

La luz para el deporte  
y la convivencia

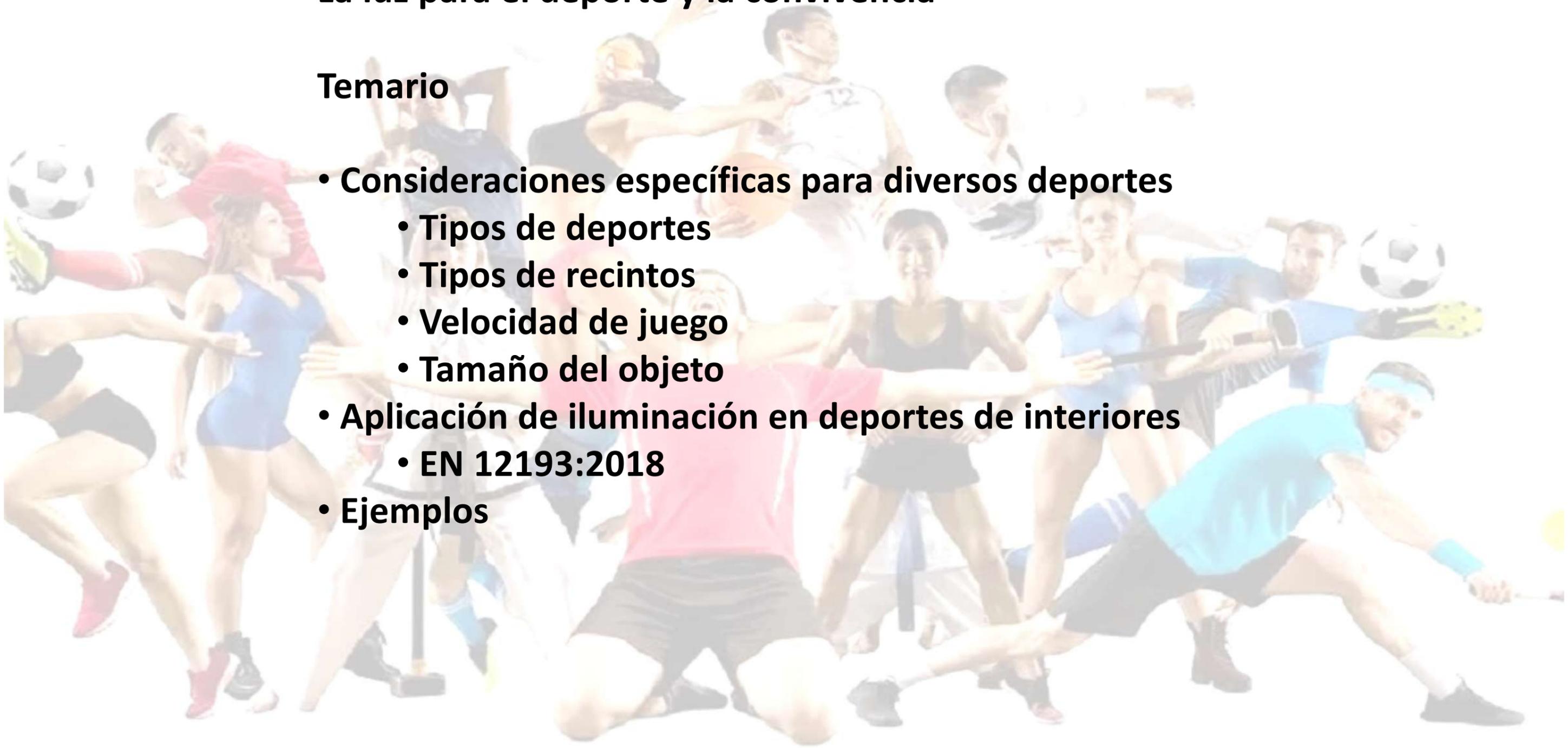
Fernando Deco – ferdeco@gmail.com

Noviembre - Diciembre 2024

# La luz para el deporte y la convivencia

## Temario

- **Consideraciones específicas para diversos deportes**
  - Tipos de deportes
  - Tipos de recintos
  - Velocidad de juego
  - Tamaño del objeto
- **Aplicación de iluminación en deportes de interiores**
  - EN 12193:2018
- **Ejemplos**



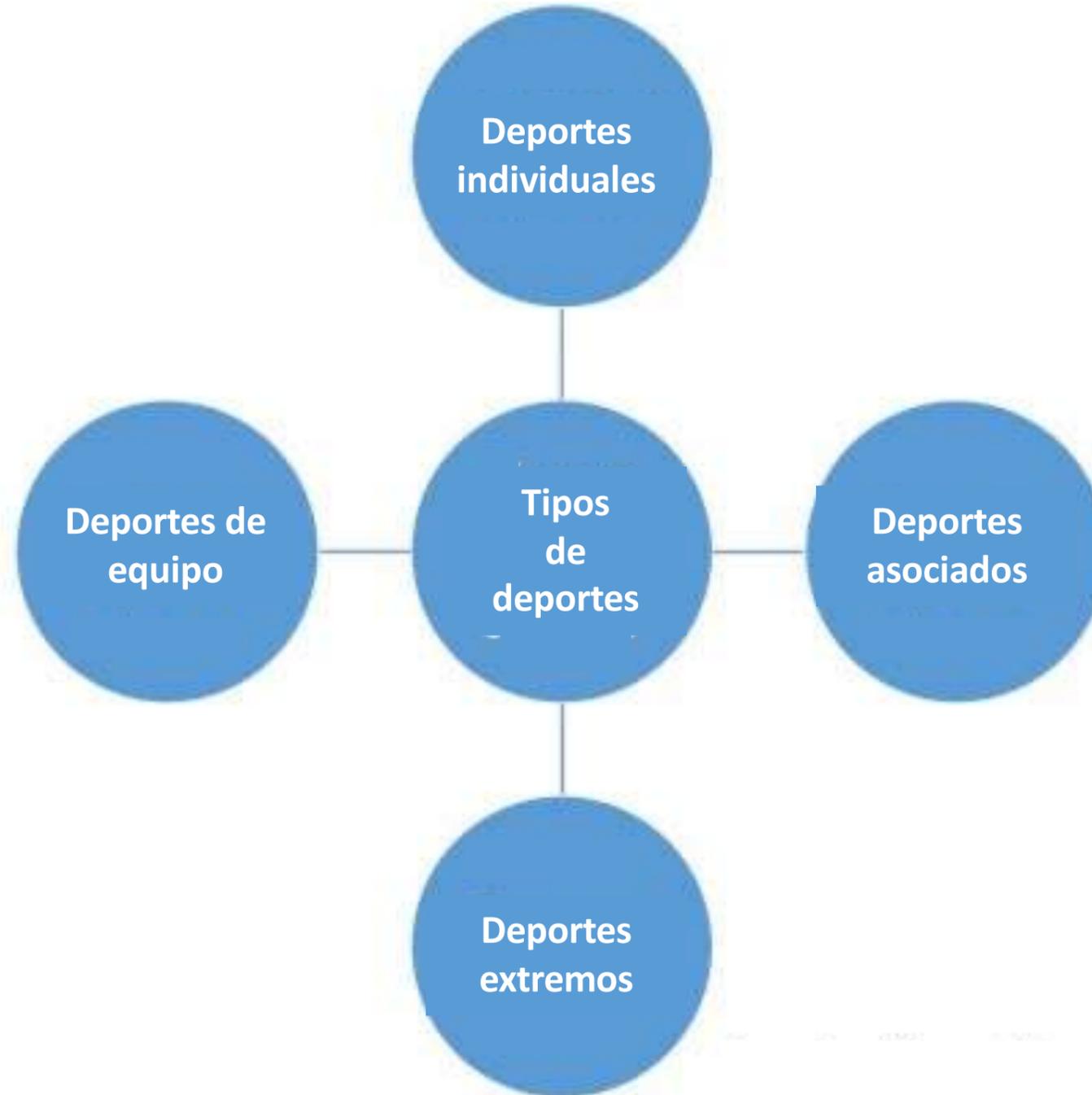


## Consideraciones específicas para diversos deportes

**+50 diferentes tipos de deportes**



## 3.1 Tipos de deportes



Los deportes de equipo pueden dividirse en cuatro categorías:

Juegos de invasión

Juegos de red

Juegos de fildeo y strike

Juegos de objetivo

### **¿Qué es un juego de invasión?**

Un juego de invasión es cualquier juego en el que un equipo tiene que atacar el área de otro equipo y anotar un punto. Por ejemplo, el fútbol es un juego de invasión en el que un equipo tiene que mantener la posición de la pelota, llevarla a la mitad del campo del otro equipo y luego intentar marcar un gol en la portería del oponente (invadir el área de otro equipo).

