

TRENES ARGENTINOS OPERACIONES

GERENCIA DE MATERIAL RODANTE

PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ADQUISICIÓN DE BIENES

PE.24.028.GMR.V1

SP: 30000623-30000624-30000625

MODULO LED PRINCIPAL

PARA FARO DE PODER - EMU CSR

GERENCIA DE MATERIAL RODANTE		
PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – ADQUISICION DE BIENES		
	MODULO LED PRINCIPAL PARA FARO DE PODER - EMU CSR	PE.24.028.GMR.V1
		FECHA: 21/02/2025
		PÁGINA 2 DE 6

INDICE

1. OBJETO	3
2. DEFINICIONES.....	3
3. ALCANCE.....	3
4. REQUISITOS DE LA OFERTA.....	3
4.1. GENERALES.....	3
4.2. FORMA DE COTIZACIÓN	4
5. ENTREGA	4
5.1. PLAZO DE ENTREGA	4
5.2. LOTES DE ENTREGAS	4
5.3. LUGAR DE ENTREGA.....	4
5.4. ROTULADO Y EMBALAJE	5
5.5. DOCUMENTACIÓN DE ENTREGA	6
6. GARANTÍA	6



GERENCIA DE MATERIAL RODANTE		
PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – ADQUISICION DE BIENES		
	MODULO LED PRINCIPAL PARA FARO DE PODER - EMU CSR	PE.24.028.GMR.V1
		FECHA: 21/02/2025
		PÁGINA 3 DE 6

1. OBJETO

La presente documentación define las condiciones a cumplir para la provisión de materiales y repuestos de material rodante para las formaciones eléctricas EMU CSR, afectadas a las líneas Roca, Mitre y Sarmiento.

En este caso, se trata del módulo LED de luz principal para el faro de cabecera de las formaciones previamente mencionadas, el cual es necesario para la operación y mantenimiento (preventivo o correctivo) del material rodante, requiriéndose el reemplazo por desgaste o deterioro según previsiones efectuadas en las cartillas de mantenimiento.

2. DEFINICIONES

PET: Pliego de Especificaciones Técnicas.

DTC: Documento técnico para la compra

RF: Referencia de Fábrica.

ET: Especificación Técnica

3. ALCANCE

El alcance de contratación se encuentra integrado por UN (1) RENGLÓN, según el detalle a continuación:

El material cotizado deberá ser nuevo, sin uso y ajustarse en un todo a las características técnicas de la Referencia de Fábrica establecida.

RENGLON	CODIGO SAP	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA DE FABRICA	CANTIDAD
1	1000037914	MODULO LED LUZ PRINCIPAL. APLICACIÓN FARO CABECERA. EMU CSR	GIGALUX SRL:GL52CSR	426

4. REQUISITOS DE LA OFERTA

4.1. GENERALES

Los módulos led requeridos formarán parte fundamental del equipamiento de iluminación frontal del material rodante donde serán instalados, resultando su adquisición de vital importancia dado que forman parte e integran uno de los conjuntos principales inherentes a la seguridad del material rodante.

Por lo expuesto y, toda vez que la incorporación de esta tecnología aumentará la vida útil y capacidad lumínica de los faros de cabecera donde se instalarán, los materiales deberán ajustarse en un todo a la Referencia de Fábrica respectiva.

El oferente deberá encontrarse homologado con anterioridad a la presentación de su oferta.

GERENCIA DE MATERIAL RODANTE		
PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – ADQUISICION DE BIENES		
	MODULO LED PRINCIPAL PARA FARO DE PODER - EMU CSR	PE.24.028.GMR.V1
		FECHA: 21/02/2025
		PÁGINA 4 DE 6

4.2. FORMA DE COTIZACIÓN

El oferente deberá cotizar la totalidad de las cantidades requeridas en el Renglón, quedando consecuentemente prohibida la cotización parcial del mismo. A efectos del presente pliego se entenderá como cotización parcial a aquella formulada por cantidades menores a las requeridas en el presente pliego.

La adjudicación procederá por RENGLÓN COMPLETO a UN (1) único oferente.

El oferente deberá cotizar utilizando la planilla de cotización que como Anexo I integra el presente documento.

Conjuntamente con su propuesta, deberá presentar la documentación por la que acredite encontrarse homologado.

5. ENTREGA

5.1. PLAZO DE ENTREGA

El plazo de entrega se establece en hasta CIENTO OCHENTA (180) días corridos, a computarse en la forma establecida en el Pliego de Condiciones Particulares (P.C.P).

En caso de que SOFSE reciba oferta formal y técnicamente admisible que NO se ajuste al plazo establecido en el presente artículo, SOFSE podrá aceptar la propuesta de otro plazo de entrega por parte del Oferente, siempre que el plazo máximo no sea superior a TRESCIENTOS SESENTA (360) días corridos, a computarse en la forma establecida en el párrafo precedente.

5.2. LOTES DE ENTREGAS

En razón de los lugares de entrega detallados en el artículo 5.3, se definen los siguientes lotes de entrega:

SOLPED	POS.	CÓDIGO SAP	DESCRIPCIÓN	CANT TOTAL [C/U]
30000623	10	1000037914	MODULO LED LUZ PRINCIPAL; APLICACION FARO CABECERA. EMU CSR	132
30000624	10	1000037914	MODULO LED LUZ PRINCIPAL; APLICACION FARO CABECERA. EMU CSR	184
30000625	10	1000037914	MODULO LED LUZ PRINCIPAL; APLICACION FARO CABECERA. EMU CSR	110

La totalidad de los repuestos deberá entregarse dentro del plazo que surja de la adjudicación, en atención a lo previsto en el punto 5.1.

5.3. LUGAR DE ENTREGA

Se establecen los siguientes lugares de entrega:



GERENCIA DE MATERIAL RODANTE		
PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – ADQUISICION DE BIENES		
	MODULO LED PRINCIPAL PARA FARO DE PODER - EMU CSR	PE.24.028.GMR.V1
		FECHA: 21/02/2025
		PÁGINA 5 DE 6

Línea Mitre (Victoria)

Los materiales solicitados bajo la SOLPED 30000623, deberán entregarse en el siguiente destino:

Dirección	Simón de Iriondo, N° 1608
Ciudad	Victoria
Provincia	Buenos Aires
Horarios de entrega	Lunes a Viernes de 08:00 - 12:00 y de 13:00-15:00 horas.

Línea Roca (Escalada)

Los materiales solicitados bajo la SOLPED 30000624, deberán entregarse en el siguiente destino:

Dirección	29 de Septiembre 3501
Ciudad	Remedios de Escalada, Lanús
Provincia	Buenos Aires
Horarios de entrega	Lunes a Viernes de 08:00 - 12:00 y de 13:00-15:00 horas.

Línea Sarmiento (Haedo)

Los materiales solicitados bajo la SOLPED 30000625, deberán entregarse en el siguiente destino:

Dirección	Dr. Guillermo Rawson 42
Ciudad	Haedo
Provincia	Buenos Aires
Horarios de entrega	Lunes a Viernes de 08:00 - 12:00 y de 13:00-15:00 horas.

5.4. ROTULADO Y EMBALAJE

En cada bulto se deberá indicar la siguiente información:

- Código de Material (SAP).
- Descripción del Producto.
- Número de lote y/o serie (de corresponder).
- Cantidad total.
- Fecha de elaboración y/o vencimiento del material (de corresponder)
- Proveedor.
- Número de Orden de Compra (OC).

El embalaje será aquel que garantice la seguridad de los materiales durante el transporte desde las instalaciones del proveedor hasta los destinos enumerados en el presente.

Todo el material solicitado debe ser entregado en pallets de 4 entradas, tipo ARLOG, normalizado de madera para manipulación con auto-elevador o zorra manual, embalado con film stretch para ser estibado en altura evitando desprendimientos.



GERENCIA DE MATERIAL RODANTE		
PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – ADQUISICION DE BIENES		
	MODULO LED PRINCIPAL PARA FARO DE PODER - EMU CSR	PE.24.028.GMR.V1
		FECHA: 21/02/2025
		PÁGINA 6 DE 6

5.5. DOCUMENTACIÓN DE ENTREGA

La mercadería objeto de la contratación deberá ser entregada con REMITO original, sin enmiendo, conteniendo la ORDEN DE COMPRA (OC) que se está entregando, referencia de los ítems numerados, códigos de material, con la descripción y la unidad de medida, de acuerdo con cómo esta explícito en la OC.

Cualquiera de las condiciones expuestas en los apartados 5.4 y 5.5, que no se cumpla por el proveedor, puede ser motivo de rechazo, quedando bajo exclusiva responsabilidad del mismo, asumir los costos adicionales que esto ocasione, no quedando eximido de cumplir con los plazos originales de entregas especificados en la contratación y en los lugares indicados.

6. GARANTÍA

El proveedor garantizará que los repuestos entregados en virtud de esta contratación serán nuevos y que se encontrarán libres de defectos respecto de sus materiales, diseño o fabricación. El período de garantía será de al menos DOCE (12) meses contados a partir de la fecha de recepción definitiva.

El proveedor deberá corregir, reparar, enmendar, reconstruir o reemplazar, bajo su propio costo y a satisfacción del comitente, cualquier defecto y/o desperfecto que se detecte durante el período de garantía y sea atribuible a un motivo de falla en la calidad del repuesto.



Descripción: Módulos LED diseñados para sustituir el sistema de iluminación original en las formaciones CSR (compuesto por lámparas de xenón)

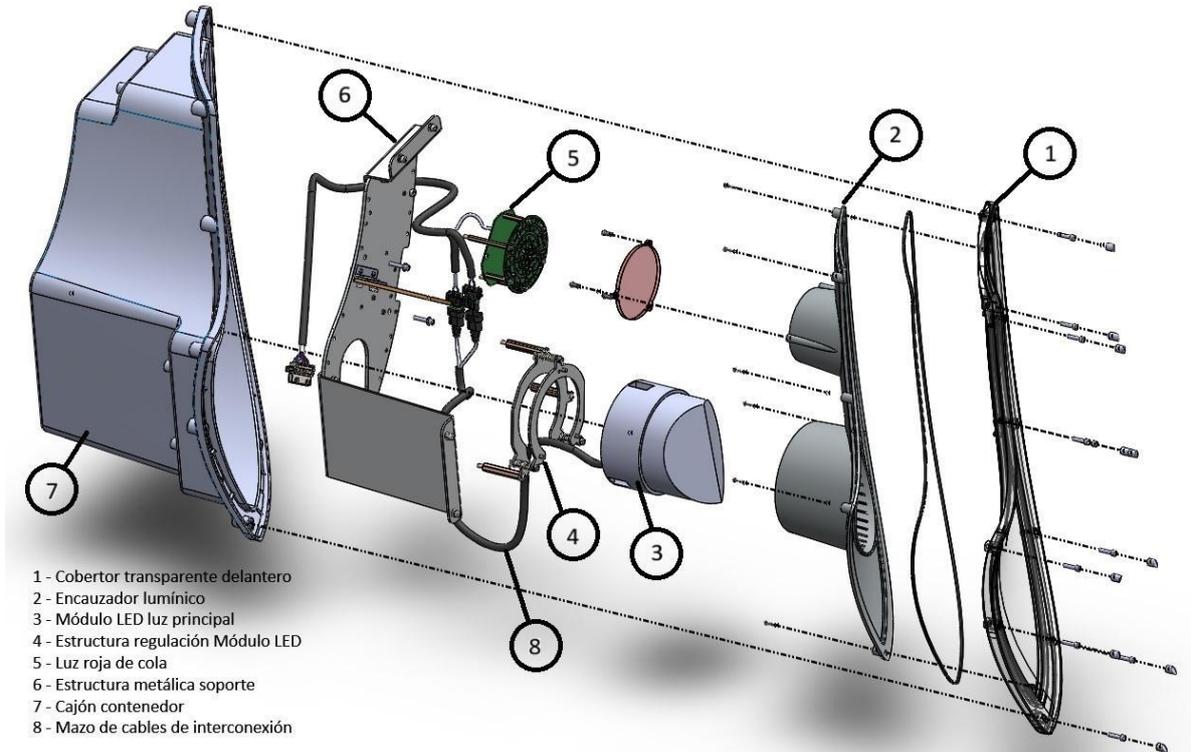
Plano N°:

4.40.9.04.3002 (Modulo LED)
4.40.9.04.3008 (Mazo de cables)

Especificación Técnica:

ET-GGI-0035-V1.0

El elemento a proporcionar es el conjunto: modulo LED (PLANO: 4.40.9.04.3002) junto con el driver controlador y el mazo de cables (PLANO: 4.40.9.04.3008), unidos como un único elemento, siendo estos, modulo led y cable, los ítems 3 y 8 de la imagen (el drive no se muestra para mayor claridad del esquema):

