

## 16) Análisis de iluminación.

### 16.1) RESULTADOS DE LAS MEDICIONES LUMÍNICAS.

Las mediciones realizadas con el luxómetro arrojan diferentes valores en función de la tipología de luminaria instalada, por ejemplo, las aulas de infantil y primaria tienen luminarias distintas, pero con una distribución similar, y al disponer de una superficie diferente los valores medidos en los múltiples puntos no coincidirán, así como en las aulas que aún con la misma distribución les faltan luminarias. Hay aulas en las que las medidas se pueden hacer en el plano de trabajo (mesas) sin contaminación lumínica por luz natural (persianas cerradas), y en otras no es posible ya que no se puede eliminar parcial o totalmente la luz natural.



Figura 49 – Medición lumínica en aulas tipo del centro.

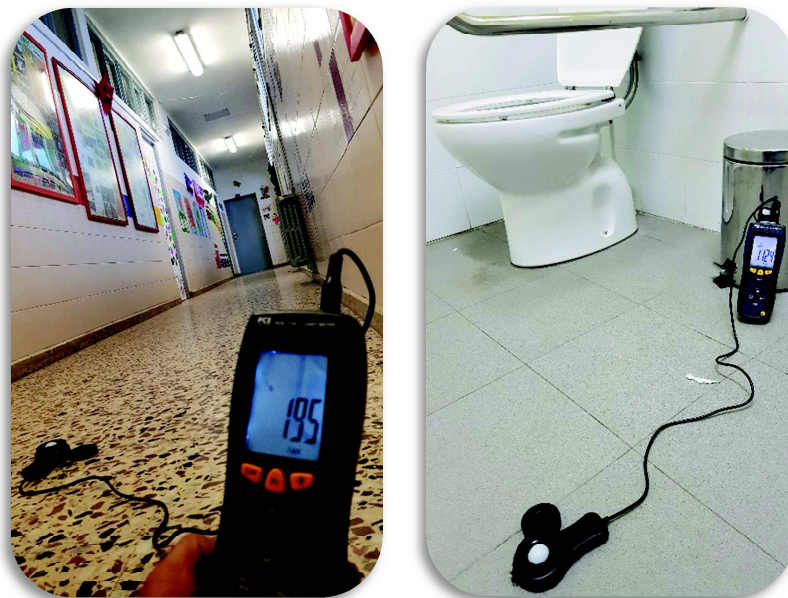


Figura 50 – Medición lumínica en un pasillo (izq.) y un baño (der.) del edificio.

En muchos puntos de medida en las aulas los valores estaban por debajo de los 300 lux en el plano de trabajo, mientras que en otros se superaban con valores del orden de los 350-400 lux o incluso superiores.

En los pasillos, valores del orden de los 200 lux, eligiendo zonas en las que la contaminación de iluminación natural era muy baja, y lo mismo en el caso de los baños con valores del orden de los 100-150 lux.

En el caso de los despachos administrativos, se miden valores del orden de 300-350 lux, y en el gimnasio en algunos puntos inferiores a los 200 lux.



**Figura 51 – Medición lumínica en despacho (izq.) y gimnasio (der.) del edificio.**

Como conclusión, los resultados dependen de la distribución y número de luminarias en la zona, así como de sus características. En la mayoría de las zonas no se cumplen los valores normativos, mientras que en algunos puntos de las zonas sí, tanto de potencia instalada por unidad de superficie como de iluminancia media y VEEI.

Zona	Intensidad lumínica recomendada (Em) en área de trabajo
Aulas	300 lx
Oficinas	500 lx
Biblioteca	500 lx
Pasillos	100 lx
Aseos	200 lx

**Tabla 17 – Valores recomendados de intensidad lumínica según la zona.**

## **16.2) SIMULACIÓN LUMÍNICA.**

Se ha centrado la simulación lumínica en una configuración predominante y repetitiva, como es la de las aulas, zonas en las que todavía no se han sustituido las luminarias por otras más eficientes. Se ha elegido la zona de aulas por ser en donde es más importante garantizar los parámetros de iluminación adecuados, al representar la mayor superficie.