### **¿Qué es un juego de red?**

Un juego de red es aquel en el que se utiliza una red para mantener separados a los jugadores. Por ejemplo, el bádminton es un juego de red, ya que hay una red en el medio de la cancha y dos jugadores permanecen frente a la red en todo momento.

### **¿Qué es un juego de fildeo y strike?**

Un juego de fildeo y golpeo es aquel en el que un grupo de jugadores de campo y una persona golpean un objeto a la vez (como una pelota) y recorren un recorrido determinado. Por ejemplo, en el críquet, un bateador golpea una pelota de críquet y tiene que correr de un pliegue a otro para anotar una carrera. También hay jugadores de campo del equipo contrario alrededor del campo de críquet.

### **¿Qué es un juego de objetivo?**

Un juego de puntería es aquel en el que un jugador tiene que apuntar y proyectar un objeto hacia un área designada. Por ejemplo, el golf es un juego de puntería en el que un jugador tiene que golpear una pelota de golf hacia un área determinada con el objetivo de meter la pelota en un hoyo determinado.

## **Deportes individuales**

Esquí alpino y de fondo

Tiro al arco

Lucha de brazos

Atletismo en pista y campo

Bádminton (individuales)

Biatlón

Bodyboard

Culturismo

Bolos

Bochas

Boxeo

Piragüismo

Ajedrez

Ajedrez Boxeo

Juego de croquet

Ciclismo

Dardos

Buceo (individual)

Damas

Esquí alpino

Duatlón

Esgrima

Golf

Gimnasia

Equitación

Moto acuática

Judo

Kayak

Artes marciales mixtas

Deportes de motor

Orientación

Levantamiento de pesas

Tenis

Rodeo

Patinaje sobre ruedas

Escalada de roca

Patineta

Patinaje artístico

Escalada deportiva

Snooker

Snowboarding

Calabaza

Surf

Natación

Tenis de mesa (individuales)

Trampolín

Triatlón

Levantamiento de pesas

Lucha

## **Deportes asociados**

Bádminton

Buceo

Patinaje artístico

Golf

Tenis de mesa

Tenis

Trampolín

Voleibol

## **Deportes de equipo**

Fútbol americano

Atletismo

Fútbol australiano

Béisbol

Baloncesto

Bobsleigh

Cricket

Fútbol gaélico

Balonmano

Hockey

Lanzamiento

Hockey sobre hielo

Korfbol

Lacrosse

Baloncesto

Polo

Remo

Unión de rugby

Liga de rugby

Juego de pelota con bate

Hockey sobre patines

Patinaje sobre ruedas

Fútbol/Fútbol asociación

Sofbol

Natación

Ultimate Frisbee

Fútbol Subacuático

Voleibol

Waterpolo

## Deportes extremos

Los deportes extremos normalmente implican un riesgo de peligro y también pueden llamarse deportes de aventura.

Salto BASE

Bobsleigh

Bicicleta BMX

Escalada

Escalada libre

Correr libremente

Esquí acrobático

Vuelo sin motor

Escalada en hielo

Cruz de hielo

Buceo bajo el hielo

Eventos Ironman

Kayak

Trineo

Boarding de montaña

Escalada de montaña

Parapente

Parkour

Escalada de roca

Submarinismo

Salto de esquí

Carrera por senderos

Patineta

Paracaidismo

Esquí acuático

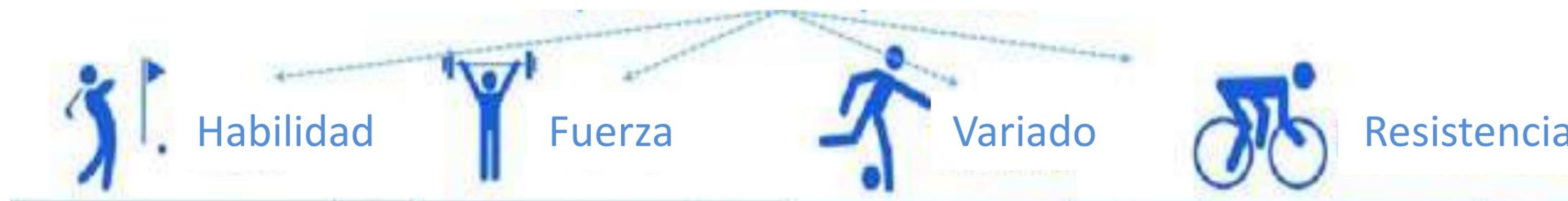
Rafting en aguas bravas/kayak

## Deportes aéreos



## Deportes a nivel del suelo

### Disciplinas deportivas



Tiro con arco  
Automovilismo  
Curling  
Hípica  
Golf  
Vela  
Tiro al blanco  
Tenis de mesa

Esquí alpino  
Bobsleigh  
Lanzar disco/jabalina  
Lanzamiento de peso  
Snowboard  
Carreras de velocidad  
Esquí acuático  
Levantamiento de pesas  
Lucha libre

Baloncesto  
Cricket  
Esgrima  
Fútbol  
Handball  
Hockey  
Rugby  
Fútbol  
Tenis  
Waterpolo  
Vóleybol

Piragüismo  
Esquí de fondo  
Ciclismo  
Natación de media y larga distancia  
Carreras de media y larga distancia  
Patinaje de media y larga distancia  
Pentatlón  
Remo  
Triatlón

## 3.2 Tipos de recintos

Los recintos deportivos son edificios, estructuras o lugares que albergan competiciones deportivas. Pueden incluir instalaciones interiores y exteriores y pueden utilizarse para una variedad de deportes:

- Estadios

Lugares cerrados para competiciones deportivas y ejercicio físico. Algunos estadios son icónicos, como el Estadio de Notre Dame, que abrió en 1930 y que suele vender todas sus entradas.

- Estadios de béisbol

Lugares donde se juega béisbol, con un cuadro interior definido y un cuadro exterior de dimensiones variables. El Wrigley Field de Chicago es un estadio histórico que también se ha utilizado para fútbol, hockey y conciertos.

- Estadios deportivos cubiertos

Lugares que se pueden alquilar para una variedad de deportes, como baloncesto, netball y bádminton. Pueden ser ideales para clubes, escuelas, equipos de trabajo y eventos sociales.

- Otros lugares deportivos

Otros tipos de lugares deportivos incluyen arenas, edificios de hockey, edificios recreativos, estadios de fútbol, pistas de curling cubiertas, piscinas y edificios de gimnasios.

### 3.3 Velocidad del juego

En deportes de alta velocidad. Los niveles de iluminación y la dirección de la luz sobre las pelotas y los jugadores son fundamentales. En el vuelo, la pelota puede perderse de vista temporalmente debido al resplandor de las fuentes de luz o a un fondo de bajo contraste. La posición y orientación adecuadas de los postes son esenciales para una buena visibilidad.



Cada deporte es evaluado individualmente por profesionales, y se realizan pequeños ajustes y cambios para diferenciarlos entre sí. Los factores que influyen incluyen son **el tamaño de la pelota, la velocidad de juego, el tamaño del campo y la distancia de los espectadores.**

### Tamaño de la pelota



### Velocidad del juego

Sport	D (cm)	V <sub>m</sub> (m/s)
 Badminton	6.0	137
 Tennis	6.5	73
 Ping-pong	4.0	32
 Squash	4.0	78
 Jai alai	6.5	83
 Golf	4.2	91
 Volleyball	21	37
 Football	21	51
 Softball	9.7	47
 Baseball	7.0	54
 Cricket	7.2	53
 Lacrosse	6.3	50
 Handball	19	27
 Basketball	24	16

La norma DIN VDE 0710, requiere que la luminaria resista 36 golpes de una pelota de handball a una velocidad máxima de 60 km/h desde 3 direcciones diferentes.



## Aplicación de iluminación en deportes de interiores

EN 12193:2018

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República de Macedonia del Norte, Rumanía, Serbia, Suecia, Suiza y Turquía.

Esta norma europea trata de la iluminación en instalaciones deportivas, con el fin de asegurar unas buenas condiciones visuales para jugadores, atletas, árbitros, espectadores y para las retransmisiones mediante cámaras de TV en color. El objetivo de este documento es proporcionar recomendaciones y especificar requisitos para una iluminación de buena calidad de las instalaciones deportivas, mediante:

- la optimización de la percepción de la información visual utilizada durante los acontecimientos deportivos;
- el mantenimiento del nivel de prestaciones visuales;
- la proporción de un confort visual aceptable;
- la limitación de la luz perturbadora.

