalaciones de nueva implantación.

La infraestructura prevista consiste en:

- Canalización.

La canalización consta de seis tubos de PVC rígido de 110 mm de diámetro exterior y 1,9 mm de espesor con una resistencia a la tracción $\geq 490 \text{ Kg/cm}^2$, según norma UNE 53.112, dispuestos en zanja de 60 cm de ancho y 70 cm de profundidad.

Para el suministro de energía se prevé 2 tubos de PVC rígido de 160 mm de diámetro.

La Dirección General de Tráfico recomienda que la canalización discurra por un lateral de la calzada y a 5,00 metros aproximadamente de la línea blanca. Excepcionalmente, la zanja podrá discurrir por la mediana.

En nuestro caso particular, la zanja discurre mayormente, en el trazado actual, por el exterior de la calzada en el margen derecho del tronco, por lo que en la variante que nos ocupa mantenemos el mismo criterio. En el caso del prisma de comunicaciones que discurre por la mediana, se

mantendrá por la misma, mediante canalización de acero, en los cruces por la realización de nuevas estructuras.

Así pues, centrándonos en el exterior debemos distinguir dos casos según que se trate de sección en desmonte o en terraplén:

- En secciones en desmonte, la sección tipo de la autovía en el margen del arcén consta de una berma de 0,75 metros, más un espacio de 1,50 metros hasta el inicio de la cuneta revestida, y 3,00 metros hasta el vértice de la misma. Con esta sección el eje de la canalización se dispone a 4,00 metros de la línea blanca, quedando alojada dentro del espacio entre berma y cuneta y junto a la cuneta, cuyo talud es un H/V=3/1. El relleno de la zanja será de tierras, excepto en la zona que intercepta la prolongación de la base granular, que se hará con material granular drenante para que no impida la evacuación del agua infiltrada hacia el exterior de la plataforma.
- En secciones en terraplén, la sección tipo de la autovía en el margen del arcén consta de una berma de 0,75 metros y un talud H/V = 2,5/1 coincidente con la prolongación del firme. En este caso, igual que en el anterior se ha optado por ubicar la canalización a 4,00 metros. El relleno al igual que para el caso de desmonte será de tierras, excepto en la zona que intercepta la prolongación de la subbase granular, que se hará con material granular drenante para que no impida la evacuación del agua infiltrada hacia el exterior de la plataforma.

- Cruces de calzada.

En todos los cruces de calzada: bajo ramales de acceso, bajo la autovía para comunicar un poste principal con otro secundario, etc., se dispondrá una canalización de las mismas características que la principal, es decir, dos tubos de PVC rígido de 110 mm de diámetro exterior y 1,9 mm de espesor con una resistencia a la tracción $\geq 490 \text{ Kg/cm}^2$ según norma UNE 53.112 dispuestos en zanja de 40 cm de ancho y 70 cm de profundidad.

La canalización de estos cruces se ejecutará antes de las capas de aglomerado del firme y los tubos se protegerán mediante un dado de hormigón en masa HM-20 de 0,40x0,40 metros, para evitar aplastamientos bien durante la ejecución de la obra o cuando ésta se encuentre en servicio.

En los cruces sobre estructuras se canalizará a través de tubo de acero galvanizado de 100 mm de diámetro interior para la red SOS y datos, y para el transporte de energía será también de 100 mm; grapado a la propia estructura.

Los cruces de calzada transversales de la autovía, ya construida, se ejecutarán mediante topo o perforación horizontal.

- Arquetas.

A lo largo de la canalización se dispondrán cada 130 metros aproximadamente arquetas de 0,60 x 0,60 ms., interiores y profundidad tal que los tubos queden 0,10 mts., por encima de la solera, por lo que la profundidad media será de 0,70 m. Se colocarán arquetas además, en los siguientes casos:

- En los pasos de calzada (antes y después del paso).
- Adosada a la cimentación del Poste S.O.S.
- En cruces transversales a la autovía (antes y después del cruce).
- En todos los puntos principales de interrupción de la canalización principal (pasos inferiores, viaductos, obras de drenaje, etc).

