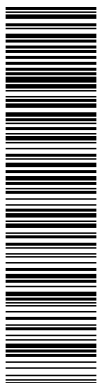


DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E3-2-4-e Projecte Eficiència energètica Borràs	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: C5EIJ-IBQ0C-2I8JY Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:48 Pàgina 1 de 16	SIGNATURES	ESTAT NO REQUEREIX SIGNATURES




Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4398808.C5EIJ-IBQ0C-2I8JY.EC65145808927E9FD0F37D0EE9DAFEA657B421C) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. 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>

# PROJECTE D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

## Instal·lació d'enllumenat tipus LED al túnel de Borràs

Febrer 2024

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E3-2-4-e Projecte Eficiència energètica Borràs	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: C5EIJ-IBQ0C-2I8JY Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:48 Pàgina 2 de 16	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



PROJECTE D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA  
INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT TIPUS LED AL TÚNEL DE BORRÀS

## ÍNDEX DE CONTINGUTS

- 1 OBJECTE
- 2 DADES GENERALS
  - 2.1 TITULAR
  - 2.2 INSTAL·LACIÓ
- 3 RELACIÓ DE LLUMINÀRIES I POTÈNCIES
- 4 FACTORS DE LA INSTAL·LACIÓ
- 5 RÈGIM DE FUNCIONAMENT I DESCRIPCIÓ DELS SISTEMES D'ACCIONAMENT
  - 5.1 RÈGIM DE FUNCIONAMENT
  - 5.2 SISTEMA D'ACCIONAMENT
- 6 MESURES ADOPTADES PER A LA MILLORA DE LA EFICIÈNCIA I ESTALVI ENERGÈTIC, AIXÍ COM PER A LA LIMITACIÓ DEL ENLLUERNAMENT NOCTURN I REDUCCIÓ DE LLUM INTRUSA.
  - 6.1 MESURES D'ESTALVI ENERGÈTIC
  - 6.2 LIMITACIÓ DEL ENLLUERNAMENT NOCTURN
  - 6.3 REDUCCIÓ DE LA LLUM INTRUSA
- 7 EFICIÈNCIA ENERGÈTICA SEGONS ITC EA-01
  - 7.1 CARACTERÍSTIQUES DE LA ZONA ESTUDIADA
  - 7.2 DADES D'ESTUDI
  - 7.3 CÀLCUL DEL VALOR DE EFICIÈNCIA ENERGÈTICA ( $\epsilon$ )
  - 7.4 CÀLCUL DEL ÍNDEX D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA ( $I_e$ ) I DEL ÍNDEX DE CONSUM ENERGÈTIC (ICE)
- 8 QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA
- 9 ETIQUETA ENERGÈTICA
- 10 REDUCCIÓ DEL CONSUM D'ENERGIA (KWH/ANY I KTEP/ANY)
  - 10.1 ESTALVI ENERGÈTIC DIRECCIÓ BESÒS
  - 10.2 ESTALVI ENERGÈTIC DIRECCIÓ LLOBREGAT
  - 10.3 CONSUM TOTAL INFRAESTRUCTURA

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E3-2-4-e Projecte Eficiència energètica Borràs	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: C5EIJ-IBQ0C-2I8JY Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:48 Pàgina 3 de 16	SIGNATURES	ESTAT NO REQUEREIX SIGNATURES



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4398808 C5EIJ-IBQ0C-2I8JY EC65145808927E9FD0F37D0EE9DAFEA6577B421C) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. Mil·liançant 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>



PROJECTE D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA  
INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT TIPUS LED AL TÚNEL DE BORRÀS

## 1 OBJECTE

L'objecte de la memòria es concretar les característiques de tots i cadascun dels components i de les obres projectades, amb especial referència al compliment del reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat i la millora de l'eficiència i estalvi energètic, d'acord amb el R. D 1890/2008.

## 2 DADES GENERALS

### 2.1 TITULAR

NOM	Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB)
NIF	P08000258F
ADREÇA	Carrer 62, núm. 16-18, Zona Franca 08040 Barcelona

### 2.2 INSTAL·LACIÓ

QUADRE	Situat a la sala tècnica sota la Plaça Borràs
EMPLAÇAMENT	Túnel de Borràs
COORDENADES	B-20. entre els punts quilomètrics 7+206 i 7+705
ÚS DESTINAT	Enllumenat túnel

## 3 RELACIÓ DE LLUMINÀRIES I POTÈNCIES

A continuació es detallen les unitats i potències per a cadascun dels models instal·lats al túnel per ambdós sentits, tots ells de la firma CARANDINI.