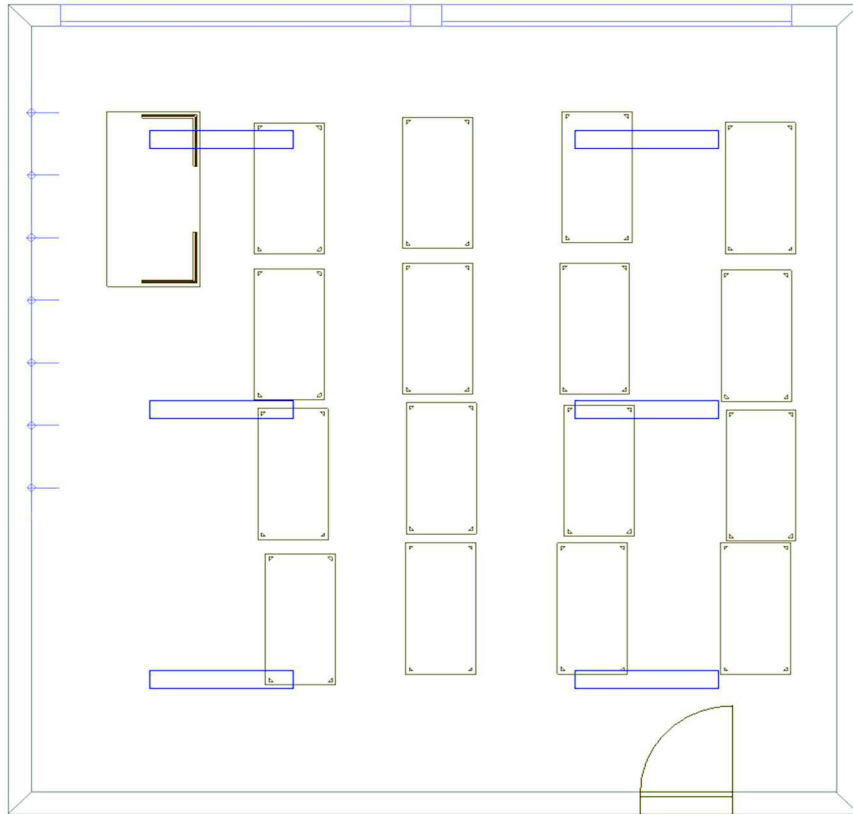
La tipología de luminaria fluorescente predominante a sustituir, es la de doble tubo fluorescente de 36 W por cada una. Estas luminarias son antiguas, y muchas veces van equipadas con balastos y reactancias convencionales. Además de proporcionar un bajo rendimiento luminoso a causa del efecto del paso del tiempo y un mantenimiento no adecuado (ensuciamiento), producen fenómenos molestos como ruido y parpadeo, además de que el consumo energético del equipo auxiliar es similar al de la luminaria en algunos casos.

Con respecto a la iluminación se propone la instalación de detectores de presencia en aulas y zonas de paso, de reducida sensibilidad, y que tengan en cuenta el nivel de iluminación natural. Si fuera posible instalar un sistema por el que se regule la intensidad de la iluminación artificial en función del nivel de luz natural con luminarias que incorporen dicha tecnología, así se debe de realizar.

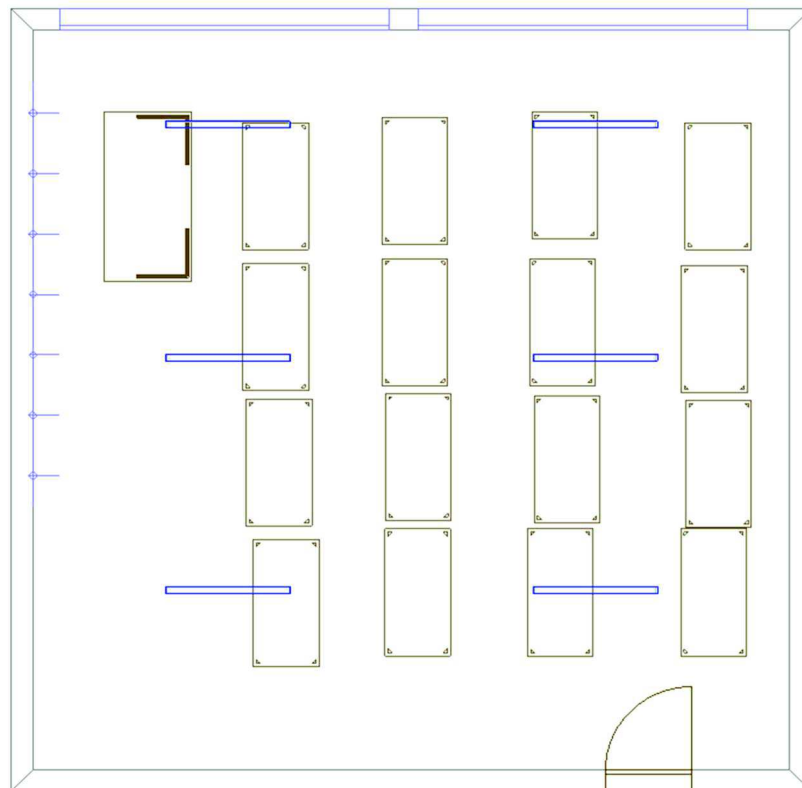
Los sistemas a instalar deben ser semiautomáticos, es decir, que permitan forzar el estado de las luminarias en encendido o apagado, para poder responder ante necesidades lumínicas puntuales. El precio de estos sistemas oscila entre 150 euros y 200 euros por unidad.