Las arquetas se ejecutarán de fábrica de ladrillo macizo, enfoscadas interiormente. Las tapas serán de hormigón armado con la inscripción de la Dirección General de Tráfico en la misma.

También se repondrán los apartaderos afectados, como el existente en la A-49, sentido Huelva, consistente en una losa de hormigón junto al armario repuesto.

3. RED DE ALUMBRADO PÚBLICO

3.1. Antecedentes.

Se redacta el presente proyecto de modificación del alumbrado público, dentro del proyecto de "REORDENACION DEL ENLACE DE LA PAÑOLETA Y ACCESOS A CAMAS".

3.2. Objeto del proyecto.

El objeto del presente proyecto 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.

3.3. Reglamentación 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:

- Norma UNE-EN 13201 Iluminación de carreteras. Partes 1, 2, 3 y 4.
- Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, publicada en 1999.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (RD842/2002 de 2 de Agosto).
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior según REAL DECRETO 1890/2008 publicado el 14 de Noviembre en el BOE num. 279
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

3.4. Emplazamiento.

El emplazamiento del Alumbrado Público objeto de este proyecto es en el enlace de La Pañoleta. Debido a la remodelación de este enlace se afectan los circuitos existentes A, C, E, G, e I, y el circuito existente en la A-49 en la M.D cuyas luminarias deben ser desmontadas y vueltas a montar en nueva ubicación. En estos circuitos se repondrá además toda la canalización, cableado y arquetas afectadas.

Asimismo se proyectan dos nuevas torres de iluminación de gran altura, una junto al nuevo ramal Mérida-Huelva y otra junto al ramal Cádiz-Mérida.

3.5. Suministro de la energía.

La energía se le suministrará a la tensión de 400 V, procedente de la red de distribución en B.T. existente en la zona, con origen en el centro de transformación propiedad del M. de Fomento.

3.6. Iluminancias y uniformidades de los viales.

Al no realizarse cambios importantes en la distribución de las luminarias existentes, no se estima necesario realizar estudios luminotécnicos, a excepción de los ramales anteriormente mencionados, cuyos requerimientos serán proporcionados por las nuevas torres proyectadas.

Los niveles de iluminación media serán iguales o superiores a los definidos por el Reglamento de Eficiencia Energética de Alumbrado Exterior.

Las instalaciones de alumbrado se calcularán para que, en general, las iluminancias medias tengan unos valores en servicio entre 10 y 40 lux. Estos valores medios, medidos en luminancias, oscilarán entre 0,5 y 2 cd/m² y las uniformidades medias estarán entre 0.50 y 0.75, con deslumbramiento limitado o totalmente controlado.

Po lo tanto, en el caso de los ramales a iluminar por las nuevas torres, se considerarán los siguientes parámetros a efectos luminotécnicos:

a) Carreteras de las redes básicas, vías principales o de penetración, vías comerciales importantes con tráfico moderado.

Iluminancia media. 30 - 40 lux
Uniformidad media. 0.55 - 0.65

La luminancia media adoptada y los factores de uniformidad que se alcanzarán están de acuerdo con lo dispuesto por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en el Real Decreto 1890/2008 de 14 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

Todos los valores de iluminancias son en servicio, es decir, después de aplicar un factor de conservación por todos los conceptos de $F_c = 0,70$.

3.7. Tipo de luminaria.

Las nuevas luminarias dispuestas en las torres de alumbrado se realizará a base de lámparas (proyectores) de vapor de VSAP de 400 W.A.F. Dicha luminaria es del tipo MVP506.

3.8. Soportes y cimentaciones.

Las luminarias descritas en el apartado anterior irán sujetas sobre columnas-soporte de forma tronco-cónica de 12 m. de altura, de acero deberán cumplir el RD 2642/85, RD 401/89 y OM de 16/5/89). Estarán debidamente protegidas contra la intemperie, no debiendo permitir la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación. Los soportes, sus anclajes y cimentaciones, se dimensionarán de forma que resistan las sollicitaciones mecánicas, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5.

Se prevé dos nuevas torres de 15 m de altura, con 8 proyectores, uno junto al nuevo ramal enlace dirección Cádiz-Huelva, y el otro entre los dos nuevos ramales Huelva-Cádiz y Mérida-Huelva.

