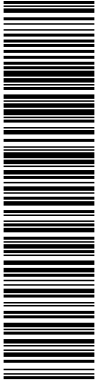


DOCUMENT MEMÒRIA: E2-1-5 Memoria Sistema Regulación y Control Túnel Can Clota	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: <b>6NNH5-XVYK3-3355N</b> Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:31 Pàgina 1 de 8	SIGNATURES	ESTAT <b>APROVAT</b> 23/06/2026 09:05



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4395320.6NNH5-XVYK3-3355N.BBBB29204FEC78A0CD37BCCE87087569F9BF3BE9) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document està APROVAT. Milijant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: <https://verificador.amb.cat/verificador/DocumentId/home>

## Memoria descriptiva del sistema de regulación y control de iluminación del Túnel Can Clota

La actuación llevada a cabo en el Túnel de Can Clota ha implicado una renovación integral del control del alumbrado apoyada en una nueva arquitectura de comunicaciones, sensores de campo y supervisión centralizada. Además de sustituir equipos obsoletos se ha conseguido un sistema más robusto, configurable y preparado para adaptar los niveles de iluminación a las condiciones reales de explotación del túnel.

Se ha extraído la siguiente información de los Pliegos Técnicos de licitación de la actuación elaborada por AMB denominados "Subministrament i instal·lació d'enllumenat de tipus LED per a una major eficiència al túnel de Clota de les rondes de Barcelona". Se ha corroborado que se han cumplido las características establecidas en dicho pliego en la certificación de final de obra.

### **Equipos instalados**

El nuevo sistema de control del túnel cuenta con una monitorización mediante sensores de los parámetros ambientales del interior y del entorno exterior inmediato del mismo. Este sistema de control actúa sobre los sistemas de ventilación y alumbrado.

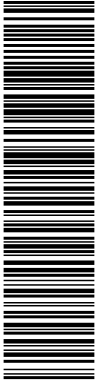
La tecnología LED, con su capacidad de regulación, permite la adaptación del alumbrado del interior del túnel a las condiciones fotométricas y climatológicas del exterior en tiempo real, a través del sistema de control DALI integrado en los drivers de los proyectores LED.

Se ha implantado una nueva red de comunicaciones por fibra óptica en topología de anillo, con integración en sistema SCADA existente para la supervisión de los túneles.

El sistema instalado incorpora los siguientes sensores para ajustar la regulación a las condiciones exteriores e interiores del túnel:

- 2 luminancímetros exteriores situados en las bocas de acceso para medir la luminancia de entrada, 1 por sentido
- 2 luxómetros interiores para verificar los niveles reales de iluminación dentro del túnel, 1 por sentido.
- 2 pluviómetros ópticos, sensores de lluvia para detectar el estado del pavimento a la entrada del túnel, seco o mojado, 1 por sentido.
- 2 sensores de tráfico mediante cámara infrarroja orientados a conocer intensidad y velocidad media de circulación, 1 por sentido.

DOCUMENT <b>MEMÒRIA: E2-1-5 Memoria Sistema Regulación y Control Túnel Can Clota</b>	IDENTIFICADORS
ALTRES DADES Codi per a validació: <b>6NNH5-XVYK3-3355N</b> Data d'emissió: <b>2 de Juliol de 2026 a les 12:30:31</b> Pàgina 2 de 8	SIGNATURES  ESTAT <b>APROVAT</b> 23/06/2026 09:05



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4395320.6NNH5-XVYK3-3355N.BB8B29204EEC78A8CD37BCCE87087559F9BF3BE9) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document està APROVAT. Milijant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: <https://verificador.amb.cat/verificador/DocumentId/home>