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E3-2-4-e Projecte Eficiència energètica Borràs	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: C5EIJ-IBQ0C-2I8JY Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:48 Pàgina 4 de 16	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4398808 C5EIJ-IBQ0C-2I8JY EC65145808927E9FD0F37D0EE9DAFEA6577B421C) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. Mil·liançant 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>



PROJECTE D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA  
INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT TIPUS LED AL TÚNEL DE BORRÀS

<u>DIRECCIÓ BESÒS</u>		
UNITATS	MODEL	POTÈNCIA (W)
82	TXR.1.S.CC.014.4.048J.CMA5	95
12	TXR.1.S.CC.014.4.048J.CMA5	95
16	TXR.1.S.CC.026.4.096J.CMA5	190
166	TXR.1.S.CC.052.4.0192J.CMA5	368
16	TXR.1.S.CC.052.4.0192J.CMA5	368
2	VKA.1.L.CC.038.4.160I.AMA1	285
<b>TOTAL 294 U.</b>		

<u>DIRECCIÓ LLOBREGAT</u>		
UNITATS	MODEL	POTÈNCIA (W)
88	TXR.1.S.CC.014.4.048J.CMA5	95
8	TXR.1.S.CC.014.4.048J.CMA5	95
22	TXR.1.S.CC.026.4.096J.CMA5	190
159	TXR.1.S.CC.052.4.0192J.CMA5	368
2	VKA.1.L.CC.038.4.160I.AMA1	285
<b>TOTAL 279 U.</b>		

#### 4 FACTORS DE LA INSTAL·LACIÓ

- Factor d'utilització ( $f_u$ ) = No aplica al tractar-se de tecnologia LED.
- Factor de manteniment ( $f_m$ ) = 0,80
- Eficiència lluminàries ( $\epsilon_L$ ) / Rendiment ( $\eta$ ) =

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E3-2-4-e Projecte Eficiència energètica Borràs	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: C5EIJ-IBQ0C-2I8JY Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:48 Pàgina 5 de 16	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



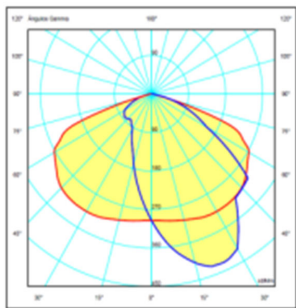
Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4398808 C5EIJ-IBQ0C-2I8JY EC65145808927E9FD0F37D0EE9DAFEA657B421C) generada amb l'aplicació informàtica Firmador. El document no requereix signatures. Mil·liantant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: <https://verificador.amb.cat/verificador/Document/home>



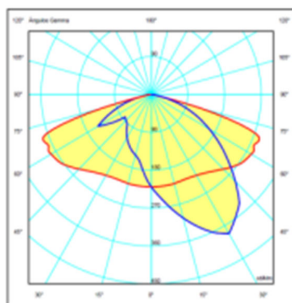
PROJECTE D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA  
INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT TIPUS LED AL TÚNEL DE BORRÀS

MODEL	POTÈNCIA	EFICIÈNCIA lm / W
TXR.1.S.CC.014.4.048J.CMA5	95	147,37
TXR.1.S.CC.026.4.096J.CMA5	190	136,84
TXR.1.S.CC.052.4.0192J.CMA5	368	141,30
VKA.1.L.CC.038.4.160I.AMA1	285	133,33
TXR.1.S.CC.014.4.056H.ACE4	94	148,94
TXR.1.S.CC.014.4.084D.AMM6	88	159,09
TXR.1.S.CC.026.4.168D.AMM6	175	148,57
TXR.1.S.CC.052.4.0336D.AMM6	351	148,15

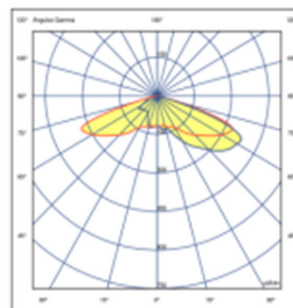
Flux hemisfèric superior instal·lat (FHS<sub>inst</sub>) = 0% (per tots els models TXR)



