

Título del trabajo/ Title of paper

NORMATIVA PARA ILUMINACIÓN ESPACIOS DEPORTIVOS Y
REQUERIMIENTOS PARA FILMACIÓN EN 4K

Autor/es/ Author/s

M^a Elena Fernández

Afiliación/es del autor/es/ Affiliation/s of the author/s

OSRAM

Dirección principal/ Mail adress

OSRAM
Avda. Leonardo da Vinci 15-17-19, Parque Empresarial "La Carpetania"
28906 Getafe (Madrid)

*Teléfono, fax, e-mail de la persona de contacto/
Phone, fax number and e-mail adress of the contact person*

+34 619 692 120
m.fernandez@osram.com

Tema:

3. Normativa, Legislación, Calibración y Certificación

1. Científico y formación es aspectos generales de la iluminación: visión, color, fotometría, luminotecnia.....
2. Luz, salud y bienestar
3. Normativa, Legislación, Calibración y Certificación
4. Iluminación interior
5. Iluminación conectada en interior
6. Sistemas de control y equipos auxiliares
7. Eficiencia energética y Empresas de servicios energéticos
8. Ciudades inteligentes e iluminación conectada en exterior
9. Gestión de fondos y ayudas para el ahorro
10. Otros usos de la luz
11. Novedades tecnológicas
12. Realizaciones prácticas
13. Contaminación luminosa

Resumen texto, con principales resultados: Índice del contexto y una amplia explicación del trabajo a presentar: "Antecedentes y objeto de la ponencia", "Desarrollo y contenido" y "Conclusiones"

Summary of text with principal results: Context index and a broad explanation of the work to be presented: "Background and purpose of the presentation", "Development and content" and "Conclusions"

0-Índice

1. *Normativa de iluminación aplicable en espacios deportivos*
2. *Reglamento para retransmisión televisiva en 4K*
3. *Factor Flicker: qué es y cómo evitarlo*
4. *Recomendaciones y buenas prácticas en proyectos de alumbrado deportivo*

1-Antecedentes y objeto de la ponencia

Teniendo en cuenta la importancia de la iluminación en la práctica deportiva de cualquier disciplina y debido a la entrada en vigor para el 2016/2017 del nuevo reglamento para retransmisión en 4K, consideramos interesante exponer la información y documentación referente a estos temas. También se analizarán y detallarán los planteamientos adecuados dentro de un proyecto de alumbrado deportivo.

2-Desarrollo y contenido de la ponencia

Se comenzará exponiendo la normativa de iluminación existente y aplicable en los distintos espacios deportivos, teniendo en cuenta el deporte a practicar y el tipo de competición.

En el caso del fútbol de Primera división y Segunda división, se analizarán las exigencias que recoge el nuevo reglamento para la retransmisión televisiva en 4K y los factores a tener en cuenta para que la iluminación cumpla con los requisitos.

Se explicará qué es el Factor Flicker y cómo evitarlo.

Por último, se repasarán los planteamientos de iluminación más adecuados (ubicación/tipo de luminarias) para realizar un proyecto de iluminación deportiva correcto.

3-Conclusiones



Objetivos claves en iluminación deportiva

Tener un **ahorro económico** por reducción de costes de mantenimiento y del consumo energético además de dotar a las infraestructuras de un mayor atractivo.

Crear una **atmósfera de divertimento y disfrute** en la experiencia vivida por los fans al generar una interacción mayor entre el espacio y los espectadores.

Potenciar **ubicaciones en el espacio** mostrándolas más atractivas a los socios y patrocinadores.

Garantizar una **alta calidad en la iluminación del terreno de juego** que cumpla con los requisitos para la retransmisión.

Ser **sostenible** con ahorros energéticos y cumplimiento de los límites de emisiones CO2.