Las cimentaciones se realizarán con hormigón HA-25 y serán de las formas y dimensiones

descritas en planos.

3.9. Canalizaciones.

Se emplearán sistemas y materiales análogos a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la ITC-BT-07. Los cables se dispondrán en canalización enterrada bajo tubo, a una profundidad mínima de 0,4 m del nivel del suelo, medidos desde la cota inferior del tubo. Se usarán tubos de PE de 90 mm de diámetro en todas las canalizaciones.

No se instalará más de un circuito por tubo. Los tubos deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. El diámetro exterior mínimo de los tubos en función del número y sección de los conductores se obtendrá de la tabla 9, ITC-BT-21.

Los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4. Las características mínimas serán las indicadas a continuación.

- Resistencia a la compresión: 250 N para tubos embebidos en hormigón; 450 N para tubos en suelo ligero; 750 N para tubos en suelo pesado.
- Resistencia al impacto: Grado Ligero para tubos embebidos en hormigón; Grado Normal para tubos en suelo ligero o suelo pesado.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Protegido contra objetos $D > 1$ mm.
- Resistencia a la penetración del agua: Protegido contra el agua en forma de lluvia.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima del tubo.

En los cruzamientos de calzadas, la canalización, además de entubada, irá hormigonada y se instalará como mínimo un tubo de reserva.

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 45x45 cm o 65x65 cm, según el tipo de arqueta. Estas arquetas se ubicarán también en cada uno de los cruces, derivaciones o cambios de dirección.

La cimentación de las torres se realizará con dados de hormigón armado de resistencia característica $f_c = 250$ Kg/cm², con pernos embebidos para anclaje y con comunicación a columna por medio de codo (ver plano).

3.10. Conductores.

Los conductores empleados, tanto en la red subterránea, como en el interior de cada torre son de 0,6/1 KV de tensión nominal y las secciones y formación de líneas de alimentación de acuerdo con lo calculado. La sección mínima será de 6 mm², con línea de mando de sección 2x4mm² con terminales en punta para su conexión en las bornas de las cajas de protección.

Dichos conductores son de cobre, aislamiento de PRC y cubierta de P.V.C.

Para el interior del báculo la sección empleada es 3 x 2,5 mm² (Instr. MI BT 09) en Cu para la alimentación de cada proyector.

-Características:

RV-K

UNIPOLARES 0,6/1 kV

CONDUCTOR: Cobre recocido flexible clase 5.

AISLAMIENTO: Polietileno reticulado (XLPE).

CUBIERTA EXTERIOR: Policloruro de vinilo (PVC).

DISEÑO MATERIALES: Según norma UNE-21123, en correspondencia con IEC-502.

3.11. Sistemas de protección.

Se usarán los actualmente existentes en los cuadros de mando y protección.

3.12. Red de tierra

Cada luminaria estará conectada a tierra con hilo verde-amarillo de la manguera de alimentación 3x2,5 mm² Cu RV-K 0,6/1kV, de forma que este hilo se una al borne de puesta a tierra de la caja de protección y este borne se una mediante cable unipolar 1x6mm² Cu H07V-K verde amarillo con terminal al borne de puesta a tierra del soporte.

Asimismo cada circuito dispondrá de línea equipotencial con cable de cobre aislado H07VK 1x16mm² verde amarillo con terminales para su conexión al borne de puesta a tierra del soporte. Esta línea se conectará en su inicio al punto de puesta a tierra del centro de mando.

Cada torre dispondrá de una pica de puesta a tierra.

Tanto las dimensiones del electrodo, como la profundidad a que se debe clavar éste, serán los adecuados para que su resistencia a tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contactos superiores a:

24 V. emplazamiento conductor.

50 V. en los demás casos.

3.13. Planos

En el documento correspondiente de este proyecto, se adjuntan cuantos planos se han estimado necesarios con los detalles suficientes de las instalaciones que se han proyectado, con claridad y objetividad.

3.14. Conclusión

Expuesto el objeto y la utilidad del presente proyecto, esperamos que el mismo merezca la aprobación de la Administración, dándonos las autorizaciones pertinentes para su tramitación y puesta en servicio.