Según la Guía de Eficiencia Energética en Centros Docentes (Fenercom e IDAE), los ahorros obtenidos serán del orden del 20-60% empleando dichos sistemas, con periodos de amortización entre 2 y 6 años suponiendo un uso de 1.080 horas y un precio de la energía de 0,1815 euros/ kWh.

Mediante simulación se analiza el confort lumínico sobre la zona de trabajo, que en las aulas son las mesas. Descontando armarios, las aulas del bloque de primaria tienen unas dimensiones aproximadas de 6,9 x 7 metros, y altura 2,9 metros de suelo a techo. En los anexos se adjunta documentación al respecto con los resultados de la simulación.



**Figura 52 – Distribución de luminarias actuales en un aula tipo del edificio.**



**Figura 53 – Distribución de nuevas luminarias propuestas en un aula tipo del edificio.**

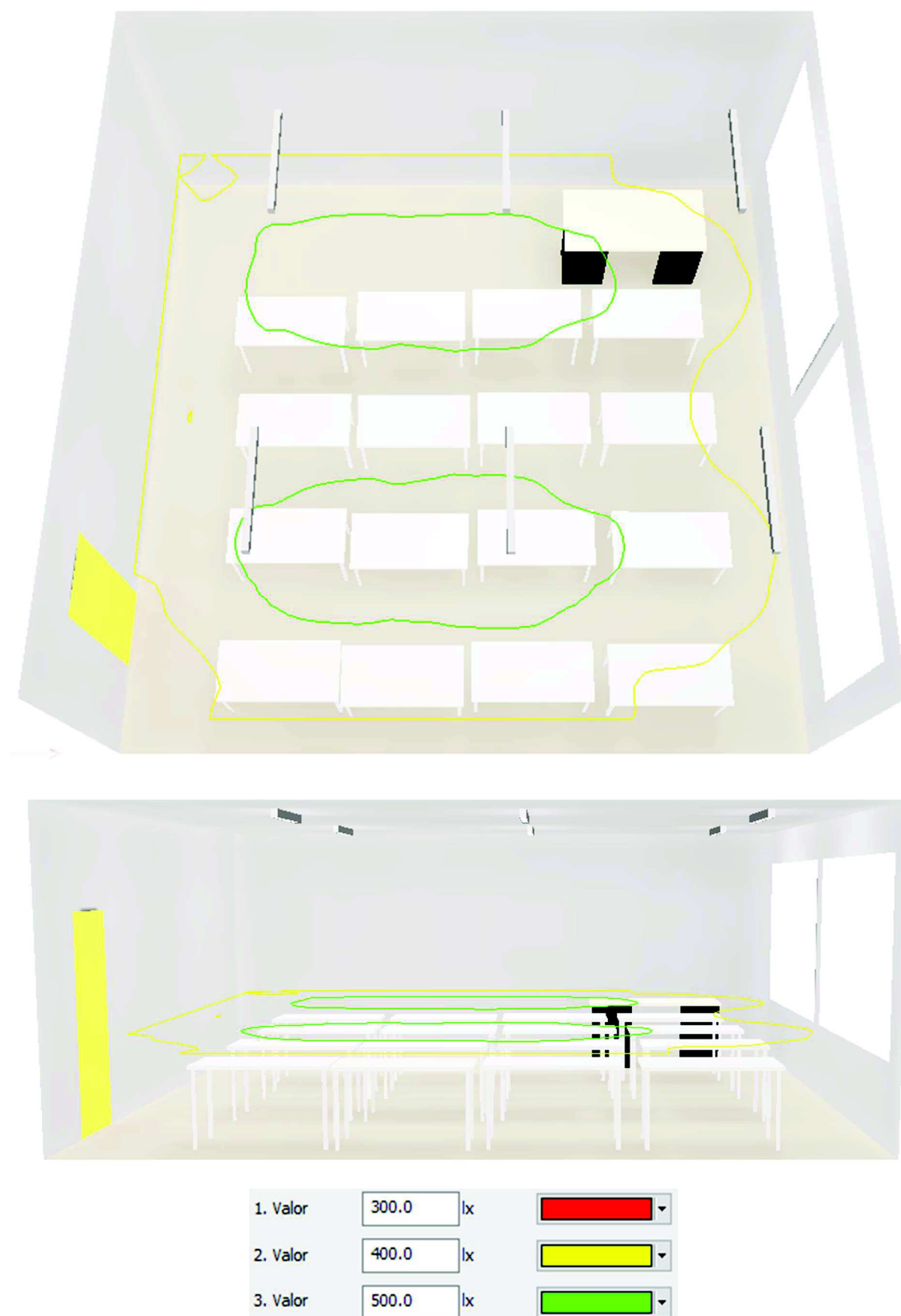


Figura 54 – Isolíneas con la distribución propuesta en aula tipo en bloque de primaria.

Se han tomado los datos de los catálogos de Philips por ser una marca de referencia y disponer de varias opciones. Por ello deben de tomarse como valores orientativos, siendo la gama de precios y calidades muy amplia en función de los fabricantes.

Con la distribución propuesta, la simulación arroja los resultados que recoge la siguiente tabla, donde se refleja que aumenta la iluminación, mientras que se reduce la potencia instalada por unidad de superficie, y se mejora el VEEI. Los valores salientes para la nueva distribución de VEEI, W/m<sup>2</sup> y Em son correctos, cumpliendo los valores recomendados y normativa.