3 Elena Fernández | OSRAM LS
CEI 2017 | Soria | 24.05.2017



La mejor iluminación para el mejor rendimiento

Se ha de garantizar una buena vista a los atletas, aficionados y cámaras

La iluminación del terreno de juego tiene que cumplir con múltiples desafíos:

- Proporcionar los mejores puntos de vista tanto para los atletas como los espectadores.
- Altos niveles de iluminación que permitan la **retransmisión HDTV**.
- Iluminación libre de parpadeos para **cámara súper lenta**.
- Alta **uniformidad**.
- **Control del deslumbramiento** mejorado.
- **Cumplir las normativas específicas** de cada deporte.



5 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Soria | 24.05.2017



¿A qué llamamos “buena iluminación”?

Un proyecto de iluminación exterior deportiva debe cumplir con la normativa y requerimientos oportunos, ser energéticamente eficiente con un bajo coste de mantenimiento y al mismo tiempo, proporcionar a los usuarios unas condiciones confortables.

- Cumplimiento de la respectivas normativas en iluminación (FIFA, Beisbol,).
- Nivel de iluminación adecuado para cada tipo de deporte.
- Uniformidad.
- Óptima limitación del deslumbramiento .
- Flexibilidad, especialmente cuando las áreas de acción están perfectamente delimitadas.
- Eficiente operatividad, alta esperanza de vida media, mínimo esfuerzo en mantenimiento.
- Iluminación libre de parpadeos para retransmisión, también para cámara súper lenta.
- Baja emisión de luz en el hemisferio superior y bajos componentes verticales fuera de la instalación deportiva.

6 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Soria | 24.05.2017



¿Y qué quiere decir “buena iluminación”? Normativas y pautas



Para los espacios de entrenamiento se puede usar la **DIN EN 12193** o **BS**. Es decisivo hacer una buena selección de la clase de iluminación para el deporte a ser practicado. La normativa incluye las tablas que describen los requerimientos en detalle.

Tabelle 3 – Auswahl der Beleuchtungsklasse

Wettbewerbsniveau	Beleuchtungsklasse		
	I	II	III
International/National	+		
Regional	+	+	
Local	+	+	+
Training		+	+
Schulung/Recreativsport			+

Tabelle 4 – Liste der Sportarten (alphabetische Reihenfolge)

Sportart	Gruppe für Fernseh- und Photoaufnahmen
Canoe	Innen A,3 B
American Football	Außen A,21 B
Badminton	Innen A,3 B
Baseball	Außen A,19 C
Basketball	Außen A,14 B
Boccia	Innen A,2 B
Baseball	Außen A,21 B
Billard	Innen A,11 A
Box und Ringen/Boxen	Außen A,20 —
Boxen	Innen A,8 A
Boxen	Außen A,20 A
Boxen	Innen A,8 A
Boxen	Außen A,20 A
Boxing	Innen A,5 A
Boxen (Jugendwelter und Senior)	Innen A,8 A
Boxen	Innen A,5 A
Boxen	Außen A,10 A
Boxen	Innen A,10 C

8 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Soria | 24.05.2017



¿Y qué quiere decir “buena iluminación”? Por ejemplo: FIFA (última edición 2011) y UEFA (última edición 2016)

Lighting specifications for televised events

Class	Collection scenario	Vertical illuminance		Horizontal illuminance		Properties of lamps			
		Ev (camera)	Uniformity	Ev (pitch)	Uniformity	Colour temperature	Colour rendering		
Class V International	Fixed camera	>2,000	0.6	0.7	3,500	0.6	0.8	>4,000	≥ 95
	Field camera (at pitch level)	1,300	0.4	0.65					
Class IV National	Fixed camera	2,000	0.5	0.65					
	Field camera (at pitch level)	1,400	0.35	0.6	2,500	0.6	0.8	>4,000	≥ 95

Notes:

- Vertical illuminance refers to illuminance towards a fixed or field camera position.
- Vertical illuminance uniformity for field cameras can be evaluated on a camera-by-camera basis and variation from this standard will be considered.
- All illuminance values indicated are maintained values. A maintenance factor of 0.7 is recommended; therefore initial values will be approximately 1.4 times those indicated above.
- In all classes, the glare rating is GR ≤ 50 for players on the pitch within the player primary view angle. This glare rating is satisfied when the player view angles are satisfied.
- Constant illumination lamp technology is acceptable and encouraged.