## Tamaño de la retícula para el cálculo y las mediciones para deportes particulares

En principio, el tamaño de la retícula necesaria para el cálculo y las mediciones depende del área del deporte considerado, la geometría de la instalación, la distribución de la intensidad lumínica de las luminarias empleadas, la exactitud requerida y las magnitudes fotométricas a evaluar. Aunque no se puede describir esta dependencia de una manera sencilla, en la práctica se puede estimar el tamaño máximo de retícula usando la fórmula:

$$p = 0,2 \times 5^{\log d}$$

donde

*p* es el tamaño de la retícula;

*d* es la dimensión más larga del área de referencia.

El número de puntos en la dimensión más larga viene dado por el número entero impar más próximo a  $d/p$ .

La separación resultante entre los puntos de la retícula se usa para calcular el número entero impar más próximo de puntos de retícula en la dimensión más corta. Esto dará un cociente entre longitud y anchura de la celda de retícula próxima a 1.

### Ejemplo

Campo de futbol 105 x 70 m

$$p = 0,2 \times 5^{\log 105} = 5,17m$$

Número de puntos:  $d/p = 105/5,17 = 20,31$ , se adopta 19 puntos en la dimensión mas larga

En la dirección mas corta, el número de puntos es  $70/5,17 = 13,54$ , adoptamos 13 puntos

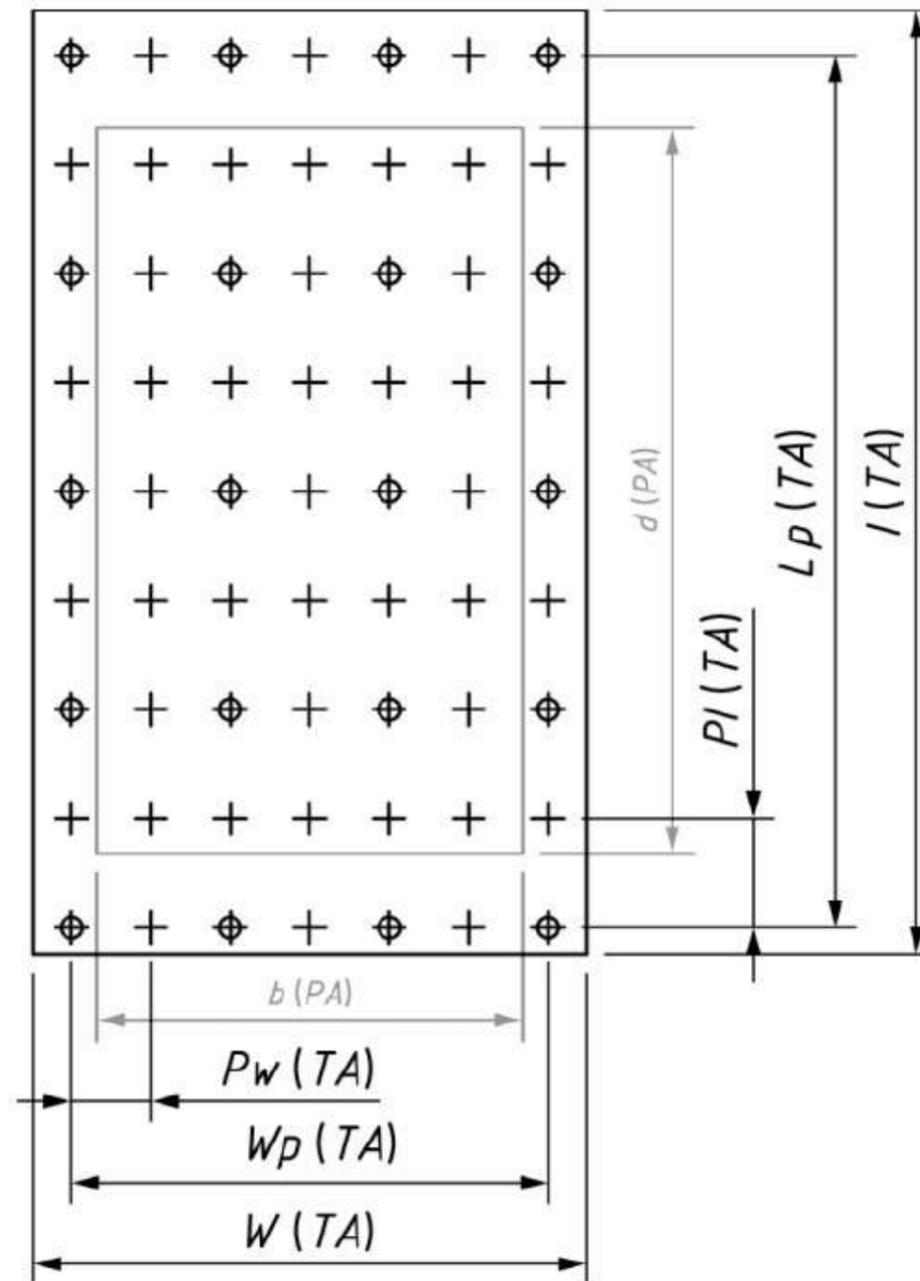
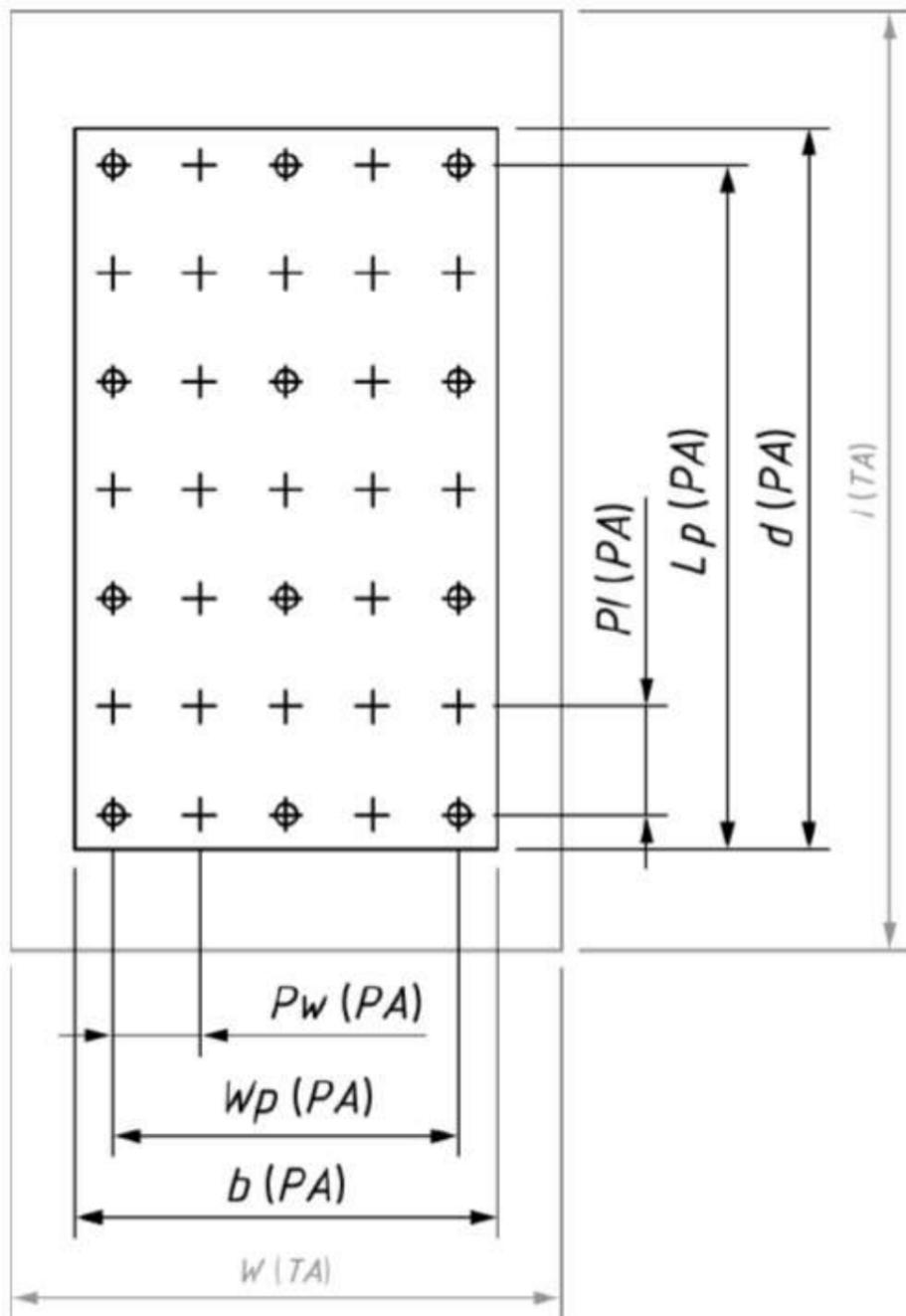
Total de puntos de cálculo y medición:  $19 \times 13 = 247$

Cociente entre longitud y anchura de celda:  $19/13 = 1,46$

Tamaño de la retícula para el cálculo y las mediciones para pabellones polideportivos.