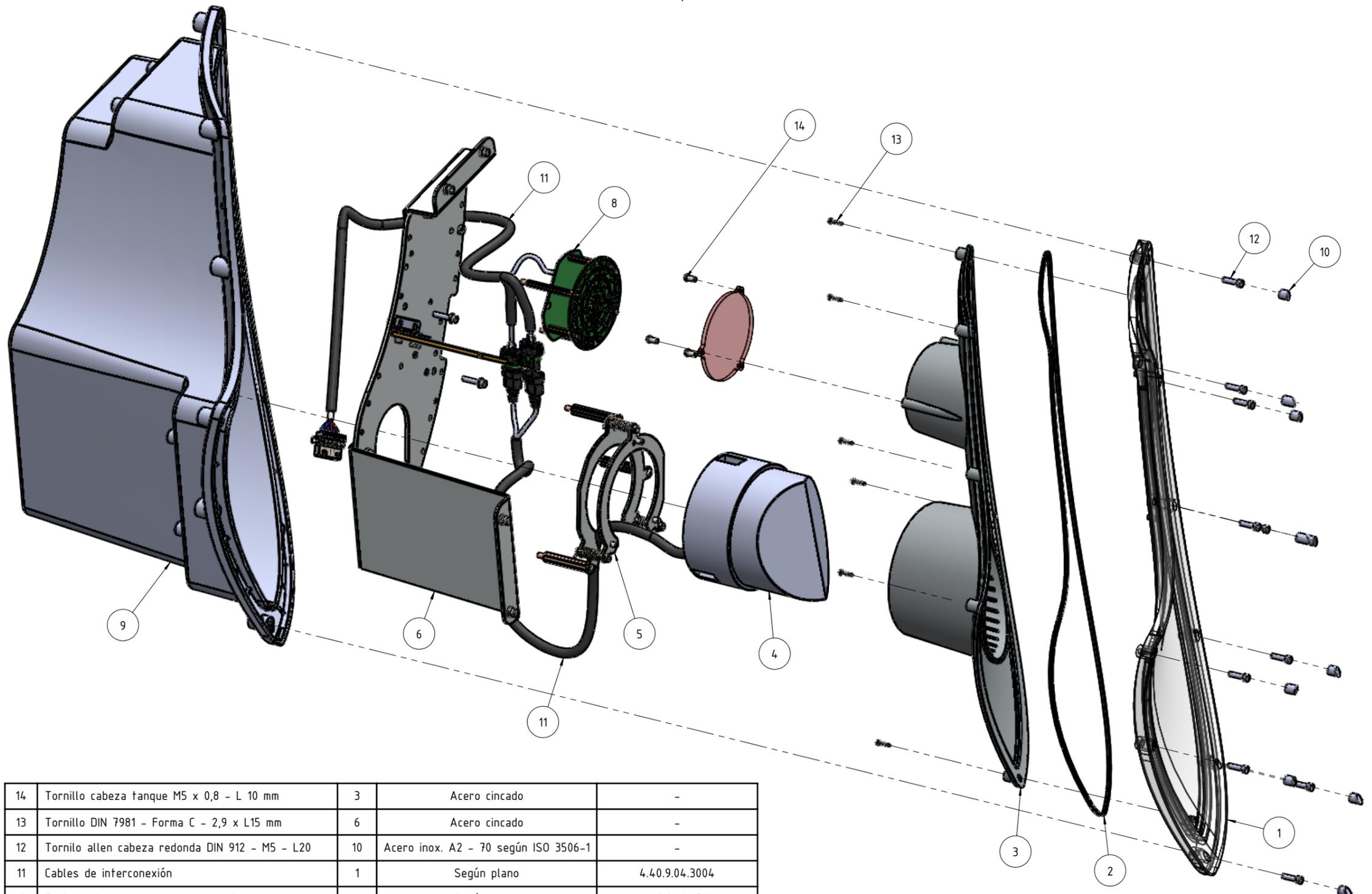


Su diseño debe cumplir con lo indicado en el punto 3, y sus subniveles, de la ET-GGI-0035-V1.0. Además, dado que es un elemento que requiere homologación, según el punto 5 y sus subniveles de la misma ET, el oferente debe presentar junto con la oferta el certificado de homologación emitido por Trenes Argentinos o CENADIF.

Al momento de la entrega, los elementos entregados deben cumplir con lo indicado en el punto 6 y 7 de la ET-GGI-0035-V1.0, el no cumplimiento de esto puede producir el rechazo del lote entregado.

ELABORO	REVISO	APROBO
Ing. I. Milesi	---	Ing. C. Valdes Lazo

IMPORTANTE: EL PROVEEDOR DEBERA SUMINISTRAR UNA MUESTRA, LA CUAL DEBE SER APROBADA POR EL CENADIF ANTES DE LA ENTREGA DEL PRIMER LOTE



14	Tornillo cabeza tanque M5 x 0,8 - L 10 mm	3	Acero cincado	-
13	Tornillo DIN 7981 - Forma C - 2,9 x L15 mm	6	Acero cincado	-
12	Tornillo allen cabeza redonda DIN 912 - M5 - L20	10	Acero inox. A2 - 70 según ISO 3506-1	-
11	Cables de interconexión	1	Según plano	4.40.9.04.3004
10	Conjunto tapones cobertor izquierdo	1	Según plano	4.40.9.04.0310
9	Cajón contenedor óptica izquierda	1	Según plano	4.40.9.04.0325
8	Luz indicadora de cola	1	Según plano	4.40.9.04.0210
7	Disco catadióptrico rojo traslucido	1	Según plano	4.40.9.04.0322
6	Estructura metálica izquierda	1	Según plano	4.40.9.04.0400
5	Sistema de regulación principal izquierda	1	Según plano	4.40.9.04.0500
4	Módulo LED luz principal	1	Según plano	4.40.9.04.3002
3	Encauzador lumínico izquierdo	1	Según plano	4.40.9.04.0323
2	Anillo para sellado de acrílico óptica	1	Según plano	4.40.9.04.0312
1	Cobertor transparente óptica izquierda	1	Según plano	4.40.9.04.0301
Pos.	Denominación	Cant.	Material	NUM/No de plano

FERROCARRILES ARGENTINOS
SOCIEDAD DEL ESTADO

CENADIF
Centro Nacional de Desarrollo e Innovación Ferroviaria

GERENCIA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

AREA MATERIAL RODANTE

Representación cotas y símbolos: Normas IRAM.
Tolerancias no indicadas según IRAM:
2768-1 Clase m y 2768-2 Clase K.

ÓPTICA DE ILUMINACIÓN IZQUIERDA
LUCES DE POTENCIA Y POSICIÓN
EMU CSR

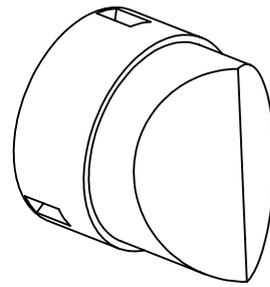
PROY./REL.:	L.Asens	12/09/2022	PLANO N°:	4.40.9.04.0000	REV.	△
DIBUJÓ	L.Asens	19/10/2022	SE COMPLEMENTA CON:	-		
REVISÓ:	D.Lopez	3/04/2023	CÓD. SAP:	-	DES:	344
APROBÓ:	M.Harris	21/08/2023	COD. CAT.:	NUM44.0904.00000N		
ESCALA	1 : 5	FORMATO	A3	HOJA	1 / 1	

1

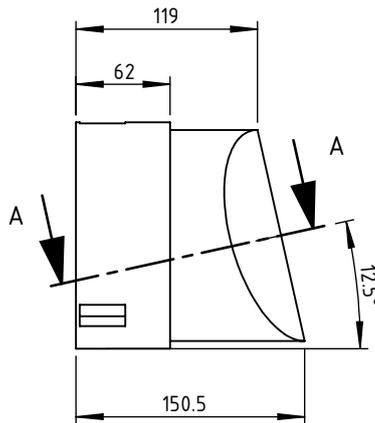
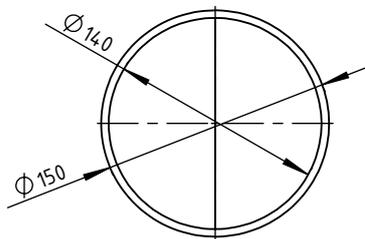
2

3

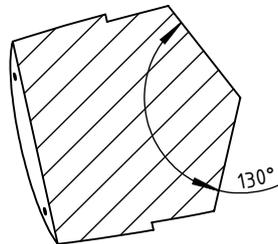
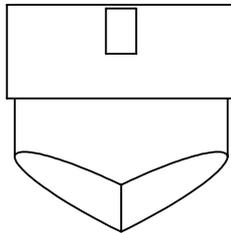
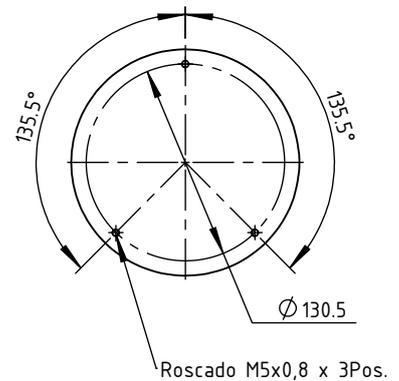
4



MEDIDAS EXTERNAS MÁXIMAS



Ubicación de agujeros de anclaje
Sistema de regulación principal



SECCIÓN A-A

Las dimensiones aquí acotadas representan el volumen máximo que pueden alcanzar los componente electrónicos y emisores de luz, para poder entrar en el hueco estandarizado de la luminaria. Cada caso particular será estudiado por la "Gerencia de Gestión de la Innovación" del CENADIF previo a la fabricación seriada.

**FERROCARRILES
ARGENTINOS**
SOCIEDAD DEL ESTADO

CENADIF
Centro Nacional de Desarrollo e Innovación Ferroviaria

GERENCIA GESTIÓN DE LA
INNOVACIÓN

AREA MATERIAL RODANTE

Representación cotas y símbolos: Normas IRAM.
Tolerancias no indicadas según IRAM:
2768-1 Clase m y 2768-2 Clase K.

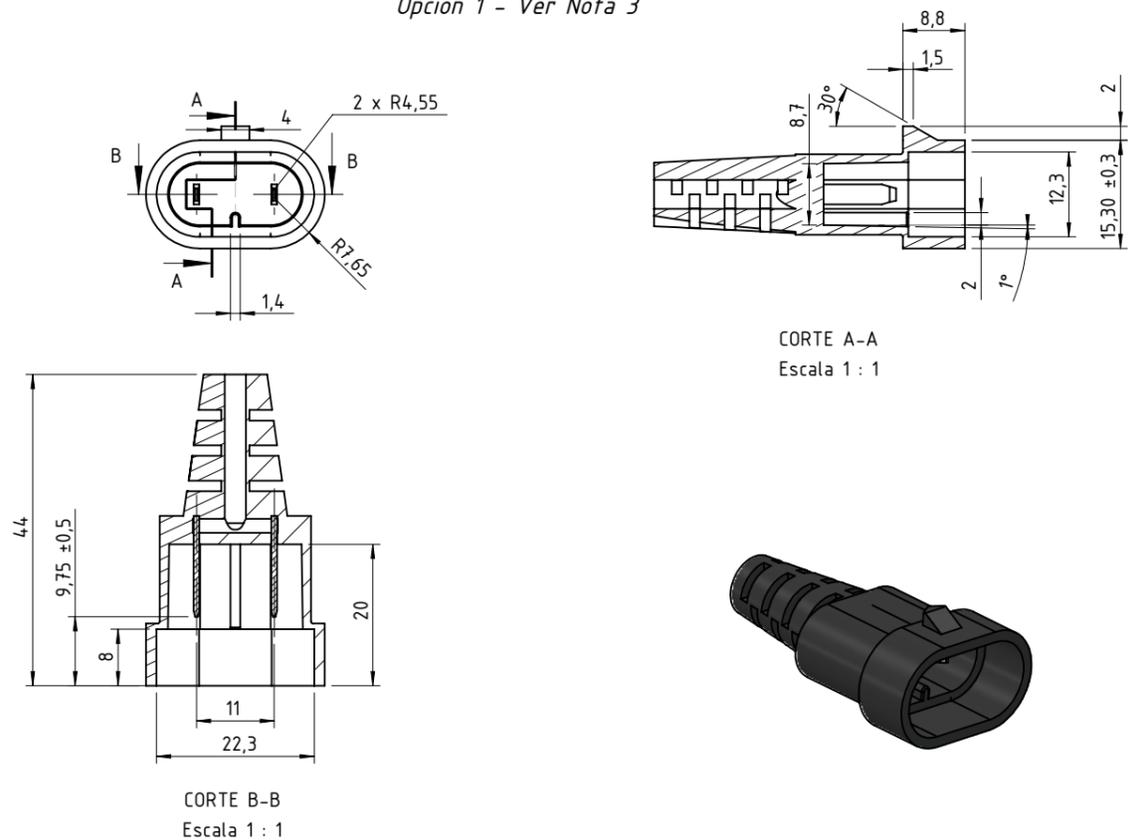
MÓDULO LED LUZ PRINCIPAL
LUCES DE POTENCIA Y POSICIÓN (AMBOS LADOS)
EMU CSR

PROY./REL.:	D.Lopez	12/09/2022	PLANO N°:	4.4.0.9.04.3002	REV.	△
DIBUJÓ:	L.Asens	19/10/2022	SE COMPLEMENTA CON:			
REVISÓ:	D.Lopez	3/04/2023	-			
APROBÓ:	M.Harris	21/08/2023	-			
	ESCALA	1:5	FORMATO	A4	HOJA	1 / 1
	CÓD. SAP: -			DES.0344		
CÓD. CAT.: NUM44090405300N						