Aula grande	Em [lx]	W/m <sup>2</sup>	VEEI
Actual	204	16,14	-
Nueva	477	4,72	1,03

**Figura 55 – Resumen de valores para aulas.**



## 19) ANEXO 2 - Resultados DIALux

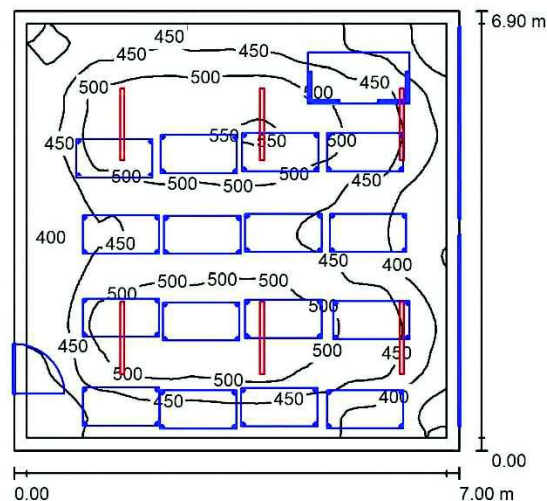
CEIP Plurilingüe Curros Enríquez


**DIALux**

15.09.2019

Proyecto elaborado por INGENIERÍA INSITU  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Aula tipo / Resumen



Altura del local: 2.900 m, Altura de montaje: 2.900 m

Valores en Lux, Escala 1:89

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	461	315	558	0.685
Suelo	85	314	110	522	0.349
Techo	90	287	178	591	0.619
Paredes (4)	90	340	238	609	/

#### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.200 m

#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS BN124C L1200 1 xLED38S/830 (1.000)	3800	3800	38.0
Total:			22800	22800	228.0

Valor de eficiencia energética:  $4.72 \text{ W/m}^2 = 1.03 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $48.30 \text{ m}^2$ )

CEIP Plurilingüe Curros Enríquez

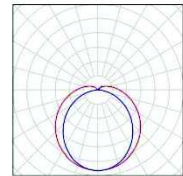

**DIALux**

15.09.2019

Proyecto elaborado por INGENIERÍA INSITU  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Aula tipo / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS BN124C L1200 1 xLED38S/830  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 3800 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 3800 lm  
Potencia de las luminarias: 38.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 91  
Código CIE Flux: 42 71 89 91 100  
Lámpara: 1 x LED38S/830/- (Factor de corrección 1.000).