Preguntas:

- ¿Por qué se fijan 3500 lx?
- ¿Por qué CRI ≥ 65, antes 80?
- ¿Por qué 4000 K, antes 5600 K?
- ¿Por qué un MF de 0,7 antes 0,8

11 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Soria | 24.05.2017



¿Y qué quiere decir “buena iluminación”? Por ejemplo: FIFA (última edición 2011) y UEFA (última edición 2016)

4 UEFA Illuminance requirements
4.1 Television stadiums

Ev (pitch)	> 2,000 lux
Uniformity U10	≥ 0.50
Uniformity U20	≥ 0.30
Ev (ev-0°)	average > 1,500 lux minimum > 1,200 lux
Uniformity U10-0°	≥ 0.60
Uniformity U20-0°	≥ 0.50
Ev (ev-90°)	average > 1,500 lux minimum > 1,200 lux
Uniformity U10-90°	≥ 0.60
Uniformity U20-90°	≥ 0.50
Ev (ev-180°)	average > 1,500 lux minimum > 1,200 lux
Uniformity U10-180°	≥ 0.60
Uniformity U20-180°	≥ 0.50
Ev (ev-135°)	average > 1,500 lux minimum > 1,200 lux
Uniformity U10-135°	≥ 0.60
Uniformity U20-135°	≥ 0.50
Match continuity mode (MCM)	Ev (ev) > 1,000 lux Ev (ev) > 800 lux
Flicker factor (FF)	average < 1% maximum < 5%
Maximum adjacent uniformity ratio (MAUR)	≥ 0.80
Colour temperature (CT)	5,000-6,500K
Colour rendering	≥ 90 Ra
Glare rating (GR)	≤ 10
Maintenance factor (MF)	0.80
Power supply	Site level A

¿Qué es nuevo?

- Parpadeo
- Ev en las 4 direcciones
- Temperatura de color
- Reproducción del color

12 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Soria | 24.05.2017



Soluciones de iluminación para iluminación del terreno de juego

En vivo y en directo y en TV

Un valor alto de iluminancia es crucial para la **retransmisión televisiva en alta definición y cámara súper lenta** y permite que las cámaras capturen cada momento con la más alta calidad.

Los movimientos súper lentos necesitan de soluciones de iluminación donde la imágenes **libres de parpadeos** muestren los movimientos reales más pequeños.



13 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Soria | 24.05.2017



Reglamento para la Retransmisión Televisiva



Requerimientos de obligado cumplimiento a partir de la temporada 2017/18

ILUMINACIÓN VERTICAL EN DIRECCIÓN AL PLANO DE VISIÓN (CAMARAS PERIF.)	Bombajeo Vertical a 13 MHz	Ex Med 2.000 Lux Med/Min 0.7
	Uniformidad y Color	Med/Min 0.4 0.8
ILUMINACIÓN HORIZONTAL, MEDIDA A LA ALTURA DEL TERRENO DE JUEGO	Bombajeo Horizontal	Ex Med 2.000 Lux Med/Min 0.7
	Uniformidad	Med/Min 0.4 0.8
TEMPERATURA DE COLOR	De 5.000 a 6.200 K	0.8
REPRODUCCIÓN DE COLOR (CARIABINO)	100	0.8
REGULAMIENTOS DE ECG	100	0.8
FACTORES DE ABORTAMIENTO	0.8	0.8
OSRAM PFC	-0%	-0%

Requisitos para una retransmisión televisiva de excelente calidad

- ✓ $E_v = 1.500 \text{ Lux} \mid \text{Min/Med} = 0.65$
- ✓ $E_h = 2.000 \text{ Lux} \mid \text{Min/Med} = 0.7$
- ✓ De 5.000K a 6.200 K
- ✓ $RC \geq 0.9$
- ✓ $GR < 50$
- ✓ $FM = 0.8$
- ✓ $FF < 20\% \text{ Med}$