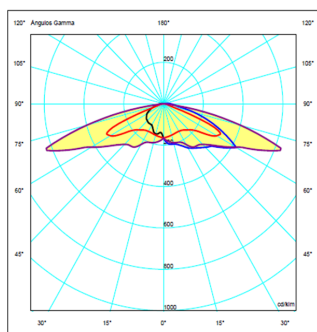
ACE4



AMM6



AMA1



CMA5

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E3-2-4-e Projecte Eficiència energètica Borràs	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: C5EIJ-IBQ0C-2I8JY Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:48 Pàgina 6 de 16	SIGNATURES	ESTAT NO REQUEREIX SIGNATURES



## 5 RÈGIM DE FUNCIONAMENT I DESCRIPCIÓ DELS SISTEMES D'ACCIONAMENT

### 5.1 RÈGIM DE FUNCIONAMENT

La instal·lació d'enllumenat d'un túnel, a diferència del enllumenat exterior que només està en funcionament en el període comprès entre la posta i la sortida del sol, és necessària que estigui les 24h del dia en funcionament. Precisament, al revés del que passa en enllumenat exterior, les hores més crítiques son durant el dia, moment en el qual hi ha la major aportació lumínica natural per part del sol i que per tant, hem de suplir a les boques i sortides del túnel amb una gran aportació lumínica per tal d'evitar l'anomenat "efecte del forat negre". Aquest efecte, que es produeix quan estem a una distància considerable del túnel, es degut a que la luminància ambiental a l'exterior es molt més gran que la de l'entrada al túnel.

### 5.2 SISTEMA D'ACCIONAMENT

El túnel es governa a través d'un quadre de control situat a la sala tècnica.

Aquest sistema integral intel·ligent de control d'enllumenat de túnels, disposa per a cadascun dels sentits de circulació dels següents elements de mesura:

- Luxòmetre: Situat a la zona interior del túnel perquè la llum exterior no tingui cap tipus d'incidència, s'encarrega de mesurar el nivell de brutícia que hi ha al túnel amb els pas del temps mitjançant la variació en el LUX mesurats en aquella zona.
- Luminancímetre: Situat a la distància de parada de la boca d'entrada del túnel, s'encarrega de mesurar la luminància a la boca del túnel.
- Detector de trànsit situat a l'interior per mesurar la densitat/velocitat del trànsit.
- Pluviòmetre: Situat a l'exterior del túnel per fer mesures les condicions del paviment a l'entrada del túnel (humit/sec).
- Detector de CO: Situat a la l'interior del túnel i s'encarrega de prendre la mesura de monòxid de carboni.
- Detector de NO: Situat a la l'interior del túnel i s'encarrega de prendre la mesura de diòxid de carboni.

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E3-2-4-e Projecte Eficiència energètica Borràs	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: C5EIJ-IBQ0C-2I8JY Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:48 Pàgina 7 de 16	SIGNATURES	ESTAT NO REQUEREIX SIGNATURES



- Opacímetre: Situat a la l'interior del túnel i s'encarrega de prendre la mesura del d'opacitat del túnel, per poder assegurar una bona visibilitat.

Tota la informació captada per aquests elements permet habilitar diferents escenes lumíniques en funció de les condicions del túnel aconseguint d'aquesta manera la màxima eficiència i per tant una reducció molt significativa en el cost d'exploració.

## 6 MESURES ADOPTADES PER A LA MILLORA DE LA EFICIÈNCIA I ESTALVI ENERGÈTIC, AIXÍ COM PER A LA LIMITACIÓ DEL ENLLUERNAMENT NOCTURN I REDUCCIÓ DE LLUM INTRUSA.

### 6.1 MESURES D'ESTALVI ENERGÈTIC

Tal i com hem comentat a l'apartat anterior, mitjançant escenes lumíniques basades en el nivell lumínic a la boca del túnel, en si el paviment està sec o mullat i en si el trànsit es mig o alt el sistema permet ajustar les necessitats reals del túnel amb la escena mes adient en cada cas. Totes aquestes escenes permeten subministrar la quantitat justa de llum al túnel, aconseguint així un gran estalvi energètic.

### 6.2 LIMITACIÓ DEL ENLLUERNAMENT NOCTURN

No aplica al tractar-se d'un túnel.