4. LIMPIEZA Y TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

Según lo dispuesto en la nueva Orden Circular 15/2003 sobre Señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras (remates de obras), se incluye en el Presupuesto una partida alzada de abono íntegro para tal fin, cuya cuantía estará comprendida entre 18.000 y 42.000 € para obras cuyo presupuesto de ejecución material está entre 6 y 12 Millones de Euros. Para el presente proyecto la partida alzada adoptada tiene una cuantía de 38.000 €.

APÉNDICES RED DE ALUMBRADO PÚBLICO:

- 1. CÁLCULOS ELECTRICOS DE CIRCUITOS**
- 2. CÁLCULO DE CIMENTACIÓN**
- 3. CALCULOS LUMINOTECNICOS**

APÉNDICES DE CÁLCULOS**1 - CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE CIRCUITOS****Fórmulas Generales**

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\phi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1,732 \times I [(L \times \text{Cos}\phi / k \times S \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\phi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\phi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \text{Cos}\phi / k \times S \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\phi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = 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 mm².

Cos φ = Coseno de φ. Factor de potencia.

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/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.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

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

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°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 20-460/5-523.

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

I₂: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I₂ 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 Cortocircuito

$$* I_{pccI} = Ct U / \sqrt{3} Zt$$

Siendo,

I_{pccI}: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

Ct: Coeficiente de tensión.

U: Tensión trifásica en V.

Zt: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$* I_{pccF} = Ct U_F / 2 Zt$$

Siendo,

I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

Ct: Coeficiente de tensión.

U_F: Tensión monofásica en V.

Zt: Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,

R_t: R₁ + R₂ + + R_n (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_t: X₁ + X₂ + + X_n (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

R = L · 1000 · C_R / K · S · n (mohm)

X = X_u · L / n (mohm)

R: Resistencia de la línea en mohm.

X: Reactancia de la línea en mohm.

L: Longitud de la línea en m.

C_R: Coeficiente de resistividad, extraído de condiciones generales de c.c.

K: Conductividad del metal.

S: Sección de la línea en mm².

X_u: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: n° de conductores por fase.

$$* t_{mcicc} = C_c \cdot S^2 / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

t_{mcicc}: Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc}.

C_c= Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S: Sección de la línea en mm².

I_{pcc}F: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* t_{ficc} = cte. fusible / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

t_{ficc}: tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

I_{pcc}F: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* L_{max} = 0,8 U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}$$

Siendo,

L_{max}: Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

U_F: Tensión de fase (V)

K: Conductividad

S: Sección del conductor (mm²)

X_u: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: n° de conductores por fase

C_t= 0,8: Es el coeficiente de tensión.

C_R = 1,5: Es el coeficiente de resistencia.

I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

* Curvas válidas.(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 I _n
CURVA C	IMAG = 10 I _n
CURVA D Y MA	IMAG = 20 I _n

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. máx.(%): 3

Cos φ : 0.95

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

Se calculan las secciones de los circuitos 1 y B, por estar afectados en gran parte de su recorrido. El resto de circuitos afectados lo es sólo de forma puntual.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

1.- POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

La potencia total demandada por la instalación será:

Esquemas	P Demandada (kW)
E-1	5.76
Potencia total demandada	5.76

Dadas las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia eléctrica:

Cargas	Denominación	P. Unitaria (kW)	Número	P. Instalada (kW)	P. Demandada (kW)
Motores	-	-	-	-	-
Alumbrado descarga	-	-	-	-	-
Alumbrado	Alimentación torre	0.400	8	3.20	5.76
Otros usos	-	-	-	-	-

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

El origen de la instalación vendrá determinado por una intensidad de cortocircuito en cabecera de: 12 kA

El tipo de línea de alimentación será: RZ1 0.6/1 kV 5 G 6

3.- INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra de la obra se efectuará de acuerdo con la reglamentación vigente, concretamente lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su Instrucción 18, quedando sujeta a la misma las tomas de tierra y los conductores de protección.