- u (MFHT11123) Luminàmetre de boca de túnel, d'acord amb la normativa estàndard CIE amb un rang de mesura de 0 a 10,000 Cd/m<sup>2</sup>. Camp visual ajustable de 16 a 32° amb òptiques variables 3,5/60-110. Corrent de sortida de 4 a 20 mA, 250 ohms. Sortida amb micro-fusible i encapsulat, equipat amb un diode Zener d'absorció de voltatges transitoris. Exterior amb doble carcassa d'acer inoxidable AISI 316L. Dimensions (Llarg x Ample x Altura) 455 x 175 x 185 mm. Protecció: IP 65. Pes: 7,5 kg. Rang de temperatures ambients de funcionament: -30...+70 °C. Conversor d'informació en fibra òptica no inclòs. Inclou kit de subjecció en AISI 326L de 3 mm de gruix. Inclou la connexió a la UCD i la instal·lació dels mateixos, així com tot el material necessària per a la instal·lació i connexió.
- u (MFHT11122) Luxòmetre per a la mesura dels nivells lumínics a l'interior del túnel, d'acord a la normativa estàndard CIE amb un rang de mesura de 0 a 10.000 Lux. Corrent de sortida de 4 a 20 mA. Inclou la connexió a la UCD i la instal·lació dels mateixos, així com tot el material necessària per a la instal·lació i connexió.
- u (MFHT11124) Sensor d'asfalt/calçada sense contacte model de referència NIRS31-UMB o equivalent, instrument amb la capacitat de determinar l'estat de la superfície de la calçada analitzant el seu estat: mullada, amb gel o neu, temperatura. Mesura la pel·lícula d'aigua acumulada sobre l'asfalt; determina el percentatge de gel en l'aigua i per tant, la temperatura de congelació així com l'adhesió a la calçada (fricció). S'instal·laria un a cada boca del túnel. La sortida de comunicacions ha ser compatible per la seva connexió a la perifèria descentralitzada ET200SP. Inclou la connexió a la UCD i la instal·lació dels mateixos, així com tot el material necessària per a la instal·lació i connexió.
- u (MFHT11125) Sensor amb model de referència TrafíCam x-stream2 o equivalent de presencia de vehicles i recopilació de dades per a detectar i supervisar els vehicles en moviment i parats (intensitat del trànsit). S'instal·laria un a cada boca del túnel. La sortida de comunicacions ha ser compatible per la seva connexió a la perifèria descentralitzada ET200SP. Inclou la connexió a la UCD i la instal·lació dels mateixos, així com tot el material necessària per a la instal·lació i connexió.

*Figura 1. Menció a los sensores en la Certificación Final de Obra*

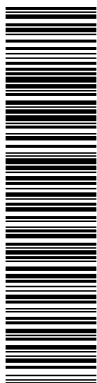
La regulación de los proyectores se realiza mediante protocolo DALI-2, con control punto por punto, bidireccional y configurable por grupos o escenas. Esta arquitectura permite regular pero también monitorizar el estado de funcionamiento, horas de servicio, tensión, consumo de energía, potencia activa y aparente, etc, convirtiendo la instalación en una plataforma de gestión energética y mantenimiento predictivo, no solo de encendido y regulación.

### **Sistema de regulación**

El sistema de control de iluminación dispone de un PLC que permite establecer escenarios múltiples de funcionamiento de las instalaciones. De esta manera, la adaptación a las condiciones del entorno de las instalaciones es máxima y consigue una iluminación adaptativa de las instalaciones que maximiza el ahorro energético.

El principio de funcionamiento consiste en monitorizar las condiciones que determinan los niveles de iluminación aplicables. En base a estas condiciones y para cada período de muestreo de los sensores instalados indicados en el punto anterior, el PLC aplica el escenario que se ajusta más a las necesidades reales de las instalaciones.