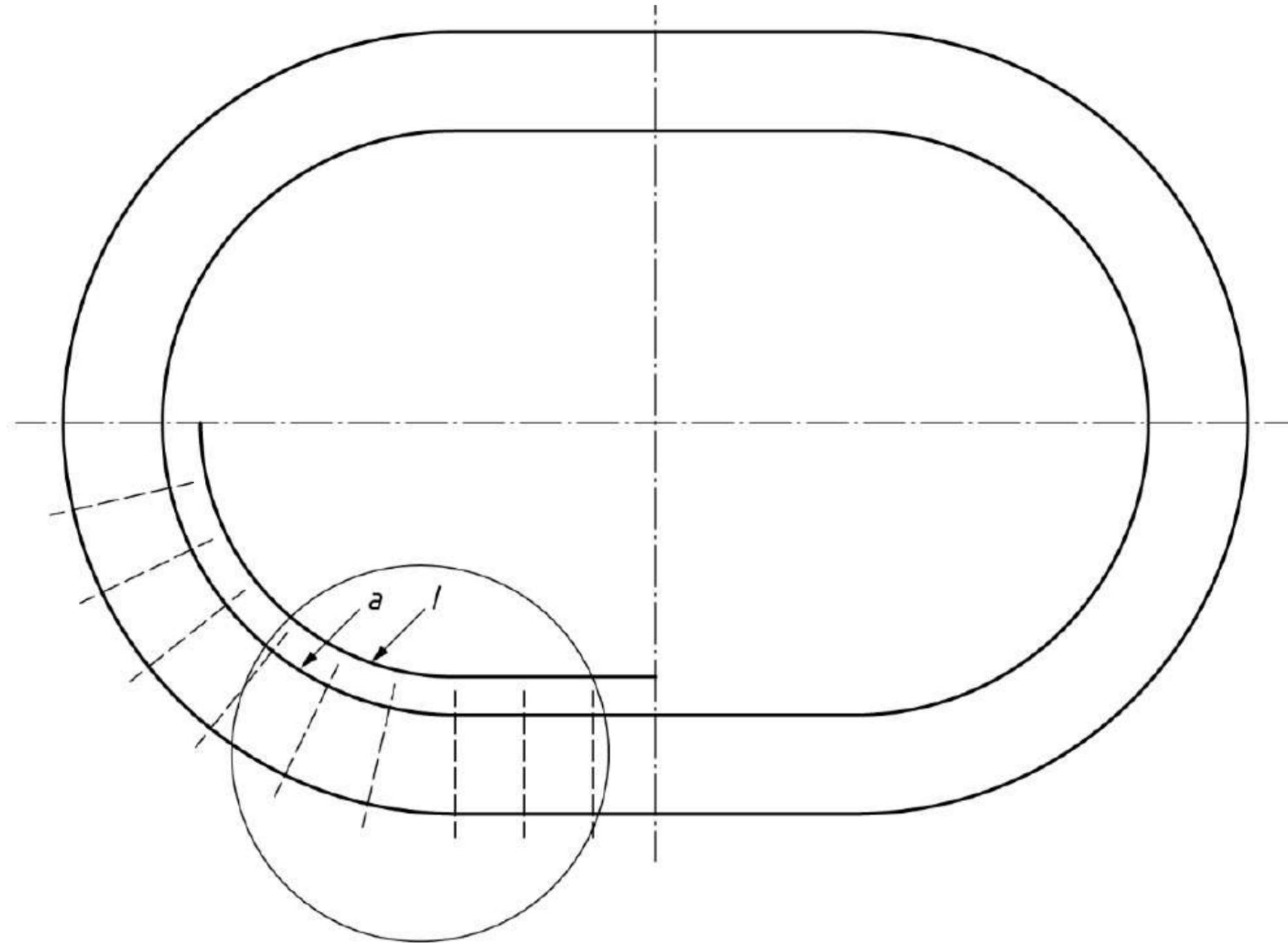
Deberían realizarse comprobaciones para cada área de juego distinta dentro del área total, utilizando la retícula especificada para ese deporte en particular, por ejemplo, cuando hay usuarios o competiciones específicas (por ejemplo, bádminton, baloncesto, voleibol).

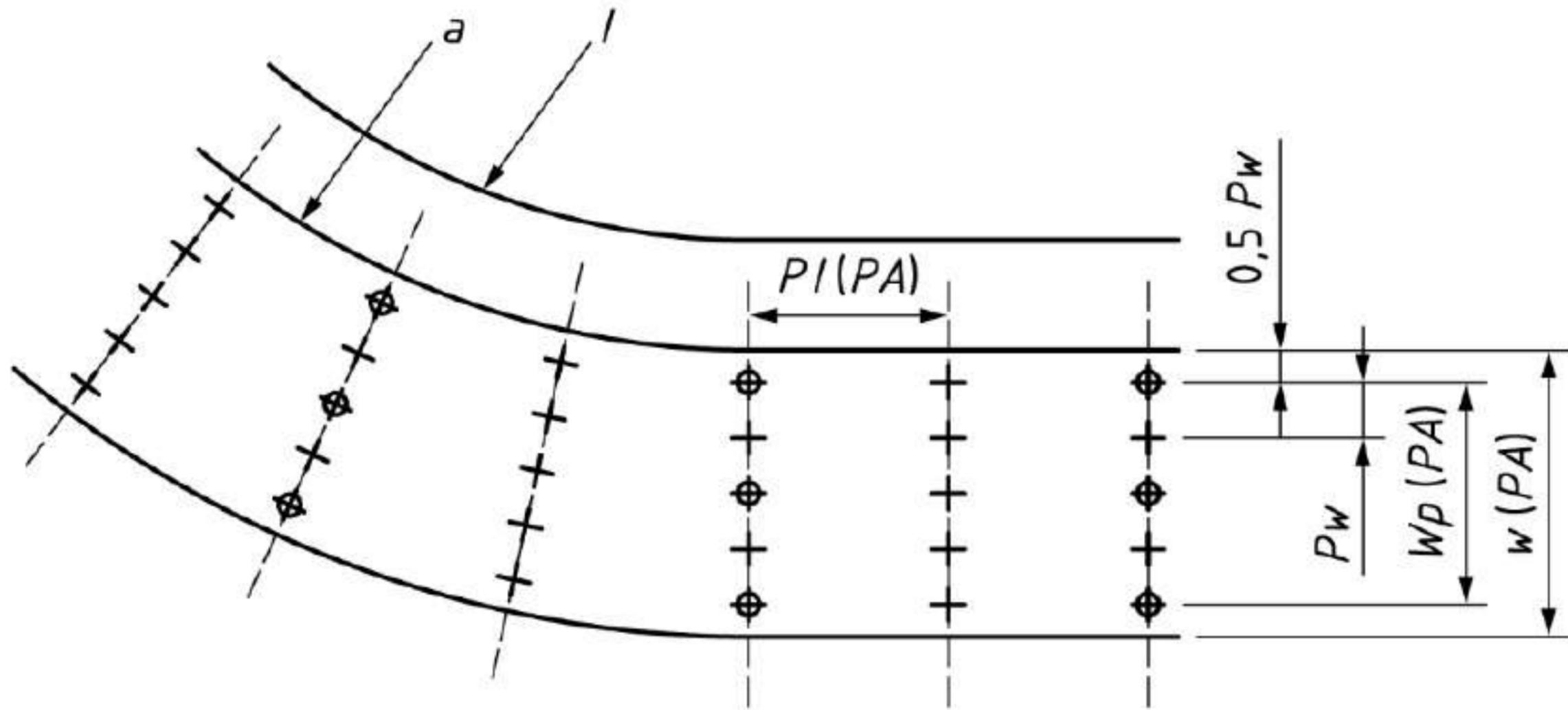
Cuando hay varias áreas de juego marcadas dentro de un área total (por ejemplo, en un pabellón polideportivo), se puede hacer un cálculo adicional y una medición sobre el área completa, usando las dimensiones de esta área completa para determinar el número de puntos de la retícula.