Requisitos de retransmisión televisiva en 4K a partir de la temporada 2016/2017

- ✓ $E_v = 2.200 \text{ Lux} \mid \text{Min/Med} = 0.7$
- ✓ $E_h = 3.000 \text{ Lux} \mid \text{Min/Med} = 0.8$
- ✓ De 5.000 K a 6.200 K
- ✓ $RC \geq 0.9$
- ✓ $GR < 50$
- ✓ $FM = 0.8$
- ✓ $FF < 5\% \text{ Med}$

TEMPERATURA DE COLOR HOMOGÉNEA EN TODOS LOS PROYECTORES

ILUMINACIÓN VERTICAL EN DIRECCIÓN AL PLANO DE VISIÓN (CAMARAS PERIF.)	Bombajeo Vertical a 13 MHz	Ex Med 2.200 Lux Med/Min 0.7
	Uniformidad y Color	Med/Min 0.8 0.8
ILUMINACIÓN HORIZONTAL, MEDIDA A LA ALTURA DEL TERRENO DE JUEGO	Bombajeo Horizontal	Ex Med 3.000 Lux Med/Min 0.8
	Uniformidad	Med/Min 0.8 0.7
TEMPERATURA DE COLOR	De 5.000 a 6.200 K	0.8
REPRODUCCIÓN DE COLOR (CARIABINO)	100	0.8
REGULAMIENTOS DE ECG	100	0.8
FACTORES DE ABORTAMIENTO	0.8	0.8
OSRAM PFC	-0%	-0%

Iluminación libre de parpadeos (efecto flicker) para retransmisión en 4K HDTV Concepto

La evolución tecnológica de las cámaras HDTV, las repeticiones en cámaras súper lentas y las crecientes expectativas de los espectadores, son la base del arte en la retransmisión televisada. Por todo ello, las prestaciones que tiene que tener un proyector están sujetas a las nuevas normativas. Los altos niveles de iluminancia, valores de uniformidad e iluminación libre de parpadeo son tres de las principales características de una buena iluminación deportiva.

Hay tres formas de iluminar por proyección sin parpadeos:

1. Balasto magnético tradicional con tecnología de lámpara de descarga en combinación con optimización de cambio de fase.
2. Tecnología tradicional de lámpara de descarga con equipo electrónico: ECG.
3. Tecnología LED.

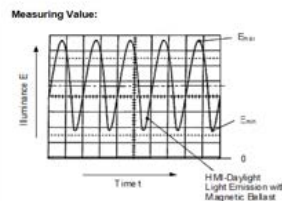
Las tres tecnologías proporcionan una correcta iluminación para las necesidades de retransmisión actuales. Pero deben considerarse las ventajas y desventajas que cada una de ellas tienen.

Iluminación sin parpadeos para retransmisión TV alta definición 4K Concepto

¿Qué es factor flicker y cómo se determina?

- El factor flicker de destello de luz describe la fluctuación de su flujo luminoso y se da en tanto por ciento
- Es una relación entre flujo máximo y mínimo
- El factor flicker de una sola fuente de luz se puede medir con fotocélulas especiales en una esfera de Ulbricht

Luz solar	0
LED	>1
Descarga con equipo electrónico ECG	2-3
Halógena	7-9
Incandescente	9-12
Fluorescente	20-40
Descarga con equipo convencional	30-70



Flicker Factor f_f:

$$f_f = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{E_{\max} + E_{\min}} \cdot 100\%$$

$0\% \leq f_f \leq 100\%$

Iluminación libre de parpadeo para retrasmisión TV en alta definición 4K 1. Lámpara de descarga & Optimización del cambio de fase

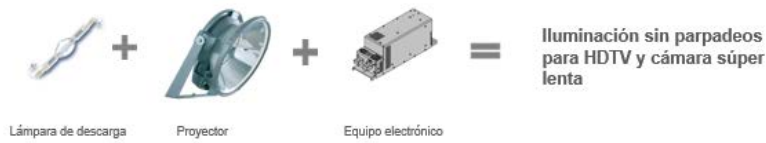


Descripción: Equipo eléctrico magnético convencional sin señal sinusoidal, con reducción de parpadeo debido a la optimización del cambio de fase.