Tipo de electrodo	Geometría	Resistividad del terreno
Conductor enterrado horizontal	l = 20 m	50 Ohm·m

El conductor enterrado horizontal puede ser:

- cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección,
- pletina de cobre de 35 mm² de sección y 2 mm de espesor,
- pletina de acero dulce galvanizado de 100 mm² de sección y 3 mm de espesor,
- cable de acero galvanizado de 95 mm² de sección,
- alambre de acero de 20 mm² de sección, cubierto con una capa de cobre de 6 mm² como mínimo.

CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección discurrirán por la misma canalización sus correspondientes circuitos y presentarán las secciones exigidas por la Instrucción ITC-BT 18 del REBT.

4.- CÁLCULOS

4.1.- Sección de las líneas

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Caída de tensión
 - Circuitos interiores de la instalación:
 - 3% para circuitos de alumbrado.
 - 5% para el resto de circuitos.
- Caída de tensión acumulada
 - Circuitos interiores de la instalación:
 - 4,5% para circuitos de alumbrado.
 - 6,5% para el resto de circuitos.
- I_{max}: La intensidad que circula por la línea (I) no debe superar el valor de intensidad máxima admisible (I_z).

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:

Línea general

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Esquema eléctrico	T	5.76	1.00	90.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	57.6	8.3	1.27	1.27

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Esquema eléctrico	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80

5.- CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

5.1.- Resistencia de la puesta a tierra de las masas

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se instalará un conductor de cobre desnudo de 35 milímetros cuadrados de sección en anillo perimetral, embebido en la cimentación del edificio, con una longitud(L) de 20 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = \frac{2 \cdot \rho_0}{L} = \frac{2 \cdot 50}{20} = 5 \text{ Ohm}$$

El valor de resistividad del terreno supuesta para el cálculo es estimativo y no homogéneo. Deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

5.2.- Resistencia de la puesta a tierra del neutro

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La resistencia de puesta a tierra es de: 3.00 Ohm

6.- COMPROBACIÓN

Referencia: E-1		
Comprobación	Valores	Estado
Esquema eléctrico Línea RZ1 0.6/1 kV 5 G 6:		
- Intensidad admisible: <i>Reglamento ITC-BT-06, ITC-BT-07, ITC-BT-19</i>	Máximo: 57.6 A Calculado: 8.31 A	Cumple
- Caída de tensión máxima acumulada (Caída línea 1.27 %): <i>Reglamento ITC-BT-19, Apartado 2.2.2</i>	Máximo: 3 % Calculado: 1.27 %	Cumple
- Sección 6 mm ² - Instalación subterránea enterrada: <i>UNE 20-435, Apartado 3.1</i>	Sección normalizada y definida	Cumple
- Sección mínima de neutro: <i>Reglamento ITC-BT-07, Apartado 1</i>	Mínimo: 6 mm ² Calculado: 6 mm ²	Cumple
- Diámetro mínimo tubo: <i>Sección tubo (Ø90 mm) >= Sección cables / 100 %.. Reglamento ITC-BT-15, Apartado 2. Reglamento ITC-BT-21, Apartado 1.2 Diámetro exterior máximo del tubo en función del tipo de instalación, según ITC-BT-21</i>	Mínimo: 63 mm Calculado: 90 mm	Cumple

A) Torre 25 m altura

2 - CALCULO DE CIMENTACION

En el presente proyecto se instalan dos nuevas torres de alumbrado de gran altura por lo que hay que ejecutar nuevas cimentaciones para ambas torres con sus correspondientes pernos de anclaje.

La cimentación de la torre de alumbrado se calcula mediante el método suizo, que viene dado por la expresión de Sulzberger, donde **el momento resistente viene dado por la expresión:**

$$Mr = 0.139 \cdot Kt \cdot L \cdot H^4 + 0.88 \cdot L^3 \cdot H + 0.4 \cdot P \cdot L$$

Siendo:

Mr: Momento resistente del terreno y estabilizador de las cargas verticales en T*m

Kt: coeficiente de compresibilidad del terreno a una profundidad de 2 m en Kp/cm³

L: lado de la cimentación en m

H: altura de la cimentación en m

P: peso de la torre de alumbrado y proyectores en T.