- $P_w(PA)$**  Incremento transversal de la retícula de cálculo de PA
- $P_w(TA)$**  Incremento transversal de la retícula de cálculo de TA
- $b$**  Anchura del área principal (PA)
- $l$**  Longitud del área total (TA)
- $PI(PA)$**  Incremento longitudinal de la retícula de cálculo de PA
- $PI(TA)$**  Incremento longitudinal de la retícula de cálculo de TA
- $d$**  Longitud del área principal (PA)
- $w$**  Anchura del área total (TA)
- $W_p(PA)$**  Anchura de la retícula de cálculo del área principal
- $W_p(TA)$**  Anchura de la retícula de cálculo del área total
- $L_p(PA)$**  Longitud de la retícula de cálculo del área principal
- $L_p(TA)$**  Longitud de la retícula de cálculo del área total
- +** Punto de cálculo
- ⊕** Punto de cálculo y medición

Para áreas de juego no rectangulares, tales como pistas de atletismo, se pueden hacer los cálculos sobre una retícula rectangular, pero los intervalos entre puntos de cálculo deberían ser lo bastante pequeños para que el área de juego contenga suficientes puntos. La longitud  $l$  es el 25% de la longitud total de una pista circular.





a Límite interior de la pista

w Anchura de la pista (PA)

$W_p$  Anchura de la retícula de cálculo (PA)

$P_l$  Incremento longitudinal de la retícula de cálculo (PA)

$P_w$  Incremento transversal de retícula de cálculo

+ Punto de cálculo

⊕ Punto de cálculo y medición

*l* Longitud del área total (TA)

## Diferencias prácticas

Es probable que se den diferencias entre los valores medidos y calculados como resultado de:

- a) tolerancias en la fabricación de luminarias, lámparas, etc.;
- b) tolerancias en las mediciones fotométricas;
- c) tolerancias en la posición y en la orientación de las luminarias;
- d) tolerancias de los equipos de medición.

Teniendo en cuenta estas tolerancias, las diferencias entre los valores medios medidos y los calculados deben ser  $\leq 10\%$ .

Las variaciones en la tensión pueden originar diferencias adicionales y deben ser tenidas en cuenta. Procedimientos de verificación:

- la verificación debe realizarse mediante mediciones, cálculos o inspección de datos autenticados;
- las mediciones deben hacerse (valores de iluminancia medida) con instrumentos calibrados;
- los datos autenticados (*R<sub>a</sub>, R<sub>G</sub>, f<sub>TI</sub>, I, R<sub>UL</sub>*) deben proporcionarse con todas las hipótesis declaradas.

**R<sub>a</sub>, R<sub>G</sub>, f<sub>TI</sub>, I, UGR**

## **Iluminación del área de espectadores**

Para el confort visual de los espectadores, el nivel de alumbrado debe ser una media de al menos de 10 lx para área de asientos y de 20 lx para áreas con superficies escalonadas o inclinadas.

## **Seguridad de los participantes y reanudación de un evento en caso de fallo del alumbrado**

### **Alumbrado de seguridad de los participantes**

La seguridad de los participantes se garantiza mediante la parada de un evento cuya continuación podría ser peligrosa en ausencia de iluminación.

El nivel de alumbrado para la parada de seguridad de un evento es un porcentaje del nivel medio para esa clase con la uniformidad especificada en las tablas del deporte. Esto aplica a los siguientes deportes con los porcentajes recogidos más abajo:

– natación	5% durante un periodo mínimo de 30 s.
– gimnasia en interiores	5% durante un periodo mínimo de 30 s.
– deportes ecuestres en interiores y exteriores	5% durante un periodo mínimo de 120 s.
– patinaje de velocidad	5% durante un periodo mínimo de 30 s.
– hockey sobre hielo y patinaje artístico	5% durante un periodo mínimo de 30 s.
– toboganes y <i>bobsleigh</i>	10% durante un periodo mínimo de 120 s.
– salto y aterrizaje de esquí	10% durante un periodo mínimo de 30 s.
– pistas de esquí	10% durante un periodo mínimo de 30 s.
– ciclismo en pista	10% durante un periodo mínimo de 60 s.

La uniformidad debería ser del 50% del valor inicial para los periodos mencionados arriba.

El alumbrado de seguridad debe entrar en funcionamiento, de forma inmediata, en el momento en que falle el alumbrado general y mantenerse, al menos, durante el periodo especificado.

## Limitación del deslumbramiento

$$R_G = 27 + 24 \lg \left( L_{vi} / L_{ve}^{0,9} \right)$$

donde

$L_{vi}$  es la luminancia de velo total en  $\text{cd}/\text{m}^2$  causada por la instalación de alumbrado y es la suma de las luminancias de velo producidas por cada luminaria individual ( $L_{vi} = L_{v1} + L_{v2} + \dots + L_{vn}$ ). La luminancia de velo de las luminarias individuales se calcula como  $L_{vi} = 10(E_i/\theta^2_i)$ , donde  $E_i$  es la iluminancia en el ojo del observador en un plano perpendicular a la línea de visión ( $2^\circ$  por debajo de la horizontal) y  $\theta$  es el ángulo en radianes entre la línea de visión del observador y la dirección de la luz incidente desde la luminaria individual;

$L_{ve}$  es la luminancia de velo equivalente del entorno en  $\text{cd}/\text{m}^2$ . A partir de la hipótesis de que la reflexión del entorno es totalmente difusa, la reflexión de velo equivalente del entorno puede calcularse como  $L_{ve} = 0,035 \cdot \rho \cdot E_{hor Ave} \cdot \pi^{-1}$ , donde  $\rho$  representa la reflectancia media y  $E_{hor Ave}$  la iluminancia media del área.

## Luz perturbadora

Zona medioambiental	Luz en propiedades		Intensidad de las luminarias		Luz hacia arriba	Luminancia del edificio
	$E_{vert Ave}$ lx		$I$ cd		$R_{ULMax}$ %	$L_b$ cd m <sup>-2</sup>
	Antes de la hora límite <sup>a</sup>	Después de la hora límite <sup>a</sup>	Antes de la hora límite <sup>a</sup>	Después de la hora límite <sup>a</sup>		
E1	2	0	2 500	0	0	0
E2	5	1	7 500	500	5	5
E3	10	2	10 000	1 000	15	10
E4	25	5	25 000	2 500	25	25
E1	representa zonas intrínsecamente oscuras, tales como parques nacionales o zonas protegidas;					
E2	representa zonas de baja luminosidad, tales como zonas rurales, sean industriales o residenciales;					
E3	representa zonas de luminosidad media, tales como alrededores de ciudades, sean zonas industriales o residenciales;					
E4	representa zonas de luminosidad elevada, tales como centros de ciudades y áreas comerciales;					
$E_{vert Ave}$	es el valor medio de iluminancia vertical en propiedades en las cuales no debería ser excedido, en lx;					
$I$	es la intensidad de la luminaria de cada fuente en la dirección potencialmente perturbadora en cd;					
$L_b$	es la luminancia media máxima de la fachada de un edificio en cd m <sup>-2</sup> ;					
$R_{ULMax}$	es la proporción de flujo de la(s) luminaria(s) que se emite por encima de la horizontal, cuando la(s) luminaria(s) está(n) montada(s) en su(s) posición(s) y disposición(es) instalada(s).					
a	En caso de que no haya disponibles regulaciones de hora límite, no se debe exceder los valores superiores y se debería tomar como límites preferentes los valores menores.					

## Requisitos generales

- a) Todas las iluminancias recogidas en las tablas se mantienen y se aplican al área principal de juego, PA. Además, cuando las áreas totales (TA) se especifiquen en las tablas, sus requisitos de iluminancia deben ser  $\geq 75\%$  y la uniformidad  $\geq 75\%$  de aquellas del área principal (PA) del deporte que se está considerando.
- b) Para uniformidad horizontal  $U1_{hor}$  debe ser  $\geq 50\% U2_{hor}$
- c) Las dimensiones del área de referencia se redondean a un número entero y sólo a título informativo, a fin de determinar el número de puntos de la retícula. Para las dimensiones exactas, debería contactarse con la Federación de cada deporte en concreto. Para algunos deportes, hay una variación en las dimensiones del campo de juego que afecta al número de puntos de la retícula. Las dimensiones mínimas y máximas típicas se muestran en las tablas junto con los números de puntos correspondientes.

d) Es importante tener en cuenta, a la hora de seleccionar la clase de alumbrado a emplear, el nivel de práctica de juego y la distancia de visión del espectador. Cuanto mayor sea el nivel de la práctica de juego y mayor sea la distancia de visión del espectador, mayor debe ser la clase de alumbrado seleccionada.

e) También se pueden tener en cuenta iluminancias semicilíndricas, pero no se han proporcionan niveles indicativos, ya que los valores reales dependerán tanto de las posiciones de visión como del tipo de instalación.

f) Las tablas de requisitos están basadas principalmente en las necesidades de los participantes. Es necesario asegurar una componente vertical mínima a una altura de 1,50 m. Generalmente esta no debería ser menor del 30% del nivel horizontal dependiendo tanto de las direcciones de visión y del tipo de instalación.

g) Alumbrado clase I: Competición del más alto nivel, tal como competición internacional y nacional, que implicará generalmente grandes capacidades de espectadores con distancias de visión potencialmente largas. También se puede incluir en esta clase el entrenamiento de nivel superior. Para algunos deportes los requisitos del órgano rector podrían prevalecer sobre los valores de esta norma.