### 6.3 REDUCCIÓ DE LA LLUM INTRUSA

No aplica al tractar-se d'un túnel.

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E3-2-4-e Projecte Eficiència energètica Borràs	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: C5EIJ-IBQ0C-2I8JY Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:48 Pàgina 8 de 16	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4398908 C5EIJ-IBQ0C-2I8JY EC65145808927E9D0F937D0EE9DAFEA6577B421C) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. Mil·liantant 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



## 7 EFICIÈNCIA ENERGÈTICA SEGONS ITC EA-01

En els túnels, els nivells d'il·luminació requerits són molt més grans que els especificats en el Reglament d'Eficiència Energètica, sobretot a les boques d'entrada del mateix, ja que depenen dels nivells d'il·luminància exteriors amb llum natural, i en conseqüència son molt més elevats (poden arribar a 2500-3000 lux en el tram I del Llindar). Tot això obliga a reconsiderar l'aplicació del concepte de qualificació energètica en instal·lacions d'enllumenat de túnels, d'acord amb l'Ordre Circular 36/2015 del ministeri de foment.

Donades les particularitats de les instal·lacions d'enllumenat de túnels, no es d'aplicació el mètode d'avaluació d'eficiència energètica d'una instal·lació d'il·luminació que figura en el REEIAE, i per tant el sistema de Qualificació Energètica que el mateix estableix.

En conseqüència, es aconsellable establir una sèrie de ratis o índex d'eficiència adequats a la problemàtica dels túnels, basats en l'experiència acumulada en la gran quantitat de túnels realitzats en la Red de Carreteras del Estado, que permetran d'una manera racional fixar uns límits d'eficiència energètica tenint en compte els diferents règims, els diferents trams del túnel, les condicions ambientals d'il·luminació exterior...

Per aquesta raó, els índex o ratios d'eficiència energètica de la instal·lació es calcularan d'acord amb les següents expressions:

$$\epsilon_{POT} = \frac{W_{instalada}}{S}$$

$$\epsilon_{CONSUMO} = \frac{C_{anual}}{S}$$

Siendo:

- $W_{instalada}$  = Potencia media total instalada para el régimen días soleados en todo el túnel.
- $S$  = Superficie total del túnel, tomando como anchura la de la calzada más los arcones
- $C_{anual}$  = Consumo anual por tramo de túnel, incluyendo todas las luminarias en un determinado tramo.

Tot el comentat amb anterioritat te sentit quan es tracta d'un túnel realitzat amb tecnologia de descàrrega o amb una combinació de descàrrega + LED. En el nostre cas, tractant-se d'un túnel realitzat íntegrament amb tecnologia LED només te sentit realitzar el càlcul de la eficiència energètica de l'enllumenat permanent/nocturn del túnel, que equivaldria al del enllumenat exterior.

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E3-2-4-e Projecte Eficiència energètica Borràs	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: C5EIJ-IBQ0C-2I8JY Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:48 Pàgina 9 de 16	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4398808 C5EIJ-IBQ0C-2I8JY EC65145808927E9FD0F37D0EE9DAFEA6577B421C) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. Miljantçant 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>



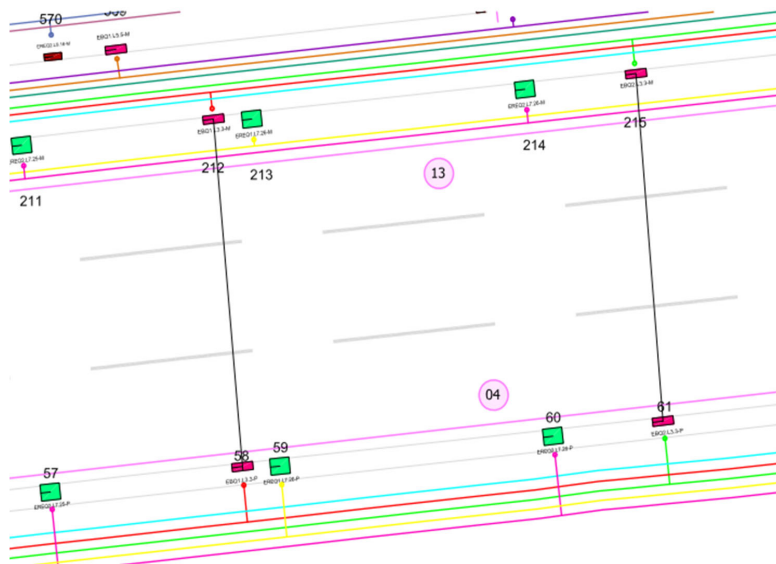
## 7.1 CARACTERÍSTIQUES DE LA ZONA ESTUDIADA

La zona estudiada pertany a l'enllumenat permanent/nocturn del túnel (Escena 12). Aquesta disposició de projectors està al llarg de tot el túnel y està encesa SEMPRE, les 24h del dia els 365 dies de l'any.