IMPORTANTE: EL PROVEEDOR DEBERA SUMINISTRAR UNA MUESTRA, LA CUAL DEBE SER APROBADA POR EL CENADIF ANTES DE LA ENTREGA DEL PRIMER LOTE

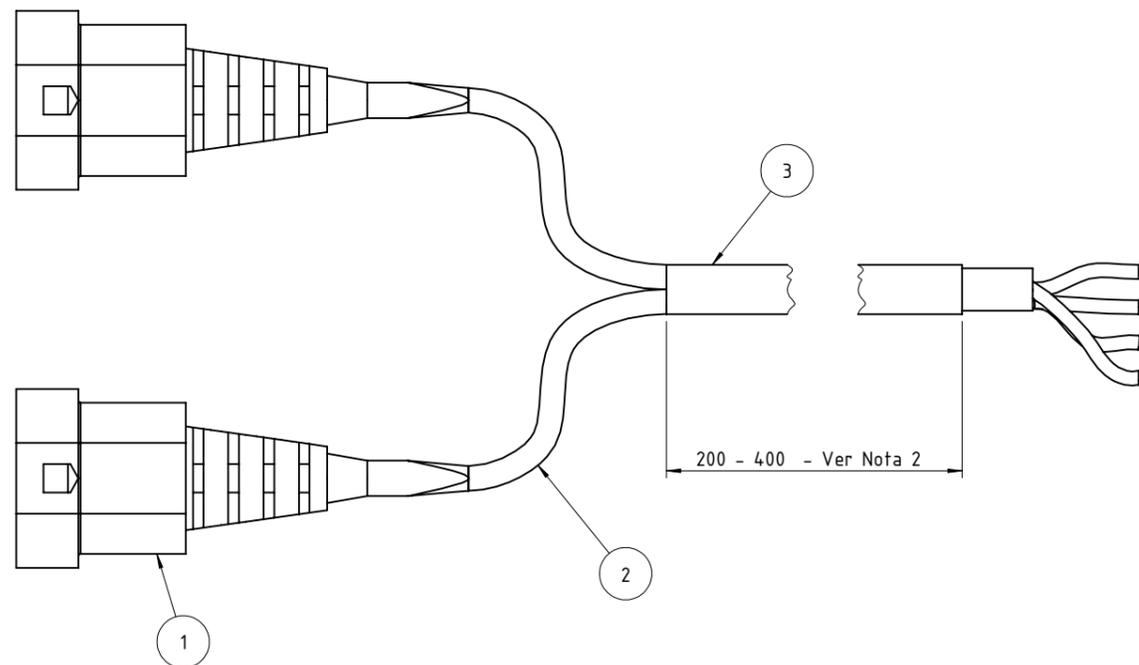
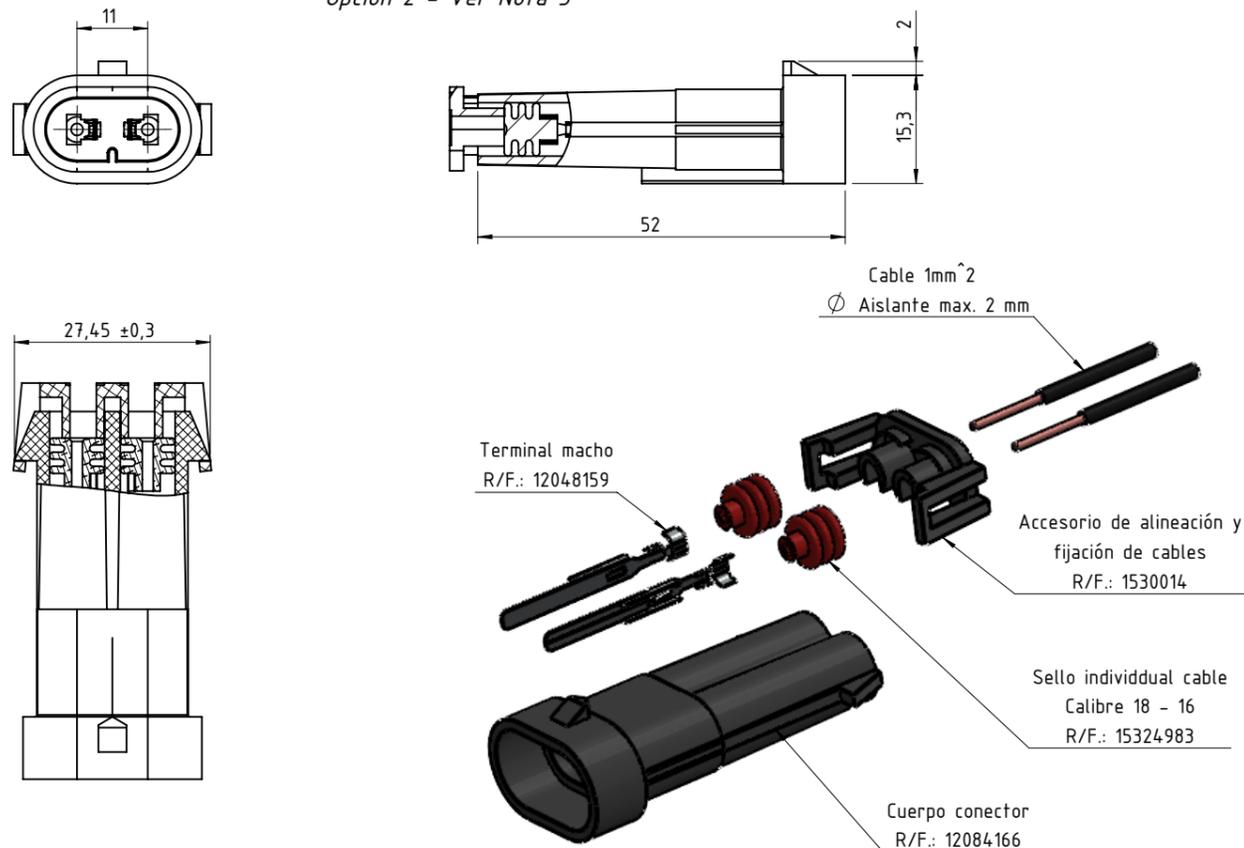
Pos.: 1 - Conector macho OEM

Opción 1 - Ver Nota 3



Pos.: 1 - Conector macho OEM

Opción 2 - Ver Nota 3



Notas:

1 - Las referencias de fábrica (R/F) corresponden a las marcas de los conectores OEM de la formación, se presentan solo a modo de referencia. Se aceptan otras marcas, siempre y cuando sean eléctrica y mecánicamente compatibles con los conectores especificados.

2 - Dimensión a elección del fabricante, el par de cables debe conducirse adecuadamente hasta el controlador de luz alta y baja según corresponda, dejando longitud suficiente para poder ajustar el resorte de regulación de la luminaria entre las posiciones extremas sin inconveniente, permitiendo un armado y desarmado para mantenimiento relativamente sencillo.

3 - Conector macho Aptiv® (Ex Delphi®) "Metri Pack" 280

Opción 1 - Pieza que completa y ensambla con la R/F.: 12059181 El conector se vende semi ensamblado contenido en una carcasa con chicote de cable. El proveedor de la luminaria deberá ensamblar el mazo de cables según le convenga.

Opción 2 - Conector ensamblado según R/F especificada.

El envío de los cables deberá hacerse por dentro de la funda protectora Pos.3.

4 - Cable bipolar aislado en conjunto, formado por un par de cables aislados individualmente, con una sección de cobre de 1 mm²

3	Funda protectora \varnothing 20 mm	1	-	-
2	Cable - Ver Nota 4	6	Cobre y plástico	-
1	Conector macho OEM	3	-	-
Pos	Denominación	Cant.	Material	NUM / N° de Plano

FERROCARRILES ARGENTINOS
SOCIEDAD DEL ESTADO

CENADIF
Centro Nacional de Desarrollo e Innovación Ferroviaria

GERENCIA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

AREA MATERIAL RODANTE

Representación cotas y símbolos: Normas IRAM.
Tolerancias no indicadas según IRAM:
2768-1 Clase m y 2768-2 Clase K.

MAZO DE CABLES 2 - CABLES DE INTERCONEXIÓN
LUCES DE POTENCIA Y POSICIÓN (AMBOS LADOS)

EMU CSR

PROY./REL.:	L.Asens	12/09/2022	PLANO N°:	REV.
DIBUJÓ:	L.Asens	19/10/2022	4.40.9.04.3008	△
REVISÓ:	D.Lopez	3/04/2023	SE COMPLEMENTA CON:	
APROBÓ:	M.Harris	21/08/2023	-	
ESCALA	FORMATO	HOJA	CÓD. SAP:	DES: 344
1 : 5	A3	1 / 1	-	
			COD. CAT.: NUM44.0904.30080N	

IMPORTANTE: EL PROVEEDOR DEBERA SUMINISTRAR UNA MUESTRA, LA CUAL DEBE SER APROBADA POR EL CENADIF ANTES DE LA ENTREGA DEL PRIMER LOTE

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

ET-GGI-0035-V1.0

Módulo LED Luz Principal Faro Cabecera EMU CSR

	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
NOMBRE	Asens Leandro	Guillermo Figini	Martin Harris
FIRMA			
FECHA	03/12/2024	04/12/2024	04/12/2024

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

<<Módulo LED Luz Principal Faro Cabecera EMU CSR>>

ÍNDICE

1.	OBJETO	4
2.	REFERENCIAS NORMATIVAS.....	4
3.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	4
3.1.	Características eléctricas.....	6
3.2.	Características mínimas de cumplimiento del LED	7
3.2.1.	Mantenimiento del flujo luminoso	8
3.2.2.	Vida útil esperada	8
3.3.	Evaluación fotométrica	8
3.3.1.	Evaluación intensidad horizontal en luz baja.....	10
3.3.2.	Evaluación Intensidad Vertical en Luz Baja + Control de deslumbramiento.....	11
3.3.3.	Evaluación de la intensidad en Luz Alta	12
3.3.4.	Distribución de la intensidad luminosa	12
3.4.	Compatibilidad electromagnética.....	16
3.4.1.	Condiciones para prescindir de los ensayos de CEM	16
3.4.2.	Evaluación de la documentación presentada	16
3.4.3.	Requisitos para los ensayos de CEM	17
3.4.3.1.	Criterio de aceptación mínimo para los ensayos.....	17
3.5.	Ensayo de vibración	18
3.6.	Prueba en servicio.....	19
3.6.1.	Prueba Estática. Montaje y regulación	19
3.6.2.	Prueba en Servicio. Evaluación operativa en vía	20
3.6.3.	Registro y formalización de resultados.....	20
4.	PLANOS INTERVINIENTES	20
5.	HOMOLOGACIÓN	20
5.1.	Entrega de Documentación Inicial	20
5.2.	Presentación de Certificados de Ensayo	21
5.3.	Prueba Estática: Montaje, Regulación y Encendido.....	21
5.4.	Prueba en Servicio y seguimiento	21
5.5.	Emisión del Informe de Homologación Final	22
5.6.	Requisitos de Ensayos y Laboratorios	22

6.	CONDICIONES DE ESTIBADO	22
6.1.	Embalaje	22
6.2.	Etiquetado.....	23
7.	CONDICIONES DE RECEPCIÓN	23
8.	INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN DE PARTIDAS	24
9.	VIGENCIA Y LISTA DE MODIFICACIONES.....	25

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

<<Módulo LED luz principal>>

1. OBJETO

El propósito de este documento es establecer las especificaciones técnicas mínimas que deben cumplir los "Módulos LED de Luz Principal" diseñados para sustituir el sistema de iluminación original en las formaciones CSR, el cual está compuesto por lámparas de xenón con sus respectivas parábolas de proyección. Estos módulos están destinados a proporcionar la fuente principal de iluminación de cabecera para las unidades múltiples eléctricas (EMU) de los modelos CSR Zhuzhou (Línea Roca) y CSR Qingdao Sifang (Líneas Sarmiento y Mitre).