Alumbrado clase II: Competición de nivel medio, tal como competición regional o de clubes locales, que implica generalmente capacidades de tamaño medio de espectadores con distancias de visión medias. También se puede incluir en esta clase el entrenamiento de alto nivel.

Alumbrado clase III: Competición de bajo nivel tal como competición local o de clubes pequeños, que generalmente no implica espectadores. También se incluye en esta categoría el entrenamiento general, la educación física (deportes escolares) y actividades recreativas.

<b>Nivel de competición</b>	<b>Clase de alumbrado</b>		
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Internacional y nacional	X		
Regional	X	X	
Local	X	X	X
Entrenamiento		X	X
Recreativo/deportes escolares (Educación física)			X

## Iluminancia perpendicular mínima (normativa)

<b>Iluminancia perpendicular</b>			
4 planos perpendiculares <sup>b</sup> o hacia cámara(s) especificada(s)			
	$E_{vert\ Min.}$ o $E_{cam\ Min.}$ <sup>a</sup>	Gradiente	$E_{cam\ Min.}/E_{cam\ Ave}$
Requisitos mínimos	600 lx	6% sobre 1 m	0,60

a Para garantizar valores de iluminancia mínimos y medios recomendados durante el periodo total de operación de una instalación, todos los valores anteriores  $E_{cam}$  son valores a mantener (el valor más bajo del nivel de alumbrado perderá valor con el tiempo).

b La relación de la iluminancia vertical media en cualquier punto de PA, entre los cuatro planos ortogonales verticales a 90° enfrentado con los cuatro lados de PA, debería ser  $\geq 0,60$ .

## Iluminancia perpendicular mínima para grandes eventos (informativa)

<b>Iluminancia perpendicular</b>			
4 planos perpendiculares <sup>b</sup> y hacia cámara(s) especificada(s)			
	$E_{vert\ Min.}\ y\ E_{cam\ Min}^a$	Gradiente	$E_{cam\ Min.}/E_{cam\ Ave}$
Requisitos mínimos	1 400 lx	5% sobre 1 m	0,70
<p>a Para garantizar valores de iluminancia mínimos y medios recomendados durante el periodo total de operación de una instalación, todos los valores anteriores <math>E_{cam\ Min}</math> son valores a mantener (el valor más bajo del nivel de alumbrado perderá valor con el tiempo).</p> <p>b La relación de la iluminancia vertical media en cualquier punto de PA, entre los cuatro planos ortogonales verticales a 90° enfrentado con los cuatro lados de PA debería ser <math>\geq 0,60</math>.</p>			

Los cálculos se basan en;

- a) 4 planos verticales girados sobre un eje vertical que es perpendicular al suelo;
- b) un plano normal a la cámara especificada.

Para instalaciones televisadas, el nivel de alumbrado se determina por  $E_{cam\ Mín.}$  o  $E_{vert\ Mín.}$ . Para iluminancia horizontal, la uniformidad es lo más importante.

Como el campo iluminado forma una mayor parte del campo de visión de la cámara, la relación entre la iluminancia horizontal media  $E_{hor\ Ave}$  y la iluminancia vertical media (relativa a las cámaras principales)  $E_{cam\ Ave}$  influirá en la calidad del contraste de la imagen.

Como las cámaras reaccionan a la luminancia, la reflectancia del Área Principal (PA) tiene un importante papel en la consecución del balance correcto; la relación especificada entre la iluminancia horizontal y la iluminancia vertical ( $E_{hor\ Ave}/E_{cam\ Ave}$ ) dependerá del factor de reflectancia de PA. Los valores calculados incluyen el componente directo y reflejado.

## Iluminancia horizontal (normativa)

Iluminancia horizontal				
	$E_{hor Ave}/E_{cam Ave}$	$U2_{hor}$	$U1_{hor}$	Gradiente
Requisitos mínimos	0,5 a 2,0	0,70	0,50	5% sobre 1 m

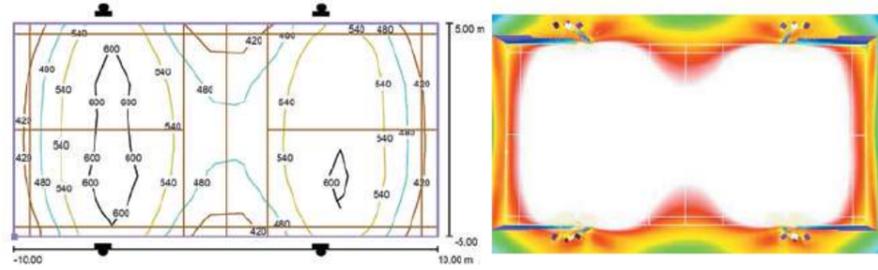
$$U2_{hor} = \frac{E_{min}}{E_m}$$

$$U1_{hor} = \frac{E_{min}}{E_{max}}$$

## Iluminancia horizontal (informativa)

Iluminancia horizontal				
	$E_{hor Ave}/E_{cam Ave}$	$U2_{hor}$	$U1_{hor}$	Gradiente
Grandes eventos	0,5 a 1,5	0,80	0,60	5% sobre 1 m

## CLASS I



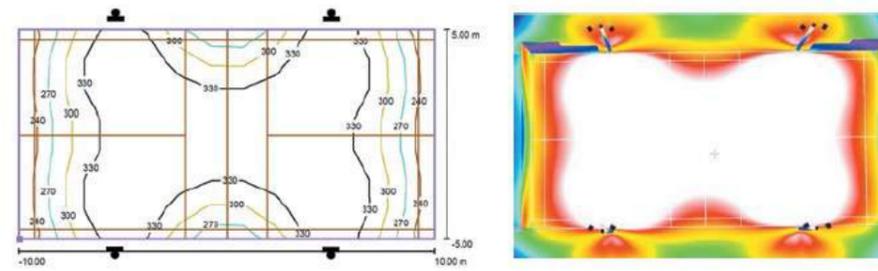
### RESULTS - FLOODLIGHT PERFORMANCE

Em= 522 Lx  
Uo= 0.71

Total installed power:  
2,000 W

Product	EAN	No. of floodlights	Number of masts per court	No. of floodlights per mast	Mast height (m)	Floodlight power (W)
FL PFM 150W 4000K ASYM 55x110	4058075353541	8	4	2	6	150
FL PFM 200W 4000K ASYM 55x110	4058075353565	4		1	6	200

## CLASS II



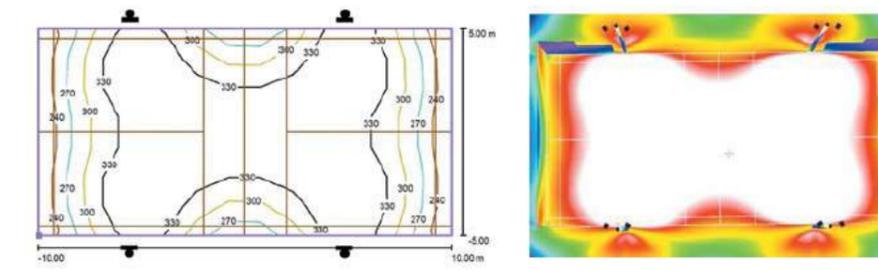
### RESULTS - FLOODLIGHT PERFORMANCE

Em= 318 Lx  
Uo= 0.72

Total installed power:  
1,200 W

Product	EAN	No. of floodlights	Number of masts per court	No. of floodlights per mast	Mast height (m)	Floodlight power (W)
FL PFM 150W 4000K ASYM 55x110	4058075353541	8	4	2	6	150