El momento de vuelco viene dado por la expresión:

$$Mv = F \cdot (Hu + 2H/3)$$

Siendo:

Mv: momento de vuelco en T*m

F: fuerza del viento sobre la torre y proyectores en T. Al estar en zona Y expuesta según el mapa eólico de las NTE, se considera una fuerza de viento de 96 Kg/m²

Hu: altura libre del apoyo

H: altura de la cimentación en m.

Se calcula de forma que el coeficiente de seguridad mínimo sea al menos de 2.5, o sea:

$$Mr \geq 2.5 \cdot Mv$$

Aplicando estas consideraciones y considerando la fuerza del viento en el extremo superior de la torre que es el punto más desfavorable, tenemos:

Lado base cimentación (m)	2,50
Altura libre Apoyo (cm)	25,00
Altura base cimentación (m) (Altura_libre/15 + 0.7)	2,37
Diam. Sup. Apoyo (m)	0,22
Diam. Inf. Apoyo (m)	0,70
Peso Apoyo + luminarias (T)	2,70
K terreno (Kg/cm³)	8,00
Superficie de la luminaria (m²)	0,50
Número de luminarias	8,00
Fuerza del viento según zona eólica (Kg/m²)	96,00
Esfuerzo (se considera en punta) (T)	1,49
Altura de aplicación del esfuerzo (m)	25,00
Momento estabilizador (T*m)	122,46
Momento de vuelco (aplicando el esfuerzo en punta) (T*m)	39,55
Coef. Seg	3,10

3 - CALCULO LUMINOTECNICOS

Índice

Ramal1

Alternativa 1 (Comprobacion nuevas torres)

Alternativa 1 (Comprobacion nuevas torres)

Datos de planificación.....	3
Calzada 1 (M4)	
Resumen de resultados.....	5
Tablas.....	6
Isolíneas.....	7
Gráfico de valores.....	8

Alternativa 1 (Comprobacion nuevas torres)

Planificación según EN 13201:2015

Perfil de la vía pública



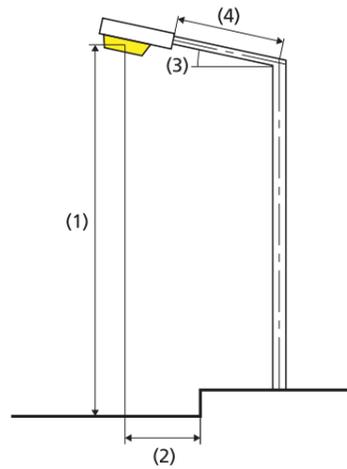
Factor de degradación: 0.67

Indicadores de densidad de potencia

Horas de trabajo 4000 h, 100%, 428.0 W

Recuadro de evaluación	Superficie	E Avg
Calzada 1	150.50 m ²	48.3 lx
Resultado para el indicador de densidad de potencia	0.294 W/lx ²	

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Philips Lighting MVP506 1xHPI-TP400W A25-NB 1xHPI-TP400W/643
Flujo luminoso (luminaria):	31152.89 lm
Flujo luminoso (lámpara):	35000.00 lm
Organización:	unilateral abajo
Horas de trabajo	
4000 h:	100.0 %, 428.0 W
Distancia entre mástiles:	43.000 m
Inclinación del brazo (3):	5.0°
Longitud del brazo (4):	0.988 m
Altura del punto de luz (1):	25.000 m
Saliente del punto de luz (2):	-10.000 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Consumo de energía:	8560.0 kWh p.a.
Densidad de consumo de energía:	56.9 kWh/m² p.a.
W/km:	49220.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
a 70°:	87.5 cd/klm
a 80°:	4.19 cd/klm
a 90°:	0.74 cd/klm
Clase de potencia lumínica:	G*5
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.6	

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 15 x 3 Puntos

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	EIR
Valor real calculado	1.79	0.81	0.61	3.51	0.95
Valor nominal calculado	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15.00	≥ 0.30
Cumplido/No cumplido	✓	✓	✓	✓	✓

Observador respectivo (1):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Observador 1	(-60.000, 1.750, 1.500)	1.79	0.81	0.61	3.51