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Se presentan las versiones en español de las normativas utilizadas. Para las referencias citadas "UNE-EN", se consideran equivalentes a las normativas internacionales a "IEC"

- UNE-EN 15153-1: Aplicaciones ferroviarias. Dispositivos externos de aviso, ópticos y acústicos, para trenes. Parte 1: Luces de cabeza, de posición y de cola de tren.
- UNE-EN 61373: Aplicaciones ferroviarias. Material rodante. Ensayos de choque y vibración
- UNE-EN 61347-1: Dispositivos de control de lámpara. Parte 1: Requisitos generales y requisitos de seguridad.
- UNE-EN 61347-2-11: Dispositivos de control de lámpara. Parte 2-11: Requisitos particulares para circuitos electrónicos diversos utilizados con las luminarias.
- UNE-EN 61347-2-13: Dispositivos de control electrónicos para módulos LED.
- UNE-EN 62384: Dispositivos de control electrónicos alimentados en corriente continua o corriente alterna para módulos LED. Requisitos de funcionamiento.
- UNE-EN 50155: Aplicaciones ferroviarias. Equipos electrónicos utilizados sobre material rodante.
- UNE-EN 50121-1: Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Generalidades
- UNE-EN 50121-3-2: Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Material rodante. Aparatos.
- UNE-EN 61000-6-4: Compatibilidad electromagnética. Normas genéricas. Norma de emisión en entornos industriales
- R.I.T.O.: Reglamento Interno Técnico Operativo (Operadoras Ferroviarias)

3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El módulo LED de luz principal debe ser diseñado como un reemplazo directo del sistema de iluminación original de la cabecera de las formaciones EMU CSR, y debe instalarse utilizando los mismos anclajes que se emplean para fijar el sistema de parábola y xenón original. Por lo tanto, es fundamental verificar que el módulo cumpla con las restricciones geométricas impuestas por la posición de instalación en la formación, su interacción con otros elementos, así como las regulaciones del haz de luz correspondiente. Las dimensiones

externas máximas del módulo pueden consultarse en el plano “4.40.9.04.3002. – Módulo led luz principal”.

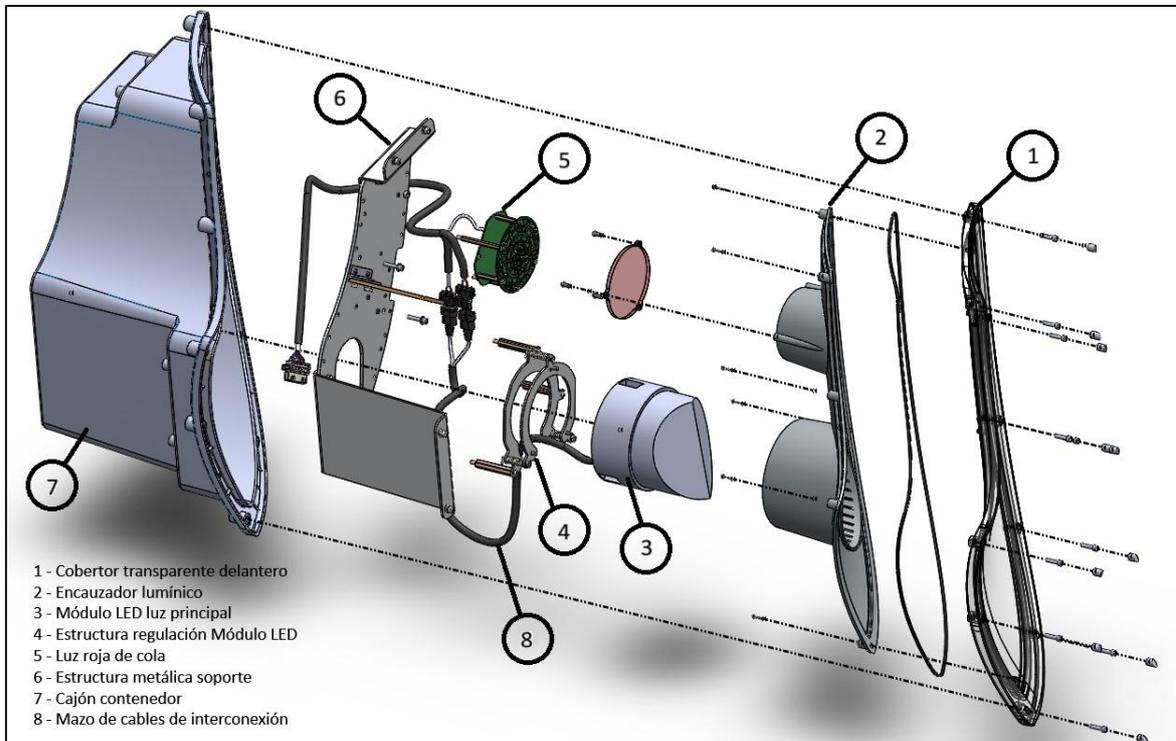


Imagen 1. Módulo LED - Contexto de ensamblaje luminaria

En el caso del sistema de iluminación original con xenón, los ejes ópticos de ambos modos de iluminación (altas y bajas) están alineados. Esto resulta perjudicial para las luces bajas, ya que la alineación requerida para las altas, de acuerdo con las especificaciones del artículo 192 del **R.I.T.O.** (Reglamento Interno Técnico Operativo), compromete la correcta proyección de la intensidad luminosa de las bajas en el campo cercano. Como consecuencia, se dificulta que el conductor pueda observar adecuadamente el entorno inmediato al frente de la formación.

Además, no es posible aumentar el valor del flujo luminoso de las luces bajas, ya que un incremento excesivo podría provocar deslumbramientos a otras formaciones durante los cruces, lo que generaría serios inconvenientes operativos y de seguridad.

Para el desarrollo con luces LED, se debe corregir este inconveniente. El diseño óptico de las luces bajas no debe estar alineado con las luces altas, dado que su objetivo es iluminar el campo cercano de las formaciones y evitar fenómenos de deslumbramiento.

El módulo LED de luz principal deberá integrar tanto las luces altas como las bajas en un solo cuerpo, identificado como la parte 3 en la imagen 1. La regulación óptica, ajustable mediante la parte 4, será compartida por ambas luces. En este diseño, primero se ajustará la proyección lumínica de las luces altas, siguiendo las especificaciones del artículo 192 del **R.I.T.O.**, lo que determinará la alineación de las luces bajas. Esta consideración debe garantizar que las luces bajas proporcionen una adecuada iluminación en el campo próximo,

permitiendo al conductor evaluar el entorno inmediato sin deslumbrar a otros conductores durante los cruces de trenes.

Compatibilidad para ambas ópticas del frente (Izquierda + Derecha)

El módulo de la luminaria LED debe ser diseñado para ser indistinto respecto a la óptica en la que se instalará, ya sea izquierda o derecha. Esto implica que su geometría, disposición de los LEDs, elementos de anclaje y espacio interior del cajón de la óptica deben contemplarse en el diseño para garantizar que un único módulo pueda instalarse y utilizarse en ambas ópticas, eliminando la necesidad de producir módulos específicos para cada mano.

Asegurar continuidad operativa ante fallas discretas del módulo LED

El diseño del módulo deberá garantizar que, ante la falla discreta de uno o más LEDs, el sistema continúe funcionando y cumpla con los parámetros lumínicos mínimos establecidos en la presente especificación técnica. Este requisito es esencial para mantener las condiciones operativas y de seguridad, permitiendo que la formación siga en servicio sin interrupciones. Esto asegura que el mantenimiento pueda programarse con suficiente antelación, evitando la necesidad de cancelar el servicio o regresar inmediatamente a los talleres o depósitos operativos.

3.1. Características eléctricas

El desarrollo deberá cumplir con los requisitos estipulados en las normativas **UNE-EN 61347-1**, **IEC 61347-2-11**, **IEC 61347-2-13**, **IEC 62384** y **UNE-EN 50155**. Sobre un prototipo fidedigno al diseño y a los métodos de fabricación a utilizar en la producción en serie, se deberá realizar un ensayo "de tipo" conforme a lo especificado en las normativas mencionadas. Este ensayo debe verificar el cumplimiento de los ítems aplicables a la luminaria, como el marcado de circuitos y conectores, resistencia a la humedad, rigidez dieléctrica y restricciones sobre detalles constructivos, entre otros.

Además, el diseño del driver LED debe garantizar una vida útil acorde con los requisitos especificados en el punto 3.2. Es fundamental que el circuito regulador mantenga condiciones operativas óptimas para el LED, sin que su durabilidad se vea comprometida por limitaciones técnicas, fallos de diseño, inestabilidad de corriente o problemas de disipación térmica que afecten su confiabilidad. Para una correcta protección y evitar propagar fallas, se deben incluir circuitos de protección en la entrada, como fusibles, varistores y de ser necesario, filtros que aseguren la inmunidad electromagnética. Un diseño correcto del driver debe prevenir que factores como sobrecargas de corriente, regulación térmica insuficiente o inestabilidad en la alimentación reduzcan la vida útil del LED. El diseño del driver debe priorizar la estabilidad y protección del LED, manteniendo corriente y tensión dentro de los márgenes apropiados para asegurar su rendimiento a largo plazo (punto 3.2).

El módulo LED se alimentará con la tensión nominal de 24 Vcc (+ 20% - 25%) disponible en la formación. El fabricante tiene la libertad de elegir la cantidad y configuración de los elementos de iluminación LED que considere más adecuados. El consumo de potencia no deberá superar los 35 W / 35 W ("baja" / "alta"), equivalente al sistema de xenón original.

El encendido y la selección de la intensidad lumínica ("baja" o "alta") se realizan desde el pupitre de conducción mediante una llave selectora. Los conectores hembra de la unidad ferroviaria son conectores automotrices de dos pines que se conectan a sus

correspondientes conectores macho provistos con la luminaria. Cada conector macho controla un modo de intensidad lumínica de una luminaria individual. Se puede observar en detalle la configuración del ensamblaje, tipo de cable, largo, etc., en el plano “4.40.9.04.3004 – Conectores eléctricos” y sus concatenados. Se acepta el uso de conectores alternativos equivalentes a los originales que demuestren 100% de compatibilidad.

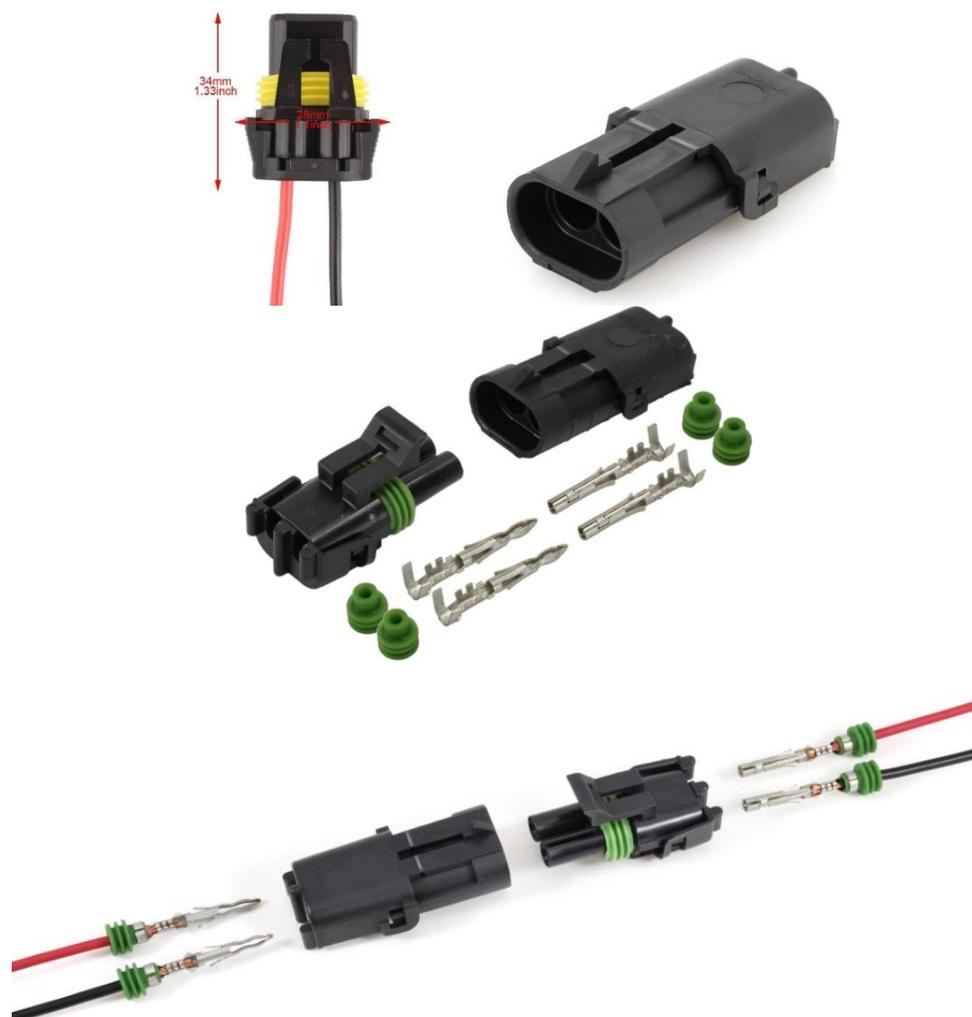


Imagen 2. Fichas de conexión luz alta y baja

3.2. Características mínimas de cumplimiento del LED

El proveedor que diseñe el faro de iluminación deberá demostrar que el LED seleccionado cumple con las normas **LM-80** y **TM-21**¹, las cuales establecen estándares para la evaluación de la vida útil y el mantenimiento del flujo luminoso de los LED.