## CLASS III

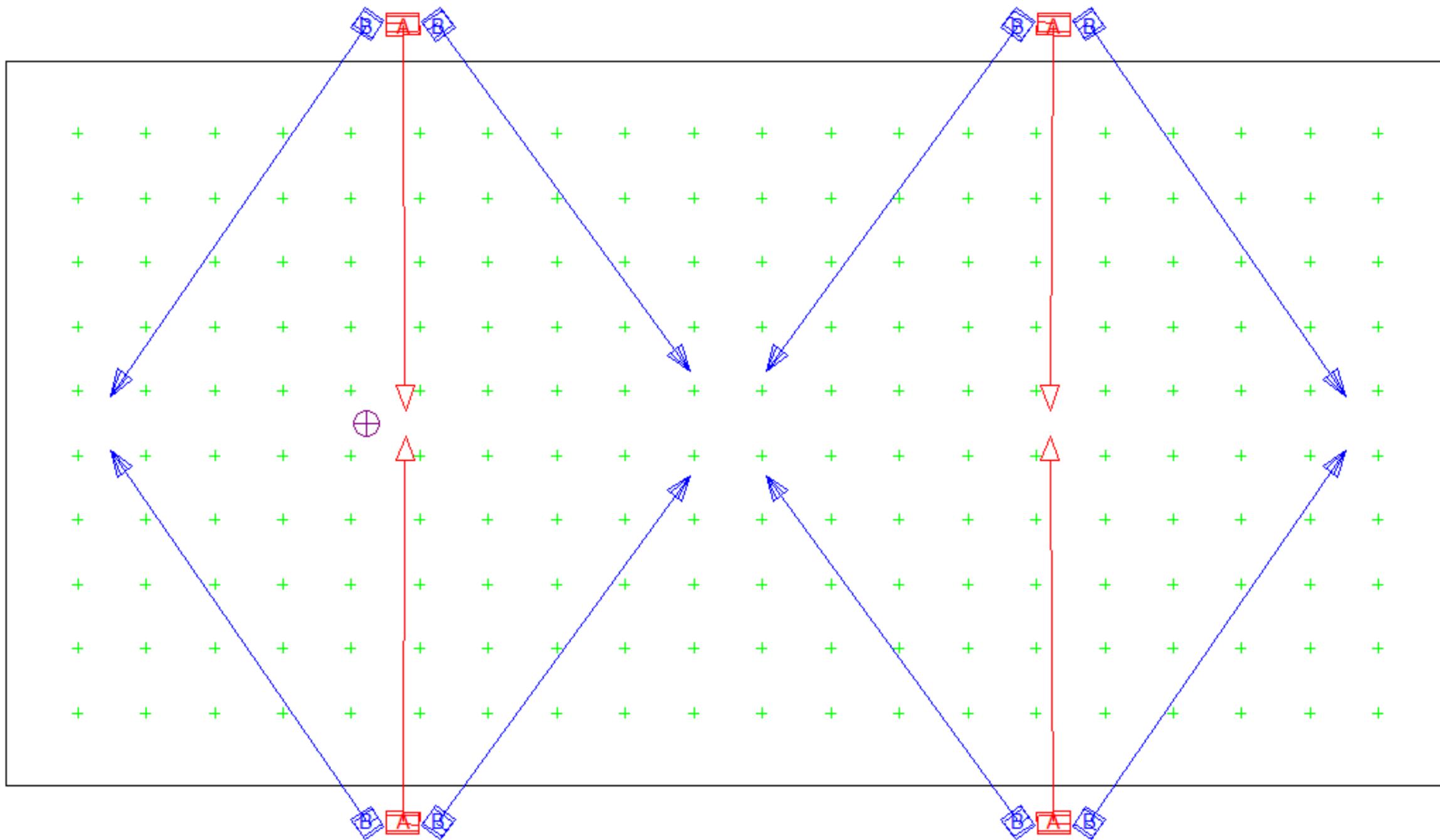


### RESULTS - FLOODLIGHT PERFORMANCE

Em= 210 Lx  
Uo= 0.73

Total installed power:  
800 W

Product	EAN	No. of floodlights	Number of masts per court	No. of floodlights per mast	Mast height (m)	Floodlight power (W)
FL PFM 100W 4000K ASYM 55x110	4058075353527	8	4	2	6	100



100% - Clase I  
 60% - Clase II  
 40% - Clase III

GORKA ANTOLIN PIRIS  
ANTOLIN\*PIRIS,GORKA



LEIOAKO UDALA 26/03/2024

Fecha adjudicación: 09/08/2024

Fecha de publicación: 10/09/2024

Duración: 4 meses

Oferentes: 6

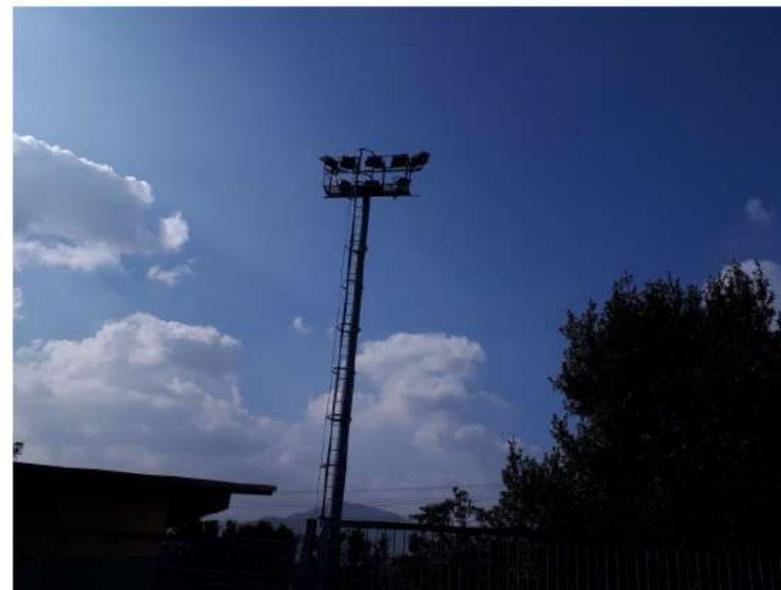
Adjudicación: Emartin Facilities SA (€ 147609.52 (IVA incl.))

## PLIEGO DE CLAUSULAS TECNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DE LA SUSTITUCION DEL ALUMBRADO DE DOS DE LOS CAMPOS DE FUTBOL DE LAS INSTALACIONES DEPORTIVAS DE SARRIENA



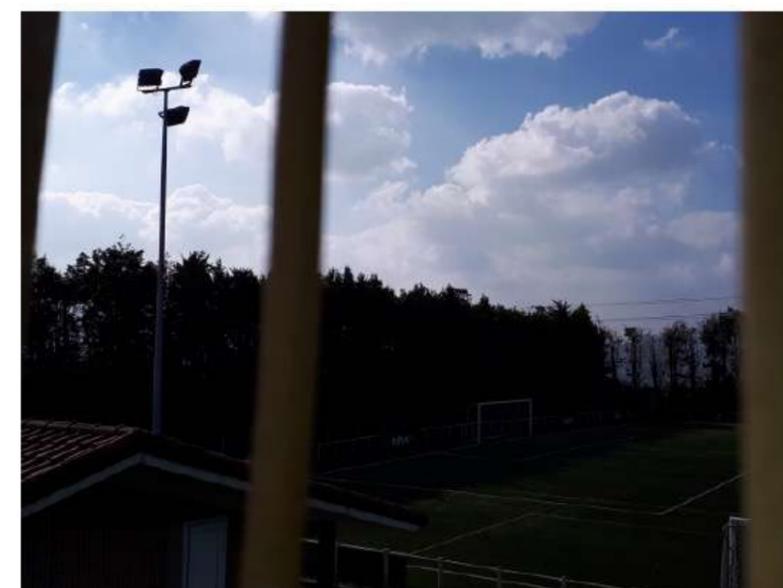


- Torre 1: 8 proyectores con lámpara HM 2.000 W.
  - Torre 2: 8 proyectores con lámpara HM 2.000 W.
  - Torre 3: 8 proyectores con lámpara HM 2.000 W.
  - Torre 4: 8 proyectores con lámpara HM 2.000 W.
- 32 proyectores H.M. de 2.300 W (lámpara + equipo).  
Potencia total: 73,6 kW.





- Torre 1: 3 proyectores con lámpara HM 2.000 W.
  - Torre 2: 3 proyectores con lámpara HM 2.000 W.
  - Torre 3: 3 proyectores con lámpara HM 2.000 W.
  - Torre 4: 3 proyectores con lámpara HM 2.000 W.
  - Torre 5: 3 proyectores con lámpara HM 2.000 W.
  - Torre 6: 3 proyectores con lámpara HM 2.000 W.
  - Torre 7: 3 proyectores con lámpara HM 2.000 W.
  - Torre 8: 3 proyectores con lámpara HM 2.000 W.
  - 24 proyectores H.M. de 2.300 W (lámpara + equipo).
- Potencia total: 55,2 kW.