Calzada 1 (M4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

2.917	37.9	36.8	39.2	45.5	63.0	59.4	56.8	54.4	52.8	53.2	55.9	57.0	64.7	53.0	41.1
1.750	34.8	34.2	36.4	44.2	61.9	54.3	51.6	48.4	46.3	47.0	50.5	52.3	60.3	52.2	38.3
0.583	32.7	32.2	34.5	44.0	61.3	52.1	49.9	46.2	45.2	45.4	48.4	50.9	57.9	53.7	37.3
m	1.433	4.300	7.167	10.033	12.900	15.767	18.633	21.500	24.367	27.233	30.100	32.967	35.833	38.700	41.567

Trama: 15 x 3 Puntos

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
48.3	32.2	64.7	0.667	0.498

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

2.917	1.56	1.58	1.70	1.88	2.43	2.16	1.95	1.79	1.68	1.68	1.79	1.86	2.13	1.84	1.57
1.750	1.49	1.55	1.68	1.93	2.45	2.03	1.82	1.64	1.53	1.54	1.66	1.75	2.02	1.84	1.50
0.583	1.46	1.54	1.68	2.02	2.52	2.01	1.81	1.61	1.53	1.53	1.64	1.75	1.98	1.90	1.50
m	1.433	4.300	7.167	10.033	12.900	15.767	18.633	21.500	24.367	27.233	30.100	32.967	35.833	38.700	41.567

Trama: 15 x 3 Puntos

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

2.917	2.33	2.36	2.53	2.81	3.63	3.22	2.91	2.67	2.51	2.51	2.67	2.78	3.17	2.75	2.34
1.750	2.23	2.31	2.50	2.87	3.66	3.03	2.72	2.45	2.28	2.29	2.48	2.62	3.01	2.74	2.23
0.583	2.17	2.30	2.51	3.02	3.75	3.00	2.70	2.41	2.29	2.29	2.45	2.61	2.96	2.83	2.23
m	1.433	4.300	7.167	10.033	12.900	15.767	18.633	21.500	24.367	27.233	30.100	32.967	35.833	38.700	41.567

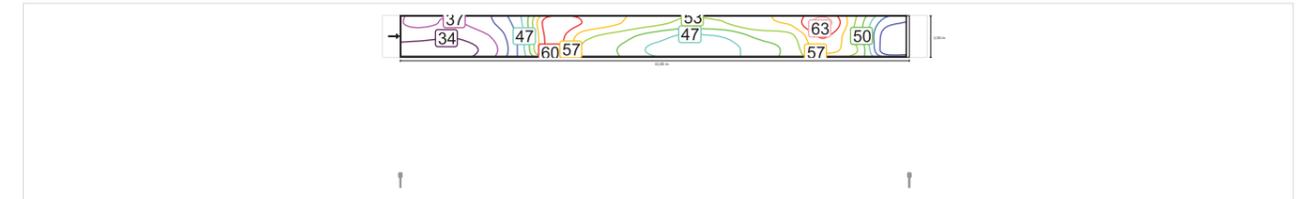
Trama: 15 x 3 Puntos

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 15 x 3 Puntos

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	EIR
Valor real calculado	1.79	0.81	0.61	3.51	0.95
Valor nominal calculado	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15.00	≥ 0.30
Cumplido/No cumplido	✓	✓	✓	✓	✓

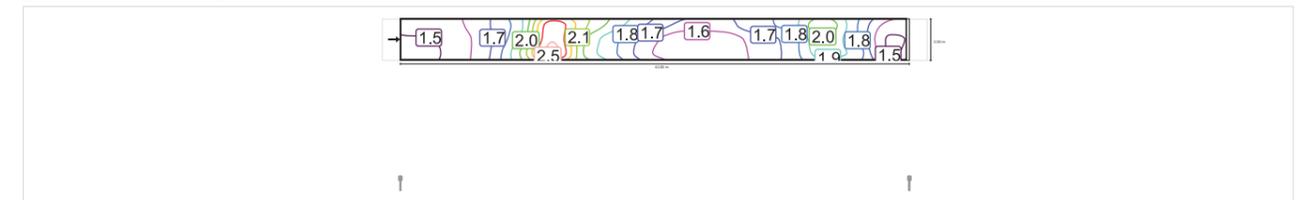
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 500