CEIP Plurilingüe Curros Enríquez



15.09.2019

Proyecto elaborado por INGENIERÍA INSITU  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aula tipo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 22800 lm  
Potencia total: 228.0 W  
Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades luminicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	203	257	461	/	/
Suelo	93	220	314	85	85
Techo	28	258	287	90	82
Pared 1	74	241	315	90	90
Pared 2	101	247	349	90	100
Pared 3	78	259	337	90	96
Pared 4	92	268	360	90	103

Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_m$ : 0.685 (1:1)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.565 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $4.72 \text{ W/m}^2 = 1.03 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $48.30 \text{ m}^2$ )

CEIP Plurilingüe Curros Enríquez

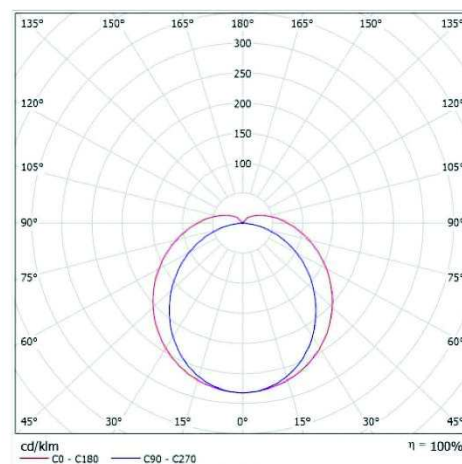

**DIALux**

15.09.2019

Proyecto elaborado por INGENIERÍA INSITU  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BN124C L1200 1 xLED38S/830 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 91  
Código CIE Flux: 42 71 89 91 100

CoreLine Regleta: cambio sencillo a luminarias LED Tanto si se trata de un nuevo edificio como de un espacio rehabilitado, los clientes prefieren soluciones de iluminación que combinen luz de calidad con un sustancial ahorro de energía y de mantenimiento. La regleta perteneciente a la gama de productos CoreLine LED se puede usar para sustituir las regletas tradicionales con lámparas fluorescentes. El proceso de selección, instalación y mantenimiento es sencillísimo.

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30	30
Techo	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30	30
Paredes	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado an perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y											
2H	2H	20.0	21.3	20.4	21.7	22.1	19.4	20.7	19.8	21.1	21.5	
	3H	21.8	23.0	22.3	23.4	23.9	20.8	21.9	21.2	22.4	22.8	
	4H	22.7	23.8	23.2	24.3	24.8	21.3	22.4	21.8	22.8	23.3	
	6H	23.6	24.6	24.1	25.1	25.6	21.6	22.6	22.1	23.1	23.6	
	8H	24.0	25.0	24.5	25.4	26.0	21.7	22.7	22.2	23.1	23.7	
4H	12H	24.3	25.3	24.9	25.8	26.3	21.7	22.6	22.2	23.1	23.7	
	2H	20.5	21.6	21.0	22.1	22.6	20.1	21.2	20.6	21.6	22.1	
	3H	22.6	23.6	23.1	24.1	24.6	21.7	22.6	22.2	23.1	23.6	
	4H	23.7	24.5	24.2	25.1	25.6	22.3	23.2	22.8	23.7	24.2	
	6H	24.7	25.5	25.3	26.0	26.6	22.8	23.5	23.1	24.0	24.6	
8H	8H	25.2	25.9	25.8	26.5	27.1	22.9	23.6	23.4	24.1	24.7	
	12H	25.7	26.3	26.3	26.9	27.5	22.9	23.6	23.5	24.1	24.8	
	4H	24.0	24.7	24.5	25.2	25.8	22.8	23.5	23.4	24.0	24.7	
	6H	25.2	25.8	25.8	26.4	27.1	23.4	24.0	24.0	24.6	25.3	
	8H	25.9	26.4	26.5	27.0	27.7	23.7	24.2	24.3	24.8	25.5	
12H	12H	26.5	27.0	27.1	27.6	28.3	23.8	24.3	24.5	24.9	25.6	
	4H	24.0	24.6	24.6	25.2	25.8	22.9	23.5	23.5	24.1	24.7	
	6H	25.3	25.8	25.9	26.4	27.1	23.6	24.2	24.3	24.8	25.4	
	8H	26.0	26.5	26.6	27.1	27.8	24.0	24.4	24.6	25.0	25.7	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1						
S = 1.5H	+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3						
S = 2.0H	+0.3 / -0.5					+0.4 / -0.5						
Tabla estándar	BX05					BX06						
Sumando de corrección	9.5					6.8						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3800lm flujo luminoso total												