## 7.2 DADES D'ESTUDI

La secció estudiada resulta representativa de tot el túnel (veure plànol 1), i s'han agafat les dades de l'estudi lumínic de "BESOS 3 carrils 182 cdm2. Totes les lluminàries instal·lades disposen de tecnologia LED.

- Superfície =  $9,3 \times 13 = 120,9 \text{ m}^2$
- Il·luminació mitja = 49,2 lux (prevista en estudi lumínic)
- Potència instal·lada = 57 W



Plànol 1. Secció de l'estudi lumínic

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E3-2-4-e Projecte Eficiència energètica Borràs	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: C5EIJ-IBQ0C-2I8JY Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:48 Pàgina 10 de 16	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4398808 C5EIJ-IBQ0C-2I8JY EC65145808927E9FD0F37D0EE9DAFEA6577B421C) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. Mil·liançant 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



### 7.3 CÀLCUL DEL VALOR DE EFICIÈNCIA ENERGÈTICA (ε)

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{120,9 \text{ m}^2 \cdot 49,2 \text{ lux}}{57 \text{ W}} = 104,35 \text{ m}^2 \cdot \text{lux/W}$$

El valor d'eficiència energètica mínima a arribar en instal·lacions d'enllumenat vial funcional s'obté d'interpol·lar en la taula 1 de la ITC-EA-01 per a la il·luminància mitja en servei calculada de 49,2 lux, obtenint un valor d'eficiència energètica mínima de 18 m<sup>2</sup>·lux/W.

Tabla 2. Requisitos mínimos de eficiencia energética (ε), y máximos de potencia unitaria (P<sub>U</sub>) en instalaciones de alumbrado vial ambiental

Iluminancia media en servicio  E <sub>m</sub> (lux)	Eficiencia energética mínima  ε (m <sup>2</sup> ·lux / W)	Potencia unitaria máxima  P <sub>U</sub> (W/m <sup>2</sup> )
≥ 20	18	1,11
15	17	0,88
10	16	0,63
7,5	14	0,53
≤ 5	12	0,42

Es comprova que el valor obtingut en la instal·lació es superior al valor mínima anterior.

$$\varepsilon = 104,35 > 18 \text{ (Funcional)} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### 7.4 CÀLCUL DEL ÍNDEX D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA (I<sub>E</sub>) I DEL ÍNDEX DE CONSUM ENERGÈTIC (ICE)

En primer lloc hem d'obtenir el valor d'eficiència energètica de referència (ε<sub>R</sub>) corresponent a a enllumenat funcional, interpolant a la taula 3 de la ITC-EA-01, obtenint-se el valor de referència 68 m<sup>2</sup>·lux/W.

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E3-2-4-e Projecte Eficiència energètica Borràs	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: C5EIJ-IBQ0C-2I8JY Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:48 Pàgina 11 de 16	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4398808 C5EIJ-IBQ0C-2I8JY EC65145808927E9D0F37D0EE9DAFEA6577B421C) generada amb l'aplicació informàtica Firmador. El document no requereix signatures. 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



**PROJECTE D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA**  
INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT TIPUS LED AL TÚNEL DE BORRÀS

Tabla 3. Valores de eficiencia energética de referencia ( $\epsilon_R$ ) en instalaciones de alumbrado vial funcional y ambiental

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Illuminancia Media en Servicio Proyectada	Eficiencia Energética de Referencia	Illuminancia Media en Servicio Proyectada	Eficiencia Energética de Referencia
$E_m$ (lux)	$\epsilon_R \left( \frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$	$E_m$ (lux)	$\epsilon_R \left( \frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$
$\geq 30$	68	-	-
25	60	-	-
20	52	$\geq 20$	36
15	44	15	30
10	36	10	24
$\leq 7,5$	28	7,5	18
-	-	$\leq 5$	12

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

Aplicant les formules s'obté:

$$I\epsilon = \frac{\epsilon}{\epsilon_R} = \frac{104,35}{68} = 1,53 \quad ICE = \frac{1}{I\epsilon} = \frac{1}{1,53} = 0,61$$

## 8 QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA

Un cop tenim el valor de  $I\epsilon$  e ICE, obtenim la qualificació energètica de la instal·lació mitjançant la taula 4 de la ITC-EA-01.