Ventaja: Solución más económica respecto al balasto, muy eficiente.

Desventaja: Se necesitan más luminarias debido a la superposición de conos luminicos en los mismos puntos del terreno de juego, solamente aplicable para espacios más grandes.

Iluminación libre de parpadeos para retrasmisión TV en alta definición 4K 2. Lámpara de descarga & Equipo electrónico



Descripción: Equipo electrónico de baja frecuencia (250-400Hz) señal de onda cuadrada

Ventaja: Iluminación libre de parpadeos con un factor flicker <3%, adecuado para instalaciones más pequeñas, muy eficiente, reemplazo 1:1 de los sistemas convencionales en instalaciones existentes

Desventaja: Mayor coste de instalación comparado con equipos convencionales

→ Es la mejor solución para mejorar las instalaciones existentes en estadios

Iluminación libre de parpadeos para retransmisión TV en alta definición 4K 3. Proyector LED

Proyector LED con equipo electrónico  = Iluminación sin parpadeos para HDTV y cámara súper lenta

Descripción: Iluminación libre de parpadeos, encendido inmediato, On/Off, REGULABLE, funcionamiento en DC.

Ventaja: Iluminación muy flexible, intervalos de mantenimiento largos, mayor eficacia.

Desventaja: Es la solución más cara, porque se necesitan más luminarias y por tanto, se genera más peso en cuestión de equipos de luz.

→ Es la mejor solución para estadios con un alto índice de uso y se necesite una iluminación flexible

Iluminación libre de parpadeos para retransmisión TV en alta definición 4K Conclusión

¿Qué solución luminotécnica se adapta a mi aplicación?

- Para los espacios deportivos a nivel profesional como estadios de fútbol con poco tiempo de uso, son perfectamente válidas las tecnologías de iluminación tradicionales con balastos electrónicos o magnéticos con optimización del corte de fase.
- Los estadios multiusos de frecuente utilización (casi todos los días > 3000 h/año) y que necesitan una iluminación flexible para generar diferentes escenarios podrían considerar la instalación de luminarias LED con sistemas de control.

→ Los escenarios que necesitan una retransmisión óptima en 4K HDTV e iluminación libre de parpadeos, pueden ser ejecutados con ambas tecnologías: descarga y LED



Soluciones de iluminación para espacios deportivos

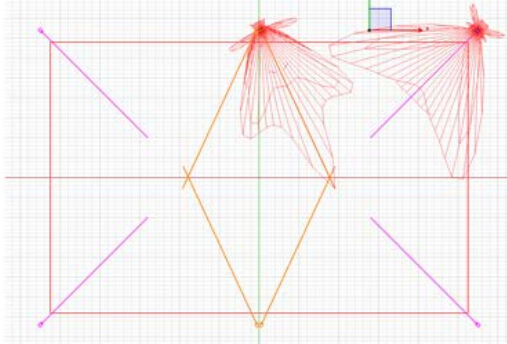


**Fundamentalmente: ¿Qué es lo que hace a la iluminación
“buena”?**

Independientemente de la tecnología utilizada

¿Qué quiere decir una buena iluminación? Distribución de luz y diseño luminotécnico

- Una adecuada selección sobre el tipo de distribución de luz junto con un buen planteamiento en el proyecto garantiza una iluminación uniforme con mínima contaminación lumínica

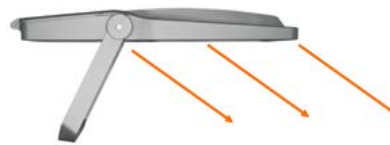
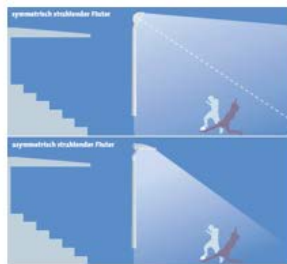