¹ Es un método de prueba estandarizado desarrollado por el Illuminating Engineering Society of North America (IES) para medir la depreciación del flujo luminoso y la variación del color de los LED a lo largo del tiempo.

3.2.1. Mantenimiento del flujo luminoso

El proveedor deberá demostrar que el LED seleccionado mantendrá un flujo luminoso mínimo del 70% (L70) establecido en la presente especificación, durante un período de tiempo no inferior a 80.000 horas de vida media. Esto significa que el LED no debe perder más del 30% de su brillo inicial durante toda la vida útil del proyecto.

3.2.2. Vida útil esperada

El proveedor deberá construir el módulo de iluminación con LED's que cuenten con informes de ensayos según **LM-80** realizados por un laboratorio acreditado, pudiendo basarse en dichos resultados para demostrar la vida útil requerida. En caso de ser necesario, deberá realizar las predicciones de vida útil del proyecto conforme a los lineamientos establecidos en la norma **TM-21**. Estos informes deben demostrar que la vida útil esperada del LED para este proyecto, considerando tanto la depreciación del flujo luminoso como la variación del color, es superior a 80.000 horas.

El tono de la luz debe ser blanco neutro a frío, con una temperatura de color comprendida entre 5.000 a 7.000 K°.

3.3. Evaluación fotométrica

Dado que a nivel nacional no se cuenta con una normativa técnica de aplicación ferroviaria actualizada para realizar ensayos fotométricos en laboratorio bajo condiciones controladas, que permita obtener resultados repetibles y comparables, actualmente la evaluación de luminarias para su uso en la cabecera de un tren se rige por lo descrito en el **R.I.T.O.** (Reglamento Interno Técnico Operativo). En el artículo 192 de dicho reglamento se establecen condiciones a ser evaluadas por observadores, tales como:

- Todo tren que circule de noche deberá llevar en la parte delantera (en el sentido de la marcha) un farol de cabecera con luz blanca, de una potencia suficiente como para poder distinguir a una persona parada en la vía a una distancia de 200 metros.

Por tal motivo, aunque los ensayos bajo normativa técnica que se citan a continuación son necesarios para evaluar el desempeño correcto de la luminaria a desarrollar y homologar, no resultan suficientes. Estos ensayos son importantes para comprender la proyección fotométrica de la luminaria y anticipar posibles inconvenientes, como insuficiencia de flujo luminoso o deslumbramiento no deseado, lo cual permite corregir estos factores en etapas tempranas del proyecto. Sin embargo, la aprobación final de la fotometría se realiza según lo dispuesto en el artículo 192 del **R.I.T.O.**, mediante un ensayo sobre una formación con la participación de todos los referentes responsables en su evaluación: responsables de la homologación, representantes de Material Rodante, Transporte, Inspectores de Conducción, Seguridad Operacional, Seguridad e Higiene, y referentes gremiales del sindicato de conductores.

Los ensayos en laboratorio son esenciales, ya que permiten caracterizar el comportamiento del prototipo de manera trazable y repetible. El prototipo que obtenga la homologación servirá como referencia técnica para los futuros lotes, que serán verificados en comparación con este estándar. Esto asegura la consistencia en la calidad y el desempeño de las luminarias, garantizando que las condiciones técnicas alcanzadas durante la homologación se mantengan en los sucesivos módulos LED fabricados.

Se deberá analizar la intensidad lumínica según el protocolo establecido en la normativa **UNE-EN 15153-1**, verificando como primer parámetro, que el desempeño sea equivalente o superior al del componente original de tecnología xenón. Debido a posibles inconvenientes en la disponibilidad de la óptica completa para ejecutar el ensayo bajo las condiciones presentes en la formación, y con el objetivo de simplificar la adaptación del banco de medición del laboratorio, no se exigirá el ensayo de la "señal completa" tal como lo requiere la normativa citada. Se permitirá utilizar una configuración más reducida que asegure la disponibilidad de las partes necesarias para ejecutar el ensayo. Entre las partes que no se incluirán, y que podrían presentar diferencias en su desempeño durante el ensayo en servicio, se encuentran el encauzador lumínico y su cobertor transparente delantero, identificados como partes 1 y 2 en la *Imagen 1*. Actualmente, se cuenta con resultados de ensayos realizados de esta forma, los cuales se citarán en el presente documento como valores de referencia para el desarrollo. Además, si se utilizara el cuerpo de una óptica que ha estado en servicio por un período considerable, no podría descartarse el efecto de la pérdida de claridad del acrílico delantero o la disminución del brillo del recubrimiento del encauzador debido al desgaste por uso normal y envejecimiento, lo cual podría afectar los resultados del prototipo bajo evaluación.

En principio, los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio deberán estar en concordancia con las tablas indicadas en los puntos 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3. Sin embargo, es de vital importancia realizar una serie de pruebas en servicio junto al personal de conducción, asegurando que no se detecten deslumbramientos que interfieran con la conducción normal durante las pruebas. (Ver punto 3.6.).

Los esquemas y figuras que se presentan a continuación para los ensayos fotométricos son de carácter explicativo e informativo, y tienen como objetivo ayudar al proveedor a comprender los ángulos de interés y las precauciones necesarias durante el ensayo. Al realizar los ensayos de fotometría, el laboratorio deberá ajustar el origen de coordenadas al punto de máxima intensidad emitida por las luces altas, cuyo valor debería coincidir con el eje óptico, considerando las tolerancias de fabricación. De este modo, al evaluar las luces bajas, se podrá determinar el ángulo de máxima intensidad en relación con las luces altas.

Es importante señalar que, con el fin de determinar el FWHM (Full Width at Half Maximum) o la distribución del haz emitido para las luces bajas, el laboratorio deberá realizar un barrido angular en torno al punto de máxima intensidad emitida por estas luces, y no respecto al eje óptico de la luminaria LED.

Al concluir los ensayos, ya sea que se hayan realizado en laboratorios externos o propios del proveedor (ver punto 5), se deberá expedir un informe de análisis donde consten los siguientes parámetros:

- La intensidad máxima emitida por las luces altas.
- El FWHM o distribución del haz emitido por las luces altas.
- La intensidad máxima emitida por las luces bajas.
- El FWHM o distribución del haz emitido por las luces bajas.
- El ángulo entre el máximo de intensidad lumínica de las luces altas y las luces bajas.

Los parámetros solicitados para el diseño de la luminaria LED son:

- Modo Luz Baja:
 - Intensidad mínima requerida: 12.000 cd

- Apertura del lóbulos² mínimo requerido para el FWHM:
 - Horizontal: 14°
 - Vertical: 10°
- Modo Luz Alta:
 - Intensidad mínima requerida: 135.000 cd
 - FWHM mínimo: 4°

El informe de análisis que reúne estos datos deberá entregarse junto con la documentación del proyecto durante la etapa de evaluación técnica.

3.3.1. Evaluación intensidad horizontal en luz baja

Se deberá realizar la evaluación lumínica sobre el eje de máxima intensidad emitida por las luces bajas, realizando un barrido en torno a la misma para determinar el FWHM horizontal (*Full Width at Half Maximum*, por sus siglas en inglés) de las mismas.

A modo de ejemplo, se presentan valores obtenidos para el Xenón y LED según el protocolo establecido bajo **UNE-EN 15153-1**.

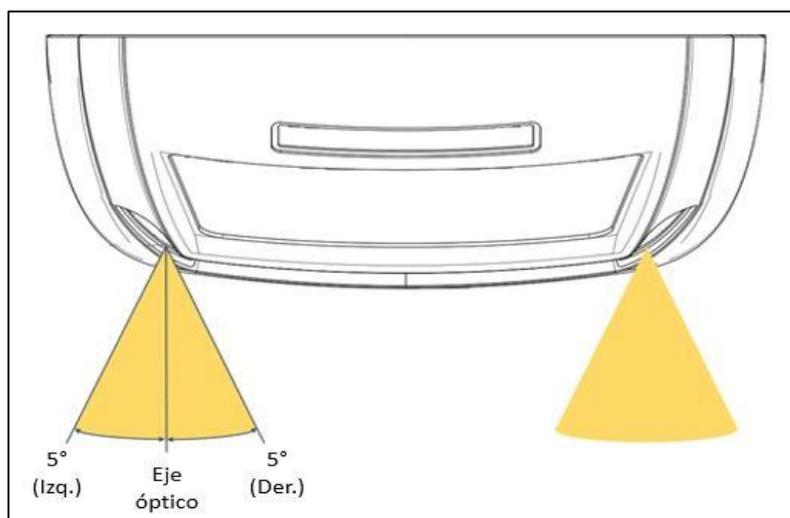


Imagen 3. Ángulos de referencia para la medición horizontal mínimos requeridos por norma.

Tabla 1 - Valores de referencia de intensidad luminosa en el eje óptico y a +/- 5° del eje horizontal [cd] - luz baja			
	Valor de referencia Xenón original	Valor de referencia luminaria Led	Valor mínimo normativo
Eje óptico	12.900	12.600	12.000
Horizontal ± 5°	8.500	8.800	3.000

Tabla 1. Valores de referencia luminosidad horizontal – Luz baja

² El formato deseable para la proyección de la luz baja debería asemejarse al de una elipse (ver Tabla 4), con su eje vertical comprimido, pero ensanchando en el eje horizontal, mejorando la visibilidad lateral sin comprometer la seguridad frente a deslumbramientos.

3.3.2. Evaluación Intensidad Vertical en Luz Baja + Control de deslumbramiento

Se deberá realizar la evaluación lumínica sobre el eje de máxima intensidad emitida por las luces bajas, realizando un barrido en torno a la misma para determinar el FWHM vertical (*Full Width at Half Maximum*, por sus siglas en inglés) de las mismas.

Para el control de deslumbramiento de las luces bajas, la norma UNE-EN 15153-1 establece la necesidad de evaluar la intensidad lumínica en relación con un eje paralelo al plano horizontal de las vías. Sin embargo, debido a las limitaciones previamente mencionadas relacionadas con el dispositivo de medición en laboratorio, se tomará como aproximación que dicho eje horizontal coincide con el eje de máxima intensidad de las luces altas (eje óptico utilizado para la medición).

Adicionalmente, para evaluar el deslumbramiento, se realizará un análisis desde el eje óptico incrementando los pasos por encima del eje horizontal en ángulos de 0,25°, 0,5°, 1°, 1,5° y 2°. Este procedimiento permitirá determinar si la luminaria cumple con los parámetros de control de deslumbramiento establecidos, evitando molestias a otros conductores durante los cruces ferroviarios.

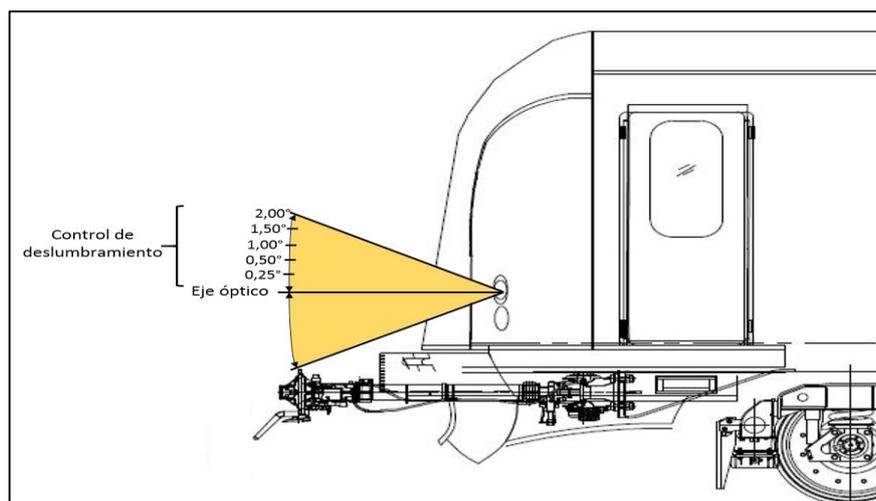


Imagen 4. Ángulos de medición vertical según norma

Tabla 2 - Valores de referencia de intensidad luminosa vertical con respecto al eje horizontal [cd] - Luz baja		
Ángulo [°]	Valor de referencia xenón original	Valor de referencia luminaria Led
2	11.000	3.000
1,5	11.500	4.000
1	12.000	5.000
0,5	12.400	6.000
0,25	12.700	6.500

Tabla 2. Valores de referencia luminosidad vertical – (Luz baja)

3.3.3. Evaluación de la intensidad en Luz Alta

Se deberá realizar la evaluación lumínica sobre el eje de máxima intensidad emitida por las luces altas, realizando un barrido en torno a la misma para determinar el FWHM horizontal (Full Width at Half Maximum, por sus siglas en inglés) de las mismas.