Exterior			Área de referencia		Números de puntos de cuadrícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Baloncesto	PA:	28	15	13	7	
	TA:	32	19	15	9	
Balonmano	PA:	40	20	15	7	
	TA:	44	27,5	15	9	
Fistball	PA:	50	20	17	7	
	TA:	66	32	17	9	
Floorbol	PA:	40	20	15	7	
	TA:	43	22	15	7	
Fútbol	PA:	100 a 110	64 a 75	19 a 21	13 a 15	
	TA:	108 a 118	72 a 83	21	13 a 15	
Fútbol americano	PA:	110 a 117,5	55	21	9 a 11	
Netball	PA:	30,5	15,3	13	7	
	TA:	37,5	22,5	15	9	
Rugby	PA:	144	69	23	11	
	TA:	154	79	23	11	
Voleibol	PA:	24 (véase nota 1)	15	13 (véase nota 1)	9	
Clase	Iluminancia horizontal				GR	Índice de rendimiento de color
	$E_{med}$ lux	$E_{min} / E_{med}$				
I	500	0,7			50	60
II	200	0,6			50	60
III	75	0,5			55	20
NOTA 1: Para la Clase I, la competición internacional en el nivel máximo puede justificar una longitud de 34 m para el área principal (PA). El número correspondiente de puntos de cuadrícula en longitud es entonces de 15.						

**- Campo 02:**

$E_m = 270 \text{ lux} (> 200 \text{ lux})$ .

$U_0 = 0,70 (> 0,6)$ .

La luminaria propuesta para sustituir a los proyectores actuales es de la marca SOCELEC, modelo ECOBLAST en diferentes ópticas según los resultados de los estudios lumínicos.

Por lo tanto, la potencia a instalar en cada torreta será la siguiente:

- Torre 1: 5 proyectores LED de potencia 1820 W.

- Torre 2: 5 proyectores LED de potencia 1820 W.

- Torre 3: 5 proyectores LED de potencia 1820 W.

- Torre 4: 5 proyectores LED de potencia 1820 W.

Además, es necesario un refuerzo de 6 proyectores INDU FLOOD de la misma marca para evitar las sombras proyectadas por la grada.

- Grada: 6 proyectores LED de potencia 125W

Por lo tanto, la potencia propuesta para este campo 02:

- Potencia total: 37,150 kW

**- Campo 04:**

$$E_m = 135 \text{ lux } (> 75 \text{ lux})$$

$$U_0 = 0,70 (> 0,5)$$

La luminaria propuesta para sustituir a los proyectores actuales es de la marca SOCELEC, modelo ECOBLAST según los resultados de los estudios lumínicos.

Por lo tanto, la potencia a instalar en cada torreta será la siguiente:

- Columna 1: 2 proyectores LED de potencia 900W.
- Columna 2: 2 proyectores LED de potencia 900W.
- Columna 3: 2 proyectores LED de potencia 900W.
- Columna 4: 2 proyectores LED de potencia 900W.
- Columna 5: 2 proyectores LED de potencia 900W.
- Columna 6: 2 proyectores LED de potencia 900W.
- Columna 7: 2 proyectores LED de potencia 900W.
- Columna 8: 2 proyectores LED de potencia 900W.

Por lo tanto, la potencia propuesta para este campo 04:

- Potencia total: 14,40 kW

## CLASIFICACION ENERGETICA DEL PROYECTO Y JUSTIFICACION DE LA MISMA

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left( \frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

### - Campo 02:

-  $S = 105 \times 65 = 6.825 \text{ m}^2$

$E_m \geq 270 \text{ lux}$  (A pesar de que para alumbrado clase 2 la normativa establece 200 lux como valor mínimo de iluminancia media, ésta deberá ser igual o superior a 270 lux)

### - Campo 04:

-  $S = 98 \times 63 = 6.174 \text{ m}^2$

$E_m \geq 135 \text{ lux}$  (A pesar de que para alumbrado clase 3 la normativa establece 75 lux como valor mínimo de iluminancia media, ésta deberá ser igual o superior a 135 lux)

Seguidamente se comprueba que el valor obtenido está por encima de los requisitos mínimos en función de la iluminancia media proyectada:

<b>Iluminancia media en servicio</b> <b><math>E_m</math> (lux)</b>	<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA</b> $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
$\geq 30$	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

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

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $\epsilon_R$ $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $\epsilon_R$ $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
$\geq 30$	32	--	--
25	29	--	--
20	26	$\geq 20$	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	$\leq 5$	5

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

$$|\varepsilon| = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}$$

$$ICE = \frac{1}{|\varepsilon|}$$

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

## JUSTIFICACION DEL AHORRO ENERGETICO PREVISTO

Se deberá aportar cálculo justificativo del ahorro energético previsto mediante la comparación entre el consumo energético de la instalación actual y el de la situación mejorada, debiéndose alcanzar los porcentajes de ahorro mínimo señalados, y detallando los cálculos realizados de acuerdo con la siguiente tabla:

	<b>P actual [kW]</b>	<b>P LED [kW]</b>	<b>Horas func. anual [horas/año]</b>	<b>Consumo actual [kWh]</b>	<b>Consumo LED [kWh]</b>	<b>Ahorro [kWh]</b>	<b>% ahorro</b>
<b>Campo 02</b>	73,6	*	960	70.656	*	*	≥45,00%
<b>Campo 04</b>	55,2	*	960	52.992	*	*	≥70,00%
<b>TOTAL</b>	128,8	*	960	123.648	*	*	≥60,00%

## LUMINARIAS

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Altura de instalación recomendada: 8 m a 50 m.
- Marcado CE.
- Certificado ENEC.
- Conformidad con RoHS.
- Conformidad con TUV (lanzamiento de pelota).
- Norma del ensayo LM 79-80 (las mediciones en laboratorio certificado según ISO 17025).

### CARCASA Y ACABADO

- Carcasa de aluminio.
- Óptica lentes de PMMA (polímero termoplástico altamente transparente).
- Protector de vidrio templado y policarbonato.
- Acabado de la carcasa aluminio anodizado.
- Grado de hermeticidad IP 66.
- Resistencia a los impactos IK 08 (vidrio) / IK 09 (policarbonato).
- Norma de vibración ANSI C 136-31 - 3G y IEC 68-2-6 - 0.5G.
- Prueba de lanzamiento de balón: DIN 18032-3:1997-04 según EN 13 964.

## INFORMACION ELECTRICA

- Clase eléctrica Clase I UE - Clase 1 EE. UU.
- Tensión nominal 220-400 V – 50-60 Hz.
- Factor de potencia > 95% a plena carga.
- Protección contra sobretensiones Rango 220-400 V: 10 kV.
- Compatibilidad electromagnética (CEM): EN 55015 // EN 61547// EN 61000-3-2, -3 // EN 61000-4-2, -3, -4, -5, -6, -8.
- Protocolo de control DALI-2 // DMX-RDM.
- Opciones de control con telegestión.

## INFORMACION OPTICA

- Temperatura de color de los LED 5.700 K (blanco neutro);
- Índice de reproducción cromática (CRI) > 70 (blanco neutro o frio).

## CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

- Rango de temperatura de funcionamiento (Ta) -40 °C a +50 °C.

VIDA UTIL DE LOS LED A TQ 25 °C - 100.000 h – L92.

## MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

<b>Proyectores</b>	
Limpieza del sistema óptico y cierre (reflector, difusor)	1 vez al año
Control visual de las conexiones y de la oxidación	2 veces al año
Control visual de los sistemas mecánicos de fijación	2 veces al año
<b>Centros de Mando y Medida</b>	
Control del sistema de encendido y apagado de la instalación	2 veces al año
Revisión del armario	2 veces al año
Verificación de las protecciones (interruptores y fusibles)	2 veces al año
Comprobación de la puesta a tierra	2 veces al año
<b>Instalación eléctrica</b>	
Medida de la tensión de alimentación	1 vez al año
Medida del factor de potencia	1 vez al año
Revisión de las tomas de tierra	2 veces al año
Verificación de la continuidad de la línea de enlace con tierra	2 veces al año
Control del sistema global de puesta a tierra de la instalación	2 veces al año
Comprobación del aislamiento de los conductores	1 vez al año
<b>Soportes</b>	
Control de la corrosión (interna y externa)	1 vez al año
Control de las deformaciones (viento, choques)	1 vez al año

Norma para el diseño de edificios ecológicos de alto rendimiento  
 Excepto edificios residenciales de poca altura

2023 ASHRAE - IES

Densidad de potencia en iluminación

<b>Gimnasios/Centros de fitness</b>		<b>W/m<sup>2</sup></b>
Area de ejercicios		5,4
Area de juegos		7.5
<b>Estadios deportivos</b>		<b>W/m<sup>2</sup></b>
Clase I		24,3
Clase II		15.6
Clase III		11.6
Clase IV		7,8
<b>Piscinas</b>		<b>W/m<sup>2</sup></b>
Clase I		25.2
Clase II		15,8
Clase III		9.5
Clase IV		4,3

Lighting Power Density (LPD)

Fin clase 3