25 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Soria | 24.05.2017

Comité Español de Iluminación OSRAM

¿Qué quiere decir una buena iluminación? Emisión de luz

Un haz de luz asimétrico asegura que casi no haya emisión de luz en el hemisferio superior de la luminaria



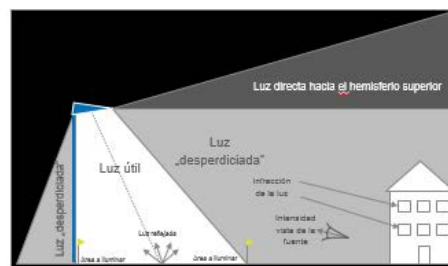
26 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Soria | 24.05.2017

Comité Español de Iluminación OSRAM

¿Qué quiere decir una buena iluminación? Emisión de luz

Obstrucción a los vecinos – Eliminación del cielo nocturno: evitar la contaminación del luz

Los proyectores asimétricos protegen frente a la emisión lumínica. Esta tecnología sólo necesitan pequeños ángulos de inclinación (max. 15°) y además evita se emita luz en el hemisferio superior
La pérdida o salida de luz es sólo del 0,5%



27 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Soria | 24.05.2017

Comité Español de Iluminación OSRAM

¿Qué quiere decir una buena iluminación? Limitación de deslumbramiento

El deslumbramiento directo reduce el rendimiento y el confort visual

¿Cómo se puede reducir el deslumbramiento?

- Evitando una visión directa de la fuente de luz
- Cuanto mayor sea la fuente de luz (superficie de emisión de luz) menor será el deslumbramiento
- Utilizando proyectores asimétricos y no simétricos



¿Cómo se calcula el deslumbramiento?

- El deslumbramiento directo se calcula en exterior según el método GR: El brillo del área deportiva iluminada está relacionado con el brillo de las fuentes de luz. El ratio calculado oscila en una escala desde 10 (no deslumbramiento) hasta 90 (deslumbramiento intolerable). En competición internacional, se pide GR 40.



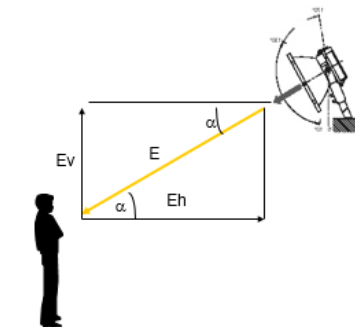
¿Qué quiere decir una buena iluminación? Limitación de deslumbramiento



Limitación del deslumbramiento con reflectores externos



Pautas de diseño Diferencias entre iluminación vertical y horizontal



- E_h : Iluminancia Horizontal, medida en plano de trabajo a 0 o 1 m de altura respecto del terreno de juego

$$E_h = E \times \sin \alpha$$

- E_v : Iluminancia vertical en los jugadores medida a una altura de 1,5 m en dirección de las cámaras o bajo 90°

$$E_v = E \times \cos \alpha$$

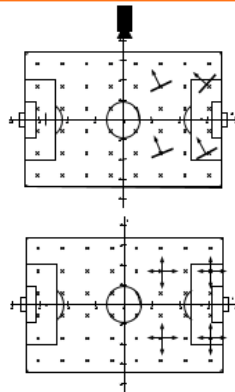
Pautas de diseño Diferencias entre iluminación horizontal y vertical - Mediciones



31 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Borja | 24.05.2017

Comité Español de Iluminación OSRAM

Pautas de diseño Diferencias entre iluminación horizontal y vertical



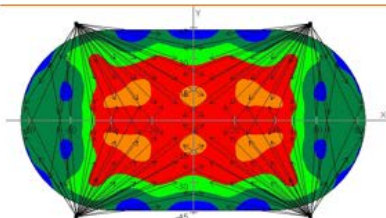
- Puntos de medición en dirección de las cámaras:
 - Siempre que se conozca su posición y alturas
 - Desventaja: no hay flexibilidad con las posiciones de cámaras
 - Ventaja: se necesitan un número inferior de luminarias