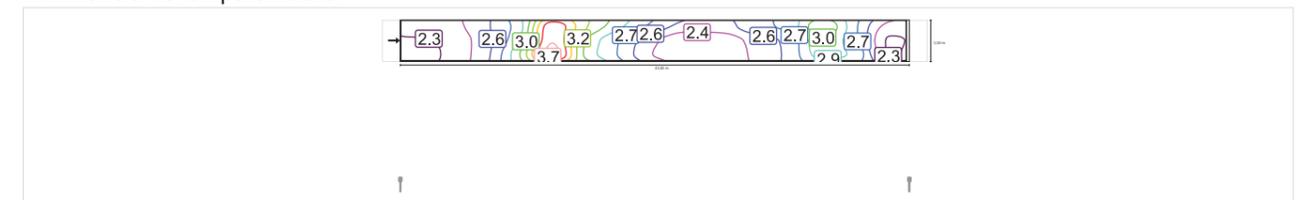
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 500

Luminancia de lámpara nueva



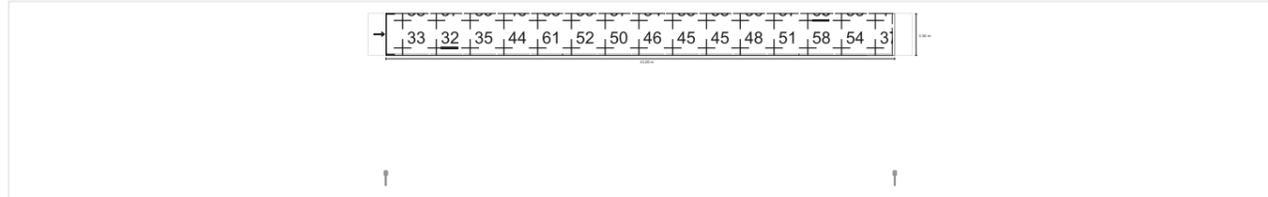
Escala: 1 : 500

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
 Trama: 15 x 3 Puntos

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	EIR
Valor real calculado	1.79	0.81	0.61	3.51	0.95
Valor nominal calculado	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15.00	≥ 0.30
Cumplido/No cumplido	✓	✓	✓	✓	✓

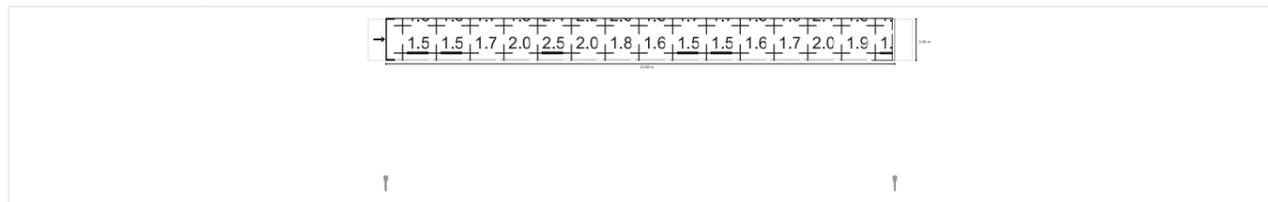
Intensidad luminica horizontal



Escala: 1 : 500

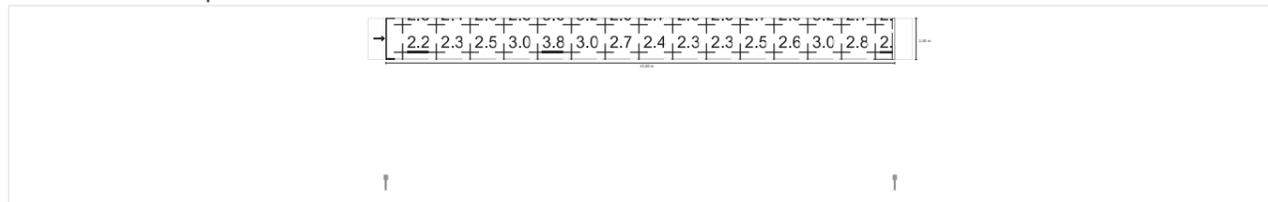
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 500

Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 500