A modo de ejemplo, en la tabla 3 se presentan valores obtenidos para el Xenón y LED según el protocolo establecido bajo **UNE-EN 15153-1**.

Tabla 3 - Valores de referencia de intensidad luminosa en eje óptico y $\pm 5^\circ$ horizontal [cd] - Luz alta			
	Valor de referencia Xenón original	Valor de referencia luminaria Led	Valor mínimo normativo
Eje óptico	165.000	137.000	40.000
Horizontal $\pm 5^\circ$	16.000	11.000	10.000

Tabla 3. Valores de referencia luminosidad horizontal – (Luz alta)

3.3.4. Distribución de la intensidad luminosa

El proveedor deberá demostrar que, tanto en el modo de iluminación "luz baja" como en "luz alta", la distribución de flujo luminoso presenta un formato predecible, sin puntos de alta luminancia que puedan causar encandilamiento fuera de los puntos de medición establecidos. La evaluación y verificación se enfocará principalmente en el modo "luz baja", dado que es el requerido durante los cruces con otras formaciones ferroviarias. No obstante, también es importante evaluar las luces altas, ya que en ciertas condiciones particulares, durante un cruce, podría ser necesario activar el modo "luz alta". En estos casos, las luces altas no deben generar un encandilamiento excesivo que perjudique la visibilidad y seguridad de los conductores de las formaciones opuestas.

Si se representan las mediciones de iluminancia³ realizadas en los puntos anteriores para el modo "luz baja", y se trazan los dos ejes que cruzan el eje óptico en una matriz, se forma la cruz azul claro que puede observarse en la *Tabla 4* a continuación. Repitiendo las mediciones para cada combinación posible de ángulos horizontales y verticales en intervalos de 1° hasta $\pm 10^\circ$ se obtendrían el resto de los valores de la matriz.

<< Espacio en blanco expreso >>

³ La iluminancia (lux) es el valor medible directamente mediante luxómetro, con los datos de tamaño del sensor se obtiene el flujo (lm) y calculando el ángulo sólido subtendido, dependiente de la distancia hasta la fuente luminosa, se obtiene finalmente la intensidad (cd).

Ángulos de medición		Fotometría Faro EMU CSR LED - Luz baja [lux] - Ejemplo de distribución angular de intensidad																				
° horizontal	° vertical	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	0,7	2	2,3	4,1	4,5	5,1	5,3	5,4	5,3	5,5	5,2	4,2	3,7	2	1,5	0,3	0	0	0
1	1	0	0,8	2,5	4,3	5,1	7,1	7,6	8,4	8,5	8,6	8,7	8,6	8,4	7,3	6,6	4,3	3,6	1,9	1,3	1	0
0	0	0,8	2	2,5	6,6	7,7	10,2	10,9	11,7	11,7	11,9	12	12,2	11	10,7	9,9	6,9	6	3,6	2,7	2,2	0,8
359	-1	2	3,5	5,7	8,4	9,5	12,4	13	14,1	14,2	14,6	14,6	14,5	14,3	12,8	11,8	8,5	7,6	4,5	3,6	2,9	1,4
358	-2	4,5	6,2	7,3	10,4	11,5	15	15,9	17,5	18,1	18,5	18,6	18	17,5	15,4	14,4	10,8	9,4	6,3	5	5	2,2
357	-3	3,6	5,5	6,9	9,9	11,2	14,3	15,2	16,5	16,9	17,3	17,2	17	16,5	14,7	13,4	10,2	8,9	5,6	4,6	3,8	1,9
356	-4	3,5	5	7,5	10,8	11,8	15,4	16,4	18,1	18,6	19	18,9	18,5	17,9	15,8	14,7	11	9,7	6,4	5,1	4,3	2,4
355	-5	4	6,7	8,6	12	13,3	17,1	18,3	20,5	21,1	21,9	21,8	20,8	20	17,1	15,8	11,9	10,6	6,9	5,8	4,9	2,8
354	-6	4,6	5,2	7,9	10,5	11,5	12,9	15,7	18,1	18,7	19,4	19,4	18,1	17,4	14,9	13,7	10,5	9,5	6,6	5,4	4,8	3
353	-7	3	5,1	7,3	9,7	10,5	12,1	13,6	15,5	16	16,5	16,4	15,4	14,8	12,9	11,9	9,4	8,6	6	5	4,4	2,7
352	-8	2,7	5	7	10,1	12,1	12,7	14	14,4	14,7	14,6	14,1	13,6	12,2	11,3	9	8,3	6	5	4,3	2,7	2,7
351	-9	2,3	4,3	6,8	9,2	10,1	11,9	12,5	13,6	13,8	14	13,9	13,2	13,2	11,7	11	8,9	8,1	5,8	4,9	4,3	2,4
350	-10	2,5	4,2	6,7	9,2	9,8	11,7	12,2	13,1	13,2	13,5	13,3	13	12,6	11,5	10,8	9	8,2	5,9	4,8	4,2	2,4

Tabla 4. Ejemplo distribución flujo luminoso Luz Baja - Valores de iluminancia

Se recomienda realizar este estudio fotométrico de manera lo más completa posible.

Aunque estas mediciones no sustituyen el trazado de las curvas fotométricas representativas (ver *Imágenes 5 y 6*) ni los ensayos en servicio, representan un método que el proveedor podría llevar a cabo en sus propias instalaciones. Este procedimiento permite evaluar la forma y la ubicación aproximada del centro del lóbulo de distribución de intensidades, así como identificar posibles defectos relacionados con el deslumbramiento. Cabe destacar que no es obligatorio realizar estas mediciones en un laboratorio acreditado, siempre que el procedimiento sea ejecutado de manera trazable y repetible. Si el proveedor no dispone de instrumental calibrado ni certificados internos, deberá contar con la presencia de un representante del área responsable de homologación, quien supervisará el proceso para garantizar su validez (ver condiciones en punto 5).

Para generar un gráfico con la definición necesaria que permita una evaluación criteriosa, se recomienda realizar mediciones de la intensidad lumínica en intervalos de 1°, extendiéndose más allá del punto de máxima intensidad hasta superar la mitad del ancho total (FWHM), como se muestra en el gráfico de la *Tabla 4*. Una vez superado este límite, se podrá ampliar la separación entre los puntos de medición hasta alcanzar $\pm 10^\circ$, siguiendo el criterio indicado a continuación:

- En el modo luz baja, se podrán espaciar una vez que se alcance 1000 cd en el eje vertical medido hacia arriba desde el centro de intensidad. Por encima de este umbral, se deberá contar con valores medidos siguiendo los puntos de interés, dado que por más de encontrarse por fuera del FWHM, los valores de intensidad lumínicas pueden aún encandilar, afectando la operación del personal de conducción. En la dirección descendente se podrá hacerlo a partir de las 5000 cd.
- Para el modo luz alta se podrán espaciar las mediciones una vez que se alcance 1500 cd en el eje vertical medido ascendentemente desde el centro de intensidad. En la dirección descendente se permitirá hacerlo a partir de las 5000 cd.
- Tanto para el modo de luz alta y baja se toma como límite para el inicio del espaciado, en el eje horizontal un valor de 5000 cd en cualquiera de los sentidos de evaluación.

Estos valores son aproximados. La cantidad específica de grados de espaciamento, así como los puntos de medición generales y de interés, quedarán a criterio del proveedor o del laboratorio contratado. En caso de que la intensidad lumínica disminuya a valores iguales o muy cercanos a cero antes de alcanzar los $\pm 10^\circ$ de apertura de medición en cualquiera de los ejes, dicho ángulo podrá establecerse como el límite de evaluación. Sin embargo, será necesario continuar con el barrido angular completo, aunque sin registrar mediciones detalladas, con el objetivo de verificar que no existan incrementos inesperados en la intensidad lumínica. Dichos incrementos podrían originarse, por ejemplo, debido a reflexiones o refracciones internas asociadas a la óptica secundaria de los LEDs, o a elementos o materiales presentes en la estructura de la óptica diseñada. Este procedimiento deberá constar en el informe correspondiente.

Si durante el barrido la intensidad lumínica se mantiene en valores iguales o muy cercanos a cero, no será necesario registrar mediciones adicionales, siendo suficiente con indicar el resultado del barrido en el informe. Por el contrario, si se detectan incrementos significativos en la intensidad lumínica, se deberá registrar los valores observados, a fin de evaluar si estos podrían representar un riesgo operativo, como el encandilamiento de los conductores.

Los valores presentados en la *Tabla 4* están coloreados según su magnitud, lo que permite visualizar de forma gráfica el desplazamiento del centro de intensidad. Estos datos se incluyen únicamente como ejemplo y corresponden a mediciones de iluminancia realizadas sobre una luminaria LED que demuestra un desempeño adecuado en términos de deslumbramiento en modo "luz baja". Es importante destacar que el punto de máxima iluminancia no coincide con el centro geométrico de la luz, ya que se ha orientado intencionalmente hacia abajo mediante métodos específicos. Esta configuración reduce las molestias durante el cruce de trenes, al tiempo que optimiza la iluminación inferior y lateral del camino, ampliando el lóbulo de distribución.

Este procedimiento de medición, barrido angular hasta $\pm 10^\circ$, se presenta como una propuesta integral para caracterizar el comportamiento general de la óptica LED. No obstante, el proveedor tiene la posibilidad de evaluar y proponer métodos alternativos que sean igualmente efectivos y potencialmente más eficientes en términos de procedimiento y requisitos de ensayo. Un ejemplo de tales métodos es el detallado en el Reglamento N° 112 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE/ONU), que utiliza una pantalla de medición para evaluar el rendimiento lumínico.

Cualquier alternativa propuesta deberá ser previamente validada con el área responsable de la homologación antes de su implementación. El método alternativo deberá garantizar trazabilidad y repetibilidad, asegurando que los resultados obtenidos sean consistentes y verificables en diferentes ocasiones y condiciones. Aunque no será obligatorio que los ensayos se realicen en un laboratorio acreditado, o que el proveedor disponga de certificados de procedimientos internos o instrumental calibrado, el proceso deberá cumplir con estándares técnicos básicos. En estos casos, se podrá contar con la presencia de un responsable del área de homologación durante la realización de los ensayos, quien supervisará y avalará el procedimiento aplicado.