- Puntos de medición en las 4 direcciones de los 4 lados:
 - $\uparrow 0^\circ, \rightarrow 90^\circ, \downarrow 180^\circ, \leftarrow 270^\circ$
 - Desventaja: Se necesita un mayor número de luminarias
 - Ventaja: Flexibilidad total con las posiciones de las Cámaras

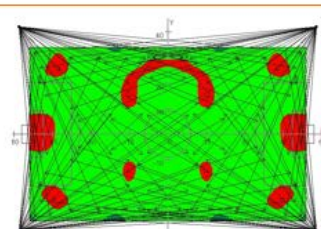
31 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Borja | 24.05.2017

Comité Español de Iluminación OSRAM

Diferencias entre iluminación vertical y horizontal



- Disposición A:
 - 4 Mástiles a 32m
 - 124 uds de R3 MAXI
 - Inclinación $30^\circ-68^\circ$
 - Lámpara HIT-DE 2000W/D/L
- Resultados:
 - $E_m = 1111$ lx horizontal sólomente en el terreno de
 - $E_m = 669$ lx solamente en pista
 - $E_m = 909$ lx en la totalidad del óvalo

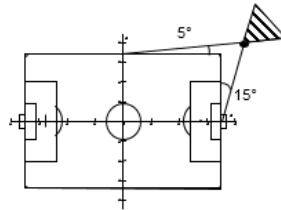


- Disposición B:
 - 4 Mástiles a 35m
 - 140 uds de R3 MAXI
 - Inclinación $30^\circ-72^\circ$
 - Lámpara HIT-DE 2000W/D/L
- Resultados:
 - $E_m = 1370$ lx horizontal
 - $E_m = 976$ lx hacia la cámara

32 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Borja | 24.05.2017

Comité Español de Iluminación OSRAM

Pautas de diseño Posiciones de mástiles recomendadas



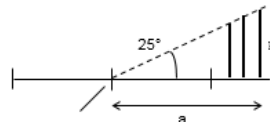
Ubicación de mástiles:

Dentro del área marcada resultante del cruce de:

- Línea a 5° desde medio campo
- Línea a 15° desde la línea de gol

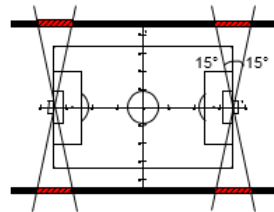
Altura de mástiles:

- $\tan 25^\circ = h / a$
- $h = 0,46 \times a$
- a: distancia entre el mástil y el centro del campo



Centro del terreno de juego o pista

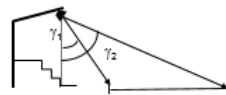
Pautas de diseño Ubicaciones recomendadas para luminarias en cubierta



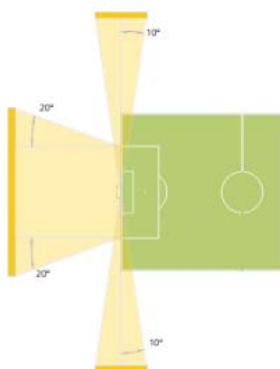
- En la cubierta, deben de dejarse libre de luminarias, las zonas resultantes del área comprendida entre las líneas de origen la línea de gol +/- 15° para minimizar el deslumbramiento a jugadores.

- La distancia entre el proyector y el perímetro junto con la altura sobre el terreno de juego, determina su ángulo de inclinación, siendo los límites:

- γ_1 min. 35°
- γ_2 max 70°



Pautas de diseño Posiciones recomendadas para luminarias en cubierta – “Áreas prohibidas”