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E3-2-4-e Projecte Eficiència energètica Borràs	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: C5EIJ-IBQ0C-2I8JY Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:48 Pàgina 12 de 16	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4398808 C5EIJ-IBQ0C-2I8JY EC65145808927E9FD0F37D0EE9DAFEA6577B421C) generada amb l'aplicació informàtica Firmador. El document no requereix signatures. Mil·liantant 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>



PROJECTE D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA  
INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT TIPUS LED AL TÚNEL DE BORRÀS

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

Más eficiente

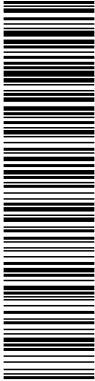
Menos eficiente

Tal i com podem observar, podem concloure que la qualificació energètica de la instal·lació de l'enllumenat permanent/nocturn del túnel és: A

## 9 ETIQUETA ENERGÈTICA

Tenint en compte una potència de 57 W (a la nit), que correspon al 60% de la potència dels projectors permanents, i sabent que tenim un total de 82 u (direcció Besòs) i 88 u (direcció Llobregat) calculem el consum d'energia anual. El càlcul està realitzat per 12h. diàries.

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E3-2-4-e Projecte Eficiència energètica Borràs	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: C5EIJ-IBQ0C-2I8JY Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:48 Pàgina 13 de 16	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4398808 C5EIJ-IBQ0C-2I8JY EC65145808927E9DF0F37D0EE9DAFEA657B421C) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. Miljantçant 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>



PROJECTE D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA  
INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT TIPUS LED AL TÚNEL DE BORRÀS

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
<p>Más eficiente</p> <p>Menos eficiente</p>	
Instalación:	TÚNEL DE BORRÁS
Localidad / Calle:	Barcelona
Horario de funcionamiento:	4380 h. l'any
Consumo de Energía Anual (kWh/año):	44.442,20
Emisiones CO <sub>2</sub> anual (kg CO <sub>2</sub> /año):	22.112,39
Índice de eficiencia energética (It):	1,53
Iluminancia media en servicio E <sub>av</sub> (lux):	49,2
Uniformidad (%):	77

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E3-2-4-e Projecte Eficiència energètica Borràs	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: C5EIJ-IBQ0C-2I8JY Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:48 Pàgina 14 de 16	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



PROJECTE D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA  
INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT TIPUS LED AL TÚNEL DE BORRÀS

## 10 REDUCCIÓ DEL CONSUM D'ENERGIA (KWH/ANY I KTEP/ANY)

Per a obtenir la reducció del consum d'energia que s'ha portat a terme amb la substitució de tot l'enllumenat del túnel de tecnologia HID (VSAP) a LED es farà un càlcul del consum energètic estimat d'abans i del actual.

### 10.1 ESTALVI ENERGÈTIC DIRECCIÓ BESÒS

POTENCIES ESTIMAT VSAP_ABANS				
DIRECCIÓ BESÒS			Unitats:	950
UNITATS	POTENCIA(W)	POTENCIA TOTAL (W)	TOTAL (W)	
200	400 (diurn)	435	87000	
100	250 (diurn)	275	27500	
100	150 (diurn)	173	17300	
250	250 (permanent)	275	41250	
300	30 (permanent)	37,5	11250	
<b>CONSUM TOTAL</b>			<b>184.300</b>	

POTENCIES ESTIMAT LED_DESPRES				
DIRECCIÓ BESÒS			Unitats:	294
UNITATS	POTENCIA(W)	POTENCIA TOTAL (W)	TOTAL (W)	
82	95	104,5	8.569	
12	95	104,5	1.254	
16	190	209	3.344	
166	368	404,8	67.197	
16	368	404,8	6.477	
2	285	313,5	627	
<b>CONSUM TOTAL</b>			<b>87.468</b>	