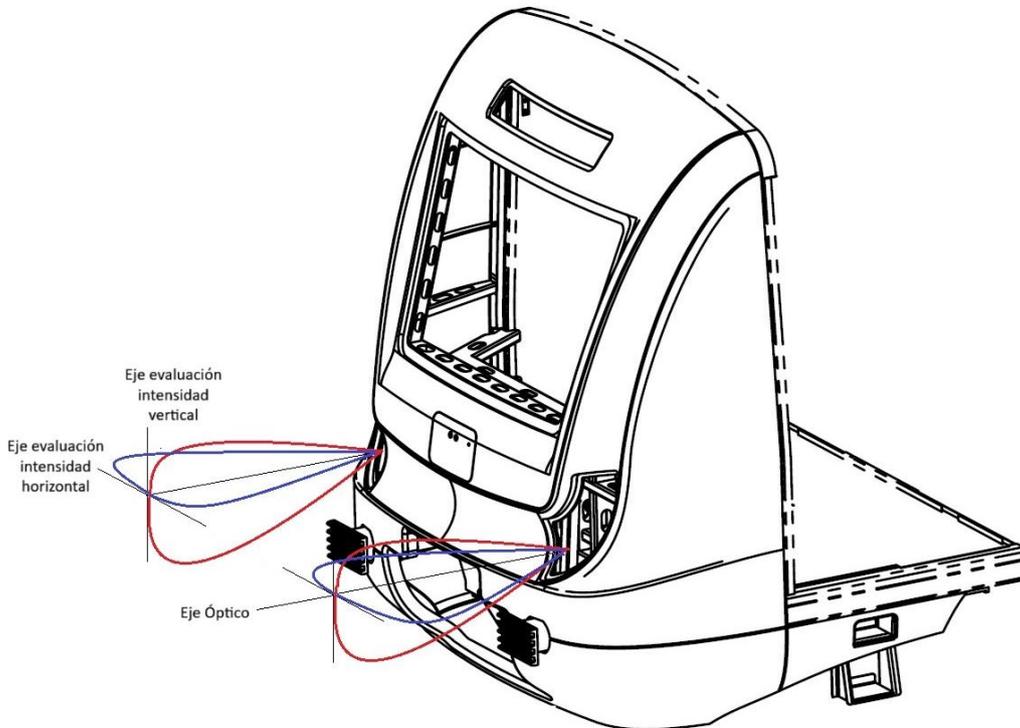


Imagen 5. Representación aproximada lóbulos de iluminación faro cabecera

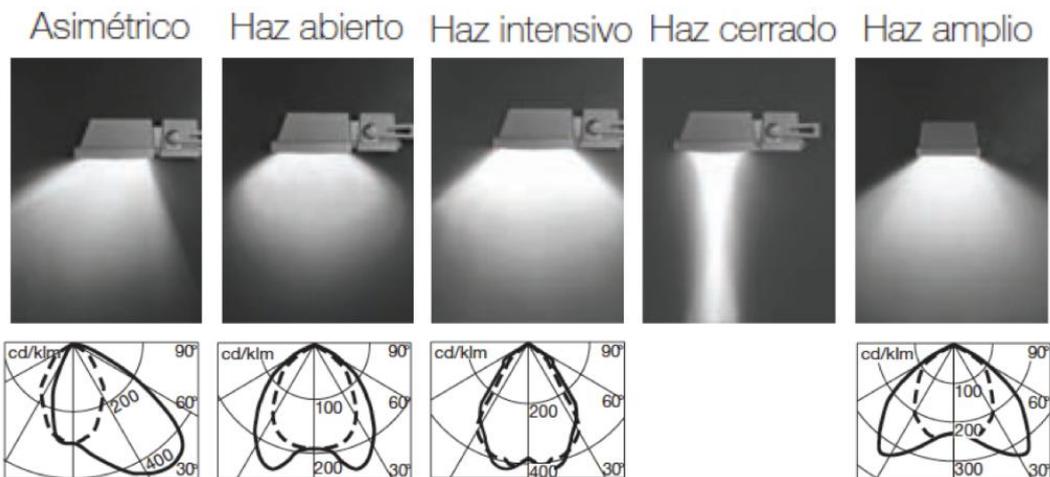


Imagen 6. Ejemplos de flujo luminoso y diagramas de isocandela

Los valores y representación del flujo luminoso presentado tienen como único objetivo guiar lo mejor posible al proveedor para cumplir los requisitos normativos y la prueba en servicio. Las experiencias previas indican que en general se prefiere una iluminación más dirigida hacia adelante, suelo y veras laterales, por sobre una iluminación simétrica de “haz amplio” orientada hacia el frente. No obstante, estos comentarios, las pruebas en servicio resultan fundamentales y no puede obviarse (ver punto 3.6).

3.4. Compatibilidad electromagnética

El módulo de iluminación completo (elementos lumínicos + fuente de alimentación) es un reemplazo de un componente original por otro de tecnología diferente. Por lo tanto, el proveedor deberá asegurar la compatibilidad electromagnética del módulo con el resto de los componentes del tren, a fin de evitar interferencias y garantizar un funcionamiento normal en condiciones operativas, siguiendo los criterios de evaluación establecidos en la norma **UNE-EN 50121-3-2**.

3.4.1. Condiciones para prescindir de los ensayos de CEM

En ciertos casos, podrá prescindirse de la realización de los ensayos de CEM si el proveedor cumple con los siguientes requisitos de documentación:

a. Memoria constructiva del proyecto

- Descripción detallada del diseño del módulo, incluyendo los elementos implementados para mitigar emisiones electromagnéticas y garantizar la inmunidad frente a perturbaciones externas.
- Explicación técnica sobre cómo las medidas adoptadas cumplen con los requisitos de la norma **UNE-EN 50121-3-2**.

b. Hojas de datos técnicas de componentes críticos

- Evidencia de que los circuitos integrados (C.I.) cumplen con normativas reconocidas para emisiones e inmunidad electromagnética aplicables a ambientes ferroviarios y/o industriales.
- Los componentes críticos deben estar documentados con su fabricante y normas aplicables.

c. Medidas de diseño

- Especificación de las técnicas empleadas en el diseño del circuito impreso y la envolvente, tales como:
 - Planos de masa adecuados.
 - Disposición óptima de componentes sensibles.
 - Blindajes específicos o jaulas de Faraday.
- Justificación de cómo estas medidas mitigan riesgos de interferencia.

d. Declaración de conformidad del fabricante

- Documento formal que confirme la trazabilidad y repetibilidad del proceso de diseño y construcción.
- Definición de criterios funcionales del módulo bajo condiciones normales y durante pruebas de CEM.

3.4.2. Evaluación de la documentación presentada

El área responsable de la homologación evaluará la documentación proporcionada para determinar si es suficiente para garantizar la conformidad del módulo con la norma **UNE-EN 50121-3-2**.

La aceptación de esta documentación como evidencia de cumplimiento no implica la renuncia al derecho de exigir los ensayos de CEM. Si durante la evaluación de la

documentación, las pruebas funcionales o la inspección del prototipo surgen dudas, se podrán requerir los ensayos de CEM.

3.4.3. Requisitos para los ensayos de CEM

En caso de que los ensayos de compatibilidad electromagnética sean requeridos, deberán realizarse en un laboratorio capacitado para ejecutar los protocolos completos de la norma **UNE-EN 50121-3-2**. Los ensayos incluirán:

- **Mediciones de emisiones**
 - Perturbaciones conducidas por el puerto de alimentación del módulo.
 - Perturbaciones radiadas emitidas desde la envolvente del módulo.
- **Pruebas de inmunidad**
 - Verificación de la resistencia del módulo ante perturbaciones electromagnéticas inducidas desde el entorno, tanto a través del puerto de alimentación como por la envolvente.

Los resultados de estos ensayos, junto con los métodos utilizados y las configuraciones experimentales, deberán ser presentados en un informe técnico para su evaluación por parte del área responsable de la homologación.

3.4.3.1. Criterio de aceptación mínimo para los ensayos

En caso de realizarse, los ensayos de CEM deberán cumplir, como mínimo, con el **Criterio de aptitud B** según lo establecido en la norma **UNE-EN 50121-1**:

- El dispositivo debe continuar funcionando según lo previsto tras los ensayos, sin degradación significativa en sus prestaciones o pérdida de funciones esenciales.
- Durante el ensayo, se permitirá una degradación temporal en la intensidad luminosa, siempre y cuando estos se mantengan dentro de los valores aceptables establecidos y no comprometan la seguridad operativa.

El proveedor, como responsable del diseño de la lámpara LED sometida a homologación, deberá definir los valores de aceptación o rechazo relacionados con la intensidad luminosa bajo el "Criterio de aptitud B". Estos valores deberán considerar tanto las degradaciones temporales como permanentes que puedan afectar la intensidad luminosa del módulo LED, atendiendo a los siguientes aspectos:

a. Degradación temporal

Se deberán establecer límites máximos aceptables para los incrementos y reducciones temporales en la intensidad luminosa durante los ensayos. Los incrementos excesivos podrían generar efectos adversos como el encandilamiento o incluso dañar el circuito (driver + LED) en casos extremos. En cuanto a las reducciones temporales, estas no deben comprometer las condiciones mínimas de intensidad luminosa especificadas en el capítulo "**3.3. Evaluación fotométrica**", asegurando que la operación del servicio no se vea afectada.

b. Degradación permanente

Será necesario definir límites que aseguren que, tras los ensayos, la intensidad luminosa del módulo LED no se reduzca de forma permanente por debajo de los valores establecidos en el capítulo "**3.3. Evaluación fotométrica**". Asimismo, se deberá garantizar que no se produzcan incrementos permanentes que puedan ocasionar deslumbramiento u otros problemas que perjudiquen la seguridad operativa.

El proveedor, al ser el desarrollador del diseño, debe establecer estos valores basándose en el conocimiento técnico detallado de las características y limitaciones del módulo. Estos límites serán evaluados durante el proceso de homologación para determinar su razonabilidad y adecuación al funcionamiento seguro y confiable del sistema en el entorno ferroviario.

3.5. Ensayo de vibración

El módulo de iluminación deberá ser sometido a ensayos de vibraciones aleatorias conforme al punto 8, categoría Clase B, de la norma **UNE-EN 61373**, aplicable a equipos montados en vehículos ferroviarios. La sujeción durante el ensayo deberá realizarse directamente entre la mesa de ensayo y la "Placa base" de la "Estructura metálica interna", que actúa como soporte del faro de potencia y su sistema de regulación de posición.

Para mayor detalle sobre la estructura de montaje, se deberá consultar los planos de referencia: "4.40.9.04.0400" y "4.40.9.04.1400", correspondientes al ensamblaje de la estructura metálica.

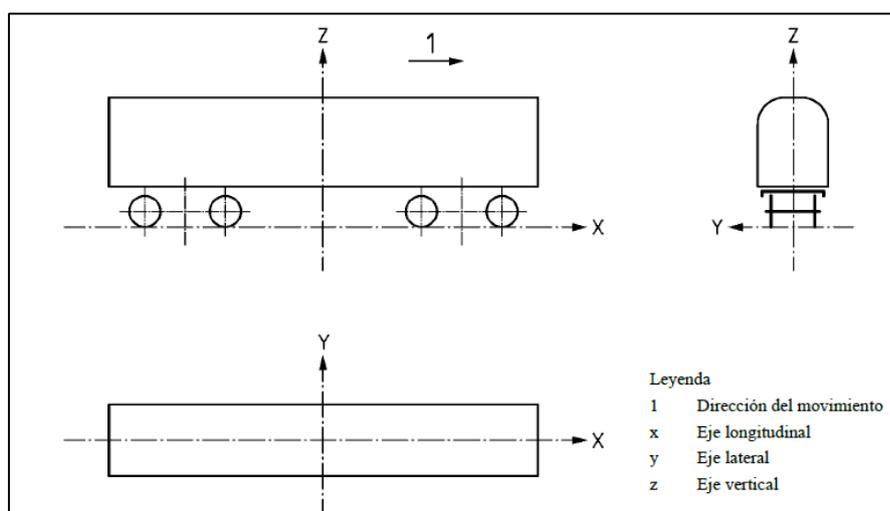


Imagen 7. Referencia nombres direcciones de vibración

Parámetros de ensayo vibración	
Dirección de la vibración	Triaxial
Rango de frecuencias [Hz]	10 - 500
Secuencia	Aceleración [m/s ²]
1 - eje vertical	1,01
2 - eje transversal	0,45
3 - eje vertical	0,7
Duración: 10 minutos por eje	

Tabla 5. Parámetros ensayo de vibración

El funcionamiento adecuado del módulo de iluminación deberá verificarse antes, durante y después del ensayo de vibración. Para ello, se realizará una evaluación visual del correcto encendido de la luminaria en ambos modos de operación, "**alta**" y "**baja**", asegurando que no se presenten fallos evidentes como parpadeos, interrupciones, o variaciones inusuales en la intensidad luminosa que puedan comprometer su desempeño.

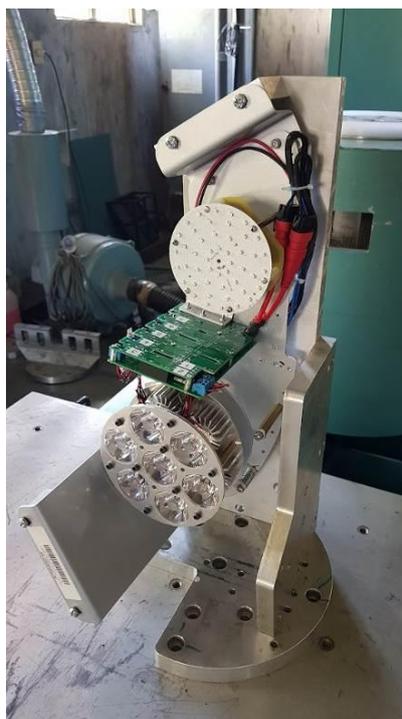


Imagen 8. Banco Ensayo de vibración para luminarias de óptica EMU CSR.

3.6. Prueba en servicio

Una vez aprobados los ensayos de laboratorio, deberá verificarse la viabilidad del prototipo como reemplazo del sistema de iluminación original a través de pruebas prácticas en condiciones reales de operación.

3.6.1. Prueba Estática. Montaje y regulación

Se deberá realizar una prueba de montaje y regulación en vías sin tráfico (como vías de taller, depósito de alistamiento u otros entornos controlados), junto con una prueba funcional básica de ambos modos de iluminación ("**alta**" y "**baja**"). Esta actividad deberá coordinarse con el **área responsable de la homologación**, el área de mantenimiento, el personal de Material Rodante y el proveedor. Durante esta fase, se evaluarán:

- Interferencias potenciales.
- Facilidad de montaje.
- Puntos extremos de regulación de la iluminación.

Todos los puntos de mejora identificados, así como cualquier conformidad observada, deberán documentarse en un informe escrito. Este informe deberá ser firmado por los asistentes a las pruebas, formalizando los resultados y las recomendaciones.

3.6.2. Prueba en Servicio. Evaluación operativa en vía

Tras la confirmación de la viabilidad en las pruebas estáticas, se procederá con ensayos en servicio para evaluar la iluminación en condiciones reales de operación y garantizar la adecuada visualización en vía. Estas pruebas buscarán obtener la conformidad por parte del personal de conducción y verificar que el sistema cumple con los requisitos operativos estipulados.

La prueba en servicio deberá realizarse conforme a lo establecido en el R.I.T.O. (Reglamento Interno Técnico Operativo). La coordinación de esta prueba deberá comunicarse fehacientemente mediante correo electrónico, extendiendo la invitación a:

- Miembros del área de Material Rodante.
- Personal de inspección de conducción.
- Conductores y representantes sindicales del gremio de conducción ("La Fraternidad").
- Personal del área responsable de la homologación.
- Representantes del proveedor de la luminaria.
- Otros interesados técnicos competentes en la operación y conducción de las formaciones.

3.6.3. Registro y formalización de resultados

Los resultados de estas pruebas deberán registrarse en un informe detallado que incluya:

- Observaciones sobre puntos a mejorar.
- Evaluación de la visualización en vía.
- Declaraciones de conformidad o "no objeción" emitidas por las áreas técnicas y operativas involucradas.

El informe final deberá ser firmado por el área responsable en la homologación en conformidad con los referentes del área de Material Rodante.

4. PLANOS INTERVINIENTES

"4.40.9.04.0000 – Óptica de iluminación izquierda – Luces de Potencia y Posición – EMU CSR" y sus concatenados

"4.40.9.04.1000-Óptica de iluminación derecha – Luces de Potencia y Posición – EMU CSR" y sus concatenados

5. HOMOLOGACIÓN

La homologación para la provisión del módulo LED de iluminación principal se obtendrá tras cumplir con los siguientes pasos, asegurando que el producto cumple con todos los requisitos de diseño, funcionalidad y normativos estipulados en la presente especificación. Este proceso incluye la presentación de certificados de ensayo, pruebas en servicio, y un periodo de seguimiento operativo. Durante dicho seguimiento, no deberán presentarse inconvenientes atribuibles al diseño, fabricación o uso previsto del módulo.

Pasos del Proceso de Homologación

5.1. Entrega de Documentación Inicial

- El proveedor deberá confeccionar y entregar para su análisis la "Ficha Técnica" y la "Memoria del Proyecto". Estos documentos deben incluir:

- Datos técnicos resumidos del módulo.
- Descripción detallada de los componentes y conjuntos.
- Manual de instalación, uso y detección de fallas.
- Documentación de entrega en futuros lotes: Protocolo de ensayo funcional para evitar fallas tempranas.
- Cualquier información adicional que el proveedor considere relevante.

5.2. Presentación de Certificados de Ensayo

- Se deberán llevar a cabo todos los ensayos solicitados en el punto 3, presentando todos los certificados de los resultados obtenidos.

5.3. Prueba Estática: Montaje, Regulación y Encendido

- Realizar pruebas iniciales de montaje del módulo, regulación de los ángulos de iluminación y encendido en ambos modos de iluminación (luces bajas y altas), de lo acuerdo a lo establecido en el punto 3.6.1.
- Se deberán confeccionar informes técnicos que describan:
 - Conformidad con el comportamiento del prototipo.
 - Recomendaciones de mejora y/o cambios de diseño necesarios.
- Este paso se repetirá las veces necesarias hasta obtener la conformidad de las partes involucradas.

5.4. Prueba en Servicio y seguimiento

- Instalar el prototipo aprobado de forma provisional en un tren para realizar ensayos en condición de marcha blanca, conforme a lo indicado en el punto 3.6.2.
- Se deberán confeccionar informes técnicos que incluyan:
 - Conformidad de las partes involucradas respecto al comportamiento del prototipo.
 - Recomendaciones de mejora y/o cambios de diseño necesarios.
- Este paso se repetirá tantas veces como sea necesario hasta obtener la conformidad de las partes involucradas. Una vez superada esta instancia, el proveedor podrá obtener la condición de homologación provisoria, lo cual le otorgar la aptitud técnica necesaria para presentarse en proceso administrativo de compra. Para este caso particular, el proveedor deberá solicitar al área responsable el informe de homologación provisoria.
- Tras superar los ensayos en condición de marcha blanca, se dejará el módulo LED en servicio regular para un seguimiento durante un periodo mínimo de 6 meses, a fin de verificar su desempeño bajo condiciones reales de operación.

- Durante este periodo, no deberán presentarse fallas atribuibles al diseño, fabricación o uso previsto del módulo.
- Se deberán registrar todas las observaciones y resultados en un informe.

5.5. Emisión del Informe de Homologación Final

- Tras el seguimiento en servicio y la verificación satisfactoria de los resultados, se emitirá un informe final.
- Este informe certificará que el módulo LED está homologado y disponible para la compra y su implementación en flota.

5.6. Requisitos de Ensayos y Laboratorios

- Todos los ensayos requeridos deberán realizarse en laboratorios que cumplan al menos una de las siguientes condiciones: estar acreditados por el **Organismo Argentino de Acreditación (OAA)**, pertenecer a la red **INTI-SAC**, o contar con certificación vigente bajo la norma **ISO 17025**.
- En caso de que el proveedor opte por realizar los ensayos en sus propios laboratorios, estos deberán cumplir las siguientes condiciones:
 - Contar con procedimientos documentados, repetibles y trazables.
 - Preferentemente, estar certificados bajo la norma **ISO 9001**.
 - Disponer de equipamiento con calibración vigente o elementos de medición contrastados.
- Si el laboratorio del proveedor no cumple con alguno de estos puntos, el área responsable de la homologación podrá evaluar los métodos de ensayo e instalaciones del proveedor. En tal caso, será necesario:
 - Auditar los ensayos realizados en las instalaciones del proveedor.
 - Certificar los resultados obtenidos mediante un acta firmada entre las partes involucradas.

Con este proceso, se asegura que los módulos LED de iluminación principal cumplen con los requisitos técnicos, operativos y de seguridad necesarios para su incorporación en las unidades múltiples eléctricas de las formaciones ferroviarias CSR.

6. CONDICIONES DE ESTIBADO

El conjunto del módulo LED de luz principal deberá conservarse debidamente protegido contra las condiciones ambientales adversas y el mal manejo durante su almacenamiento y transporte.

6.1. Embalaje

- Cada módulo LED deberá estar embalado individualmente en una caja resistente.
- El módulo deberá envolverse con film alveolar (burbuja) para protegerlo de impactos.

- Se incluirá un envase de sílica gel en cada embalaje para mitigar las posibles variaciones de humedad que pudieran afectar los componentes electrónicos.

En el interior de cada caja, junto al módulo LED, se deberá entregar el manual de instalación y conexión eléctrico. También se deberá incluir la hoja del protocolo de ensayo funcional para prevenir fallas tempranas.

6.2. Etiquetado

Sobre el exterior de cada caja deberá colocarse una etiqueta que contenga, como mínimo, la siguiente información:

- Código SAP y NUM correspondiente.
- Número de orden de compra.
- Razón social del proveedor.
- Descripción detallada del módulo contenido.

Adicionalmente, la caja deberá incluir de forma impresa o mediante una etiqueta autoadhesiva, en lugar visible, la palabra "**FRÁGIL**" en letras claras y legibles.

7. CONDICIONES DE RECEPCIÓN

Junto con la entrega de cada lote, el proveedor deberá presentar la versión final del manual de instalación, uso y procedimiento de búsqueda de fallas del módulo LED. Este manual deberá incluir:

- Las características técnicas detalladas del módulo LED y su fuente de alimentación.
- Procedimientos de armado y/o reemplazo de componentes individuales o del conjunto completo.
- Indicaciones para el mantenimiento preventivo y correctivo.

Adicionalmente, con cada recepción de partida, el proveedor deberá entregar:

1. **Certificados de calidad:** Documentos que acrediten la conformidad de los componentes utilizados en la fabricación del lote, fieles al prototipo homologado.
2. **Ensayos funcionales:** Resultados de las pruebas realizadas sobre el lote producido, que demuestren el cumplimiento de los principales parámetros del módulo LED con respecto al prototipo homologado.

Requisitos de Ensayos Funcionales

- Los ensayos eléctricos y fotométricos podrán realizarse en las instalaciones del proveedor, siempre que este pueda demostrar su correspondencia con los parámetros del prototipo homologado.
- No será necesario repetir todos los ensayos de homologación, pero se deberán presentar resultados de pruebas acotadas que permitan verificar el cumplimiento de los principales parámetros, garantizando que los módulos del lote mantengan los estándares establecidos durante la homologación (repetitividad).

Para minimizar la probabilidad de fallas tempranas, el proveedor deberá elaborar un protocolo de ensayo funcional que contemple:

- Un tiempo mínimo de encendido para cada modo de operación (luz baja y luz alta).
- Verificación de la intensidad lumínica al final de cada ciclo de encendido.
- Control de temperatura al final de cada ciclo.

Cada módulo LED embalado en su caja deberá contar con un certificado individual de ensayo funcional que incluya:

- Resultados de las pruebas realizadas.
- Firma, nombre y apellido del operador encargado del ensayo.

La presentación de esta documentación no constituye condición suficiente para la aceptación del lote. **Trenes Argentinos Operaciones** se reserva el derecho de realizar controles de calidad adicionales, conforme a los procedimientos mencionados, para validar el cumplimiento de los requisitos establecidos.

8. INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN DE PARTIDAS

De la partida enviada por el proveedor, se extraerá el número de unidades que corresponda según la Norma IRAM 15-1, Inspección Normal, en carácter de muestras.

En las muestras elegidas según se indica precedentemente, se deberá comprobar el cumplimiento de los requisitos de diseño y materiales, contrastando con las correspondientes al prototipo conforme homologado. En caso de no contar con el prototipo conforme, se verificará el cumplimiento contrastando con la presente especificación.

La partida será de aceptación si las características verificadas se encuadran dentro de las correspondientes al diseño aprobado y las especificaciones previstas. Caso contrario se realizará una nota de **No conformidad** del lote.

Nivel de inspección general tipo I.

Plan de muestreo simple para inspección normal.

Nivel de calidad aceptable (AQL) = 2,5.

Obtención de muestras: al azar.

Número de aceptación (AC): Si el número de ítems no conformes encontrados en la muestra es igual o menor que el número de aceptación, el lote debe aceptarse.

Número de rechazo (RE): Si el número de ítems no conformes encontrados en la muestra es igual o mayor que el número de rechazo, el lote debe rechazarse.

TAMAÑO DEL LOTE (PARTIDA)	MUESTRA	AC	RE
91 a 150	8	0	1
151 a 280	13	1	2
281 a 500	20	1	2
501 a 1200	32	2	3
1201 a 3200	50	3	4
3201 a 10000	80	5	6

9. VIGENCIA Y LISTA DE MODIFICACIONES

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LAS MODIFICACIONES
1.0	04/12/2024	Emisión original

PLANILLA COTIZACIÓN - NACIONAL

Procedimiento de Selección N°:							DETALLE PROVEEDOR		
Clase de Contratación:							Razón Social		
Expediente:							C.U.I.T.		
							Tel.:		
							E-Mail:		
							Moneda:		
Renglón	Cantidad	U/M	Código SAP	Descripción	Referencia de Fábrica	Plano / ET	Precio Unitario	I.V.A. (%)	Subtotal (sin I.V.A.)
1	426	C/U	1000037914	MODULO LED LUZ PRINCIPAL; APLICACION FARO CABECERA. EMU CSR	GIGALUX SRL: GL52CSR	-			0,00
Subtotal (sin I.V.A.)									0,00
I.V.A.									-
Total (con I.V.A.)									0,00
Total letras									

Condición de pago: Según pliego

Plazo de entrega: Según pliego

Lugar de entrega: Según pliego

Mantenimiento de oferta: Según pliego

TRENES ARGENTINOS
OPERACIONES



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
AÑO DE LA RECONSTRUCCIÓN DE LA NACIÓN ARGENTINA

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico firma conjunta

Número:

Referencia: SOLPED 30000623; 30000624; 30000625. Aprobación Pliego de Esp. Técnicas

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 36 pagina/s.