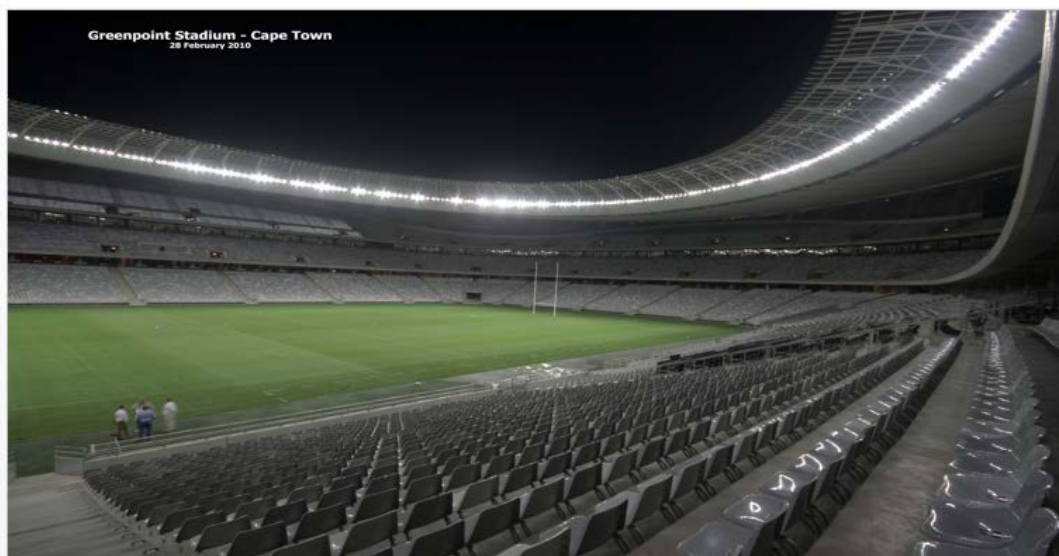




Casos prácticos

36 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Soria | 24.05.2017

 Comité
Español de
Iluminación **OSRAM**



Greenpoint Stadium - Cape Town
28 February 2010

39 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Soria | 24.05.2017

40 Teresa Orsaga
11.04.2017

 Comité
Español de
Iluminación **OSRAM**



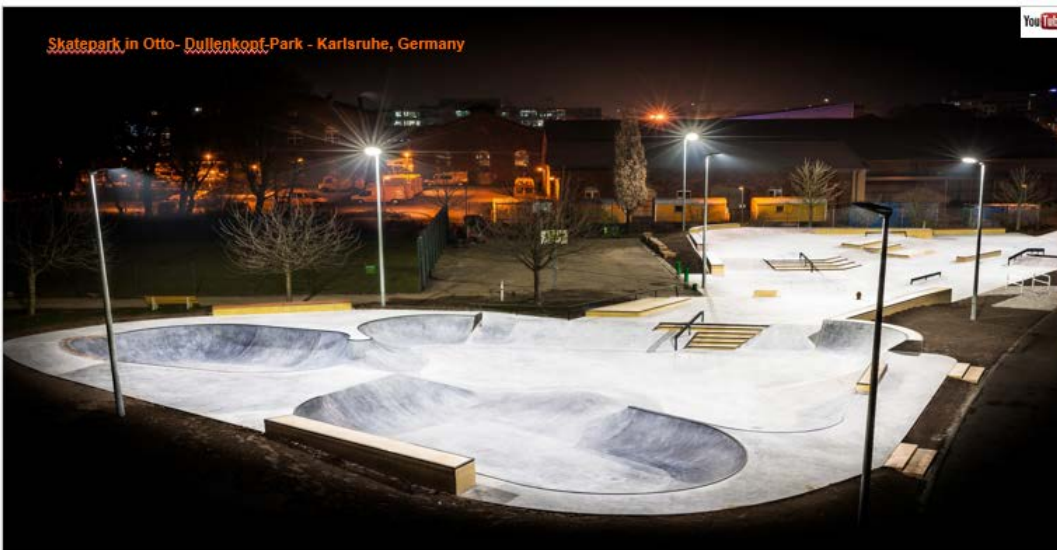
1. FC Hochstadt Maintal, Germany

40 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Soria | 24.05.2017

 Comité
Español de
Iluminación **OSRAM**



41 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Soria | 24.05.2017



42 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Soria | 24.05.2017



43 Elena Fernández | OSRAM L8
CEI 2017 | Soria | 24.05.2017