Existen 4 escenarios básicos en función de la iluminación exterior captada por los luminancímetros, además del modo de emergencia:



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4395320.6NNH5-XVYK3-3355N.BB8B29204FEC78ACD37BC8E87087569F9BF3BE9) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document està APROVAT. Mitjançant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: https://verificador.amb.cat/verificador/DocumentId/home

REGULACIONES

	■	■	■	E
SOLEADO	100%	100%	100%	100%
NUBLADO	50%	50%	100%	100%
CREPUSCULAR	25%	25%	100%	100%
NOCHE	0%	0%	100%	100%
EMERGENCIA	0%	0%	0%	100%

- Menor de 2.500 lux Nivel nocturn.
- De 2.500 a 15.000 lux Nivel crepuscular.
- De 15.000 a 25.000 lux Nivel ennuvolat.
- Superior a 25.000 lux Nivel assolellat.
- BLAU: Projector TubePoint BGP235 T25 DX10 LED180-4S 104W
- MAGENTA: Projector TubePoint BGP237 T25 DM12 LED580-4S 340W
- VERD: Projector TubePoint BGP237 T25 DM12 LED780-4S 475W

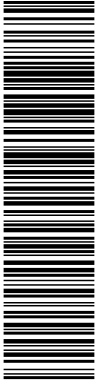
Figura 2. Escenas básicas configuradas según Pliego Técnico

Esto implica que en horario nocturno solo están encendidos los proyectores de menor potencia, y en el resto de escenarios diurnos se varía el porcentaje de proyectores de refuerzo encendidos. A partir de estos escenarios básicos basados en la iluminación exterior, se modifica la cantidad de proyectores de refuerzo encendidos en función de las lecturas de los luxómetros, de estado del pavimento y del estado del tráfico, según se indica en la siguiente tabla:

Paràmetre	Equip	Nivells	Nivell d'intensitat Enllumenat	
			Interior	Reforç
Luminància a la boca d'entrada	Luminàncímetre	Nocturn	50%	0%
		Crepuscular	100%	25%
		Ennuvolat	100%	50%
		Assolellat	100%	100%
Condicions de neteja i depreciació dels projectors (interior de túnel)	Luxímetre	Projectors donant el 100%	100%	100% (No procedeix)
		Depreciació de fins el 90%	111%	100% (No procedeix)
		Depreciació de fins el 80%	125%	100% (No procedeix)
Estat del paviment	Estació meteorològica	Paviment sec	100% (No procedeix)	Càlcul UNE14380
	o luminàncímetre	Paviment mullat	100% (No procedeix)	Càlcul UNE14380
Intensitat/densitat de trànsit	Espires o DAI o luminàncímetre	Alta	100% (No procedeix)	Càlcul UNE14380
		Mitja	100% (No procedeix)	Càlcul UNE14380
		Baixa	100% (No procedeix)	Càlcul UNE14380
Velocitat del trànsit	Espires o DAI o luminàncímetre	Normal (80 km/h)	100% (No procedeix)	Càlcul UNE14380
		Baixa (inferior a 60 km/h)	100% (No procedeix)	Càlcul UNE14380

Figura 3. Escenas adicionales configuradas según Pliego Técnico

DOCUMENT <b>MEMÒRIA: E2-1-5 Memoria Sistema Regulación y Control Túnel Can Clota</b>	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: <b>6NNH5-XVYK3-3355N</b> Data d'emissió: <b>2 de Juliol de 2026 a les 12:30:31</b> Pàgina 4 de 8	SIGNATURES	ESTAT <b>APROVAT</b> 23/06/2026 09:05



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4385320.6NNH5-XVYK3-3355N.BB8B29204FEC78A0CD37BC6E7087569F9BF3BE9) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document està APROVAT. Mitjançant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: <https://verificador.amb.cat/verificador/Document/home>

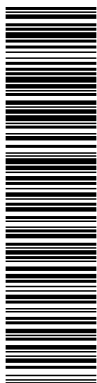
### Monitorización SCADA

El sistema SCADA implementado proporciona una interfaz de supervisión y control que integra información en tiempo real de todos los elementos del sistema de iluminación. Para cada sentido de circulación, el SCADA presenta en tiempo real la escena lumínica activa, los valores medidos por los luminancímetros en  $cd/m^2$ , el estado del pavimento detectado por los sensores de lluvia, la intensidad de tráfico en vehículos por hora y carril, y los niveles de iluminancia interior medidos por los luxómetros.

El sistema permite la gestión avanzada de todos los dispositivos del bus DALI. El SCADA incorpora la configuración de los umbrales de activación y desactivación de las quince escenas predefinidas y la gestión del reloj astronómico virtual que actúa como respaldo ante fallo de luminancímetros.

Existe un módulo específico dedicado a la monitorización de consumos energéticos discriminados por circuito, con lecturas en tiempo real de potencias activa, reactiva y aparente, consumo acumulado, y que permite la visualización interactiva de diferentes gráficas y la generación automática de informes mensuales de consumo energético.

DOCUMENT MEMÒRIA: E2-1-5 Memoria Sistema Regulación y Control Túnel Can Clota	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: <b>6NNH5-XVYK3-3355N</b> Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:31 Pàgina 5 de 8	SIGNATURES	ESTAT <b>APROVAT</b> 23/06/2026 09:05



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4395320.6NNH5-XVYK3-3355N) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document està APROVAT. Mitjançant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: https://verificador.amb.cat/verificador/Document/home

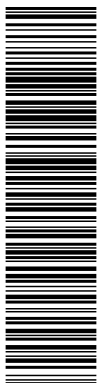
ud (FG1A0ZZZ) Desenvolupament de software de control d'enllumenat de túnel tipus parametrizable compost per programació, integració del sistema de control d'enllumenat de túnel amb els sistemes de control i plataforma existents de l'ajuntament de Barcelona i AMB. Inclou la creació de pantalles amb paràmetres de monitorització i control segons requeriments de la DF i l'AMB. Inclou la definició i programació de les escenes lumíniques del túnel. La integració s'haurà de fer sobre els plcs, evitant la intervenció de sistemes de codi tancat. La integració del control de regulació de l'enllumenat a l'scada caldrà que tingui el vist i plau de l'amb i els seus respectius departaments de l'amb i la Direcció General de Carreteres de la Generalitat de Catalunya. Permetrà un control complet dinàmic autònom de la il·luminació de túnel, controlant els projectors punt a punt. El sistema funcionarà completament independent en condicions normals, però també podrà interactuar amb dispositius com pulsadors, situacions d'emergència, etc. La programació d'aquest sistema ha de ser segons la corba UNE-14380, els valors determinats per als luminàcimetres de les boques, els valors determinats per als luxometres interiors, els valors determinats per el sensor de calçada mullada i els valors del senyal imd. El sistema de control haurà de ser integrable amb el sistema scada utilitzat per túnels viaris de l'AMB i la Direcció General de Carreteres de la Generalitat de Catalunya.

ud (FP0108012A) Actualització SCADA, segons especificació funcional a desenvolupar i proposar per l'adjudicatari i validar per part de la Direcció Tècnica del contracte, que ha d'incloure com a mínim:

- Nova pantalla de layout del túnel amb la visualització dels elements del túnel, el seu estat i KPIs principals del túnel.
- Nova pantalla d'enllumenat, desenvolupant un mínim de dos pantalles corresponent a la visualització de l'estat general de la instal·lació i pantalla de visualització/modificació dels diferents paràmetres de l'enllumenat. El SCADA haurà d'emmagatzemar els paràmetres de visualització, com a mínim, nivell de luminància, nivell de trànsit, estat del paviment, numero de punts de llum en error i consum per circuits
- Nova pantalla de ventilació, desenvolupant un mínim de dos pantalles corresponent a la visualització de l'estat general de la instal·lació i pantalla de visualització/modificació dels diferents paràmetres de la ventilació. El SCADA haurà d'emmagatzemar els paràmetres de visualització, com a mínim, els valors de mesura instantanis dels dispositius, els valors de funcionament de la ventilació sanitària. Inclourà l'actualització de la programació funcional de la ventilació sanitària del túnel, en funció de la nova informació dels sensors a instal·lar.
- Nova pantalla d'energia, visualitzant els estats, en forma d'esquema elèctrica global de la instal·lació, dels diferents interruptors i elements principals, així com la informació resum dels diferents analitzadors de xarxes i SAIs de la instal·lació. Des d'aquesta pantalla es podrà accedir a consulta de la informació de cadascun d'aquests elements.
- Nova pantalla de comunicacions amb visualització d'estats de comunicació de l'anell de fibra òptica, switches, ports òptics i elèctrics, PLCs, etc...
- Actualització de la pantalla d' alarmes i de missatgeria SMS en correspondència amb la nova instal·lació.
- Actualització, adaptació i verificació dels programes existents al PLCs de SAI i la nova programació del PLC1500.
- Actualització dels informes de sortides de l'SCARDA, corresponents a alarmes, events, estats, històric, etc... relatius a les instal·lacions d'aquest túnel.
- Desenvolupament de l'adreçament IP de la nova instal·lació.
- Actualització de l'aplicació web de l'SCARDA.

Serà necessari el desenvolupament de tota la programació, proves en un entorn de pre-producció per a la seva validació prèvia abans de la carrega en els servidors. També s'haurà de desenvolupar el pla de proves i d'implantació de la actualització així com totes les feines a camp o a instal·lacions per tal de la seva correcta posada en marxa, funcionament, operació i validació final.

*Figura 3. Menció a las características del SCADA en la Certificación Final de Obra*  
Se muestran a continuación imágenes reales del sistema en funcionamiento:



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4395320.6NNH5-XVYK3-3355N.BB8B29204.FECC78ACD37BCCE87087569F9BF3BE9) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document està APROVAT. Mitjançant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: https://verificador.amb.cat/verificador/Documento/home

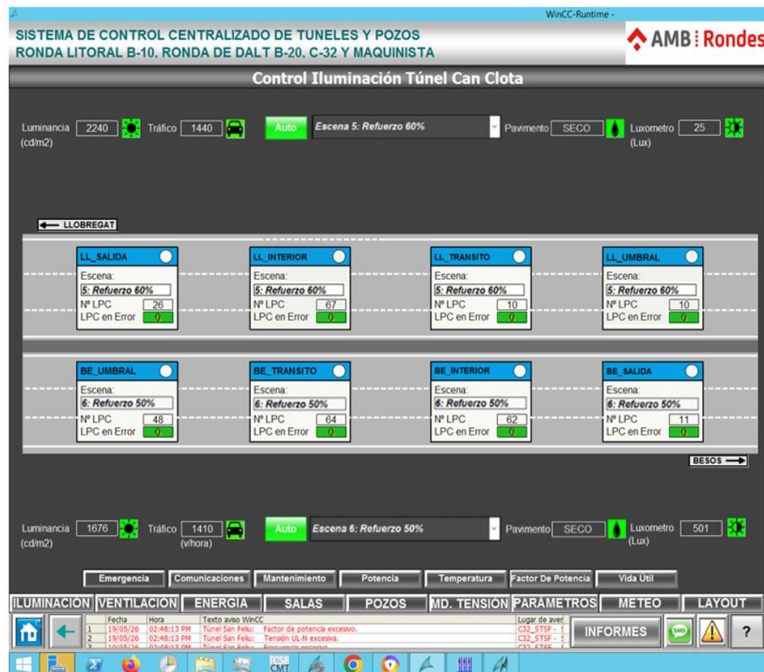


Figura 4. Sinóptico de estado actual del túnel, escenarios activos, lectura de sensores y acceso a opciones de configuración

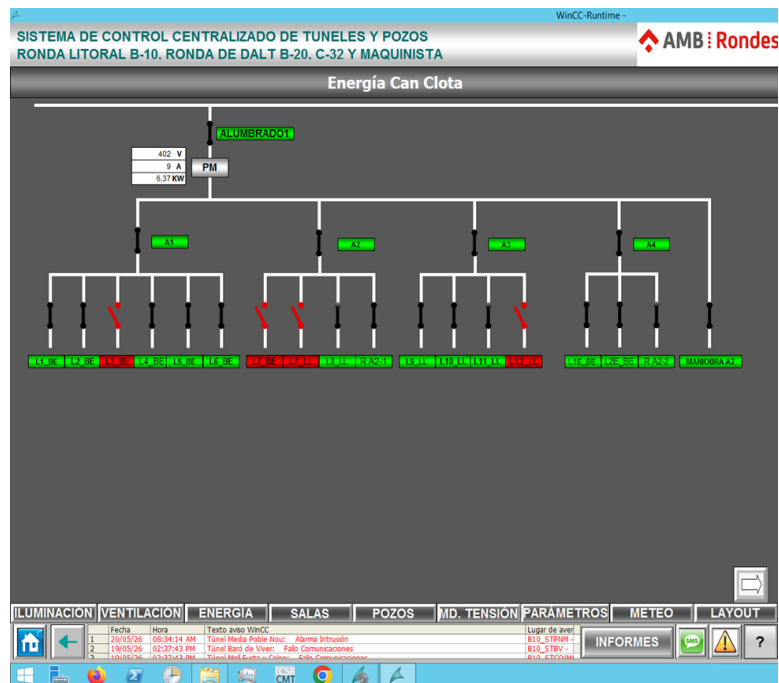
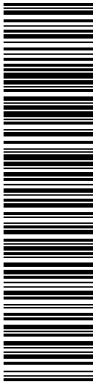


Figura 5. Pantalla de estado de cada circuito, con información en cabecera de la potencia instantánea en tiempo real



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4395320.6NNH5-XVYK3-3355N.BB8B29204FECC78A8CD37BC8E708765F9BF3BE9) generada amb replicació informàtica Firmadoc. El document està APROVAT. Mitjançant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: https://verificador.amb.cat/verificador/Document/home

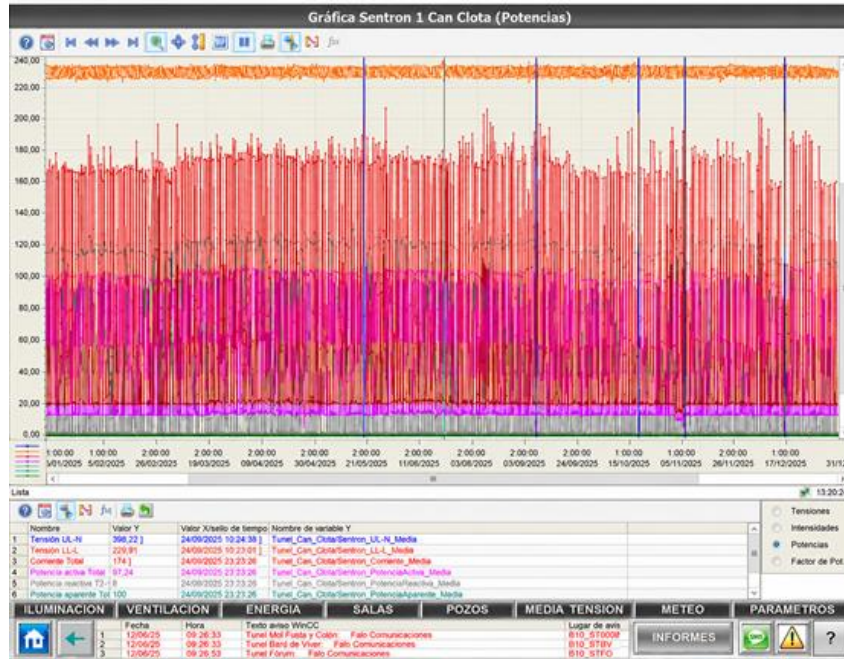


Figura 6. Pantalla de monitorización energética con gráficas de registros históricos por circuito

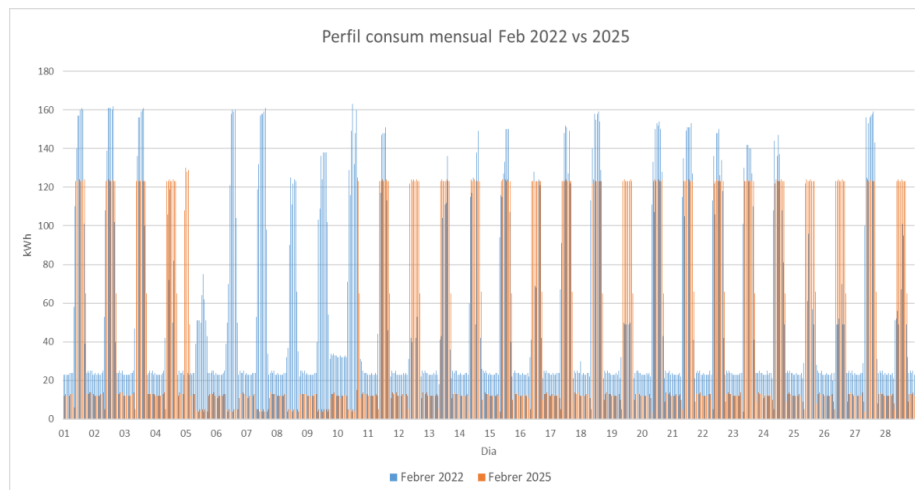
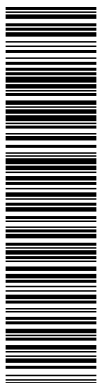


Figura 7. Gráfica de consumos horarios antes y después de la actuación

Por último, se certifica que la solución implementada cumple rigurosamente con la normativa vigente en materia de iluminación de túneles:

- Norma UNE-CR 14380:2007 "Aplicaciones de iluminación. Alumbrado de túneles".
- Orden Circular 36/2015 sobre "Criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles. Tomo II, Recomendaciones para la iluminación de túneles".

DOCUMENT <b>MEMÒRIA: E2-1-5 Memoria Sistema Regulación y Control Túnel Can Clota</b>	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: <b>6NNH5-XVYK3-3355N</b> Data d'emissió: <b>2 de Juliol de 2026 a les 12:30:31</b> Pàgina <b>8 de 8</b>	SIGNATURES	ESTAT <b>APROVAT</b> 23/06/2026 09:05



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4395320.6NNH5-XVYK3-3355N.BB8B29204FEC78A8CD37BC8E87087569F9BF3BE9) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document està APROVAT. Mitjançant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: <https://verificador.amb.cat/verificador/Document/home>

- CIE 88:2004 "Guía para el alumbrado de túneles de carretera y pasos inferiores".
- CIE 189:2010 "Criterios de calidad de los cálculos de iluminación de túneles".
- RD 635/2006, "Requisitos mínimos de Seguridad en los túneles de Carreteras del Estado".
- RD 1890/2008, "Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07".
- Normas UNE en relación con los elementos de iluminación y dispositivos de control.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones complementarias.
- Código Técnico de la Edificación.
- Instrucción técnica de túneles viarios urbanos de la ciudad de Barcelona.

**Roberto  
Martínez  
García**  
**43536074**  
**H (TCAT)**

Firmado digitalmente por Roberto Martínez García 43536074H (TCAT)  
Fecha: 2026.06.18 13:17:29 +02'00'

En Barcelona, a 18 de Junio de 2026  
Firmado  
Nombre : Roberto Martinez Garcia  
Cargo : Jefe de Seccion Coordinacion Rondas. DS Proyectos Singulares