

Título del trabajo/ Title of paper

La luz en la Certificación WELL

Autor/es/ Author/s

Mar Gandolfo y Javier Alcolea

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

Philips Lighting Spain

Dirección principal/ Mail adress

**C/ María de Portugal ,1
28050 – Madrid**

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

Mar.gandolfo@philips.com
Javier.alcolea@philips.com

Tema:

2: Luz, Salud y Bienestar

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

Comité Español de Iluminación

XLIII Simposium Nacional de Alumbrado
Soria 2017

La iluminación en la certificación Well

Crece la conciencia por espacios saludables más allá de la del consumo energético

de los certificados LEED, BREAM, VERDE, la certificación WELL trabaja sobre el bienestar y la salud humana, atendiendo a 7 puntos esenciales que afectan a la vida de las personas:

aire, agua, alimentos, luz, ejercicio físico, confort y mente.

Autores: Javier Alcolea y Mar Gandolfo

Estructura e instalaciones

Interiores Nuevos y Existentes

Edificios Nuevos y Existentes

Tipología	Condición básica	Optimización	Total
Edificios Nuevos y Existentes	41	59	100
Interiores Nuevos y Existentes	36	62	98
Estructura e instalaciones	26	28	54

- Se certifican los proyectos que cumplen los criterios requeridos en cada categoría.
- Cada 3 años se deber recertificar puesto que las condiciones del edificio se pueden deteriorar a lo largo del tiempo y afectar de modo inadecuado a la salud de los ocupantes.
- Anualmente se debe reportar sobre las condiciones que lo requieran

Aire
Cardiovascular, Endocrine, Immune, Nervous, Respiratory
Core and Shell, New and Existing Interiors, New and Existing Buildings

Agua
Digestive, Immune, Nervous, Urinary
Core and Shell, New and Existing Interiors, New and Existing Buildings

Alimentación
Cardiovascular, Digestive, Muscular, Skeletal
Core and Shell, New and Existing Interiors, New and Existing Buildings

Luz
Cardiovascular, Digestive, Endocrine, Immune, Muscular, Nervous, Reproductive
Core and Shell, New and Existing Interiors, New and Existing Buildings

Actividad Física
Cardiovascular, Muscular, Nervous, Respiratory, Skeletal
Core and Shell, New and Existing Interiors, New and Existing Buildings

Confort
Cardiovascular, Digestive, Endocrine, Immune, Reproductive
Core and Shell, New and Existing Interiors, New and Existing Buildings

Mente
Core and Shell, New and Existing Interiors, New and Existing Buildings

PHILIPS

Propósito

Proporcionar pautas de iluminación que están dirigidas a:

- Minimizar la disrupción en el sistema circadiano del cuerpo
- Mejorar la productividad
- Apoyar la buena calidad del sueño
- Proporcionar agudeza visual

	Estructura e instalaciones	Interiores Nuevos y Existentes	Edificios Nuevos y Existentes
Luz			
53 Diseño de Iluminación para criterios visuales		P	P
54 Diseño de Iluminación para criterios Circadianos		P	P
55 Control de deslumbramiento para el alumbrado	P	P	P
56 Control de deslumbramiento luz solar	O	P	P
57 Bajo deslumbramiento en puesto de trabajo (pantallas de ordenador)		O	O
58 Calidad del color		O	O
59 Diseño de las superficies		O	O
60 Automatización de persianas y sistemas de control de la iluminación		O	O
61 Derecho a la luz	O	O	O
62 Modelado adecuado de la luz natural	O	O	O
63 Luz natural y ventanas	O	O	O

PHILIPS

Cálculo de puntuaciones

LIGHT FEATURE LEVEL MATRIX

	Core and Shell	New and Existing Interiors	New and Existing Buildings
53 VISUAL LIGHTING DESIGN			
1: Visual Acuity for Focus	---	P	F
2: Brightness Management Strategies	---	P	F
54 CIRCADIAN LIGHTING DESIGN			
1: Melanopic Light Intensity for Work Areas	---	P	F
55 ELECTRIC LIGHT GLARE CONTROL			
1: Lamp Shielding	---	P	F
2: Glare Minimization	P	P	P
56 SOLAR GLARE CONTROL			
1: View Window Shielding	O	P	P
2: Daylight Management	O	P	P
57 LOW-GLARE WORKSTATION DESIGN			
1: Glare Avoidance	---	O	O
58 COLOR QUALITY			
1: Color Rendering Index	---	O	O
59 SURFACE DESIGN			
1: Working and Learning Area Surface Reflectivity	---	O	O
60 AUTOMATED SHADING AND DIMMING CONTROLS			
1: Automated Sunlight Control	---	O	O
2: Responsive Light Control	---	O	O
61 RIGHT TO LIGHT			
1: Lease Depth	O	O	O
2: Window Access	---	O	O
62 DAYLIGHT MODELING			
1: Healthy Sunlight Exposure	O	O	O
63 DAYLIGHTING FENESTRATION			
1: Window Sizes for Working and Learning Spaces	O	O	O
2: Window Transmittance in Working and Learning Areas	O	O	O
3: Uniform Color Transmittance	O	O	O

Total de precondiciones= TP
Precondiciones alcanzadas= PA
Total de Optimizaciones= TO
Optimizaciones Alcanzadas= OA
Wellnes Score= WS (Puntuación de Bienestar)

- No cumple si $(PA/TP) < 1$ entonces $WS = (PA/TP) \times 5$
- Cumple si $(PA/TP) = 1$ entonces $WS = 5 + (OA/TO) \times 5$

El ejemplo muestra una oficina que cumple con los requerimientos para la tipología Edificios Nuevos y Existentes. Cumple con todas las precondiciones y logra 29 optimizaciones Y recibe los resultados calculados con la fórmula de arriba

PHILIPS



Comparamos criterios

norma española		UNE-EN 12464-1
Febrero 2012		
TÍTULO	Iluminación	
	Iluminación de los lugares de trabajo	
	Parte 1: Lugares de trabajo en interiores	
<i>Light and lighting. Lighting of work places. Part 1: Indoor work places. Location and design. Calculation of levels of illuminance. Glare. Use of natural light.</i>		
CORRESPONDENCIA	Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12464-1:2011.	
OBSERVACIONES	Esta norma sustituye y sustituye a la Norma UNE-EN 12464-1:2012.	
ANTECEDENTES	Esta norma ha sido elaborada por el comité Técnico AEN/CEN 72 Iluminación y color con la Secretaría de España AN/FALLIM.	
<p>Elaborada y sujeta por AENOR Deposito legal: M 1315-2012</p> <p>LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO SEAN DE INDETERMINADO AUSENTO.</p> <p>AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación Edificios en España www.aenor.es</p> <p>© AENOR 2012 Reproducción prohibida</p> <p>Oficina de Edición 28104 MADRID, España</p> <p>Tel: 91 11 10 612 Fax: 91 11 10 613</p> <p>127 páginas</p> <p>AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A PHILIPS INFERICAL, S.A.</p>		

PHILIPS



Diseño de iluminación para los criterios visuales

Propósito: Establecer el nivel umbral de iluminación para una adecuada agudeza visual y establecer un balance de luminancias adecuado.

PARTE 1: Agudeza Visual

Requisitos:

- iluminación ambiental $E_{med} \geq 250 \text{ lux}$.
- El sistema de iluminación ambiental zonificado ($46,5 \text{ m}^2$) con control independiente o el 20% de la superficie en planta diáfana (lo que sea mayor).
- Si $I_{Ambiente} < 300 \text{ lux}$, E_{med} Tarea debe poder proporcionar entre 300 y 500 lux

Norma 12464-1
Recoge los niveles concretos por tareas, es más precisa

PARTE 2: Estrategia de Gestión del Brillo

Balance de luminancia en los espacios, al menos 2 criterios:

- Balance de luminancias entre salas principales y los espacios auxiliares, como los pasillos y las escaleras, en caso de existir.
- Balance de luminancias entre las superficies de trabajo y las superficies adyacentes incluyendo la pantalla de ordenador.
- Balance de luminancias entre las superficies de trabajo y las superficies remotas, no adyacentes en la misma habitación.
- Los valores de luminancia para los techos un local determinado.

Norma 12464-1
Recoge los niveles concretos de iluminación
En techo y paredes junto con los factores de reflexión
Recoge los valores de uniformidad en la tarea y en los alrededores y fondo

PHILIPS

Norma UNE-EN 12464-1 :
iluminación en lugares de trabajo en interiores

Ejemplo E_m , U , UGR_L , R_a ,