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E3-2-4-e Projecte Eficiència energètica Borràs	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: C5EIJ-IBQ0C-2I8JY Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:48 Pàgina 15 de 16	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4398808 C5EIJ-IBQ0C-2I8JY EC65145808927E9FD0F37D0EE9DAFEA6577B421C) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. Mil·liançant 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



PROJECTE D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA  
INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT TIPUS LED AL TÚNEL DE BORRÀS

ESTALVI ENERGÈTIC ESTIMAT			
DIRECCIÓ BESÒS			
REGIM	HORES	POTENCIA	kWh.any
ASSOLEJAT	12	184.300	807.234,00
NOCTURN	12	11.250	49.275,00
<b>TOTAL CONSUM ESTIMAT VSAP (ABANS)</b>			<b>856.509,00</b>
REGIM	HORES	POTENCIA	kWh.any
ASSOLEJAT	12	87.468	383.109,84
NOCTURN	12	4.674	20.472,120
<b>TOTAL CONSUM ESTIMAT LED (DESPRES)</b>			<b>383.130,31</b>
<b>ESTALVI ENERGÈTIC ESTIMAT</b>			<b>473.378,69</b>

## 10.2 ESTALVI ENERGÈTIC DIRECCIÓ LLOBREGAT

POTÈNCIES ESTIMAT VSAP_ABANS				
DIRECCIÓ LLOBREGAT			Unitats:	550
UNITATS	POTENCIA(W)	POTENCIA TOTAL (W)	TOTAL (W)	
200	400 (diurn)	435	87.000	
100	250 (diurn)	275	27.500	
100	150 (diurn)	173	17.300	
150	250 (permanent)	275	41.250	
<b>CONSUM TOTAL</b>			<b>173.050</b>	

POTÈNCIES ESTIMAT LED_DESPRES				
DIRECCIÓ LLOBREGAT			Unitats:	279
UNITATS	POTENCIA(W)	POTENCIA TOTAL (W)	TOTAL (W)	
88	95	104,5	9.196	
8	95	104,5	836	
22	190	209	4.598	
159	368	404,8	64.363	
2	285	313,5	627	
<b>CONSUM TOTAL</b>			<b>79.620</b>	

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E3-2-4-e Projecte Eficiència energètica Borràs	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: C5EIJ-IBQ0C-2I8JY Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:48 Pàgina 16 de 16	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4398808 C5EIJ-IBQ0C-2I8JY EC65145808927E9FD0F37D0EE9DAFEA6577B421C) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. Mil·liançant 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>



PROJECTE D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA  
INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT TIPUS LED AL TÚNEL DE BORRÀS

ESTALVI ENERGÈTIC ESTIMAT			
DIRECCIÓ LLOBREGAT			
REGIM	HORES	POTENCIA	kWh.any
ASSOLEJAT	12	173.050	757.959,00
NOCTURN	12	41.250	180.675,00
<b>TOTAL CONSUM ESTIMAT VSAP (ABANS)</b>			<b>938.634,00</b>
REGIM	HORES	POTENCIA	kWh.any
ASSOLEJAT	12	79.620	314.962,30
NOCTURN	12	5.016	21.970,08
<b>TOTAL CONSUM ESTIMAT LED (DESPRES)</b>			<b>336.932,38</b>
<b>ESTALVI ENERGÈTIC ESTIMAT</b>			<b>601.701,62</b>

### 10.3 CONSUM TOTAL INFRAESTRUCTURA

	Unitat	Valor	Factor de conversió
1 Reducció del consum d'energia final a infraestructures públiques o empreses	(kWh/any)	970.219,49	
2 <b>Indicador de productivitat: CO34</b> – Reducció anual estimada de gasos d'efecte hivernacle	(tCO2/any)	505,48	0,521kgCO2 / kWh
3 <b>Indicador de productivitat: E001Z</b> – Reducció del consum d'energia final en infraestructures públiques o empreses	(ktep/any)	0,08344	0,086 tep/MWh

JAVIER  
MORENO  
MAGDALENO

Firmado digitalmente por JAVIER MORENO MAGDALENO  
Nombre de reconocimiento (DN): cn=JAVIER MORENO MAGDALENO, o,ou=URBALUX, email=javier.moreno@urbalux.co  
m, c=ES  
Fecha: 2024.03.06 08:55:40 +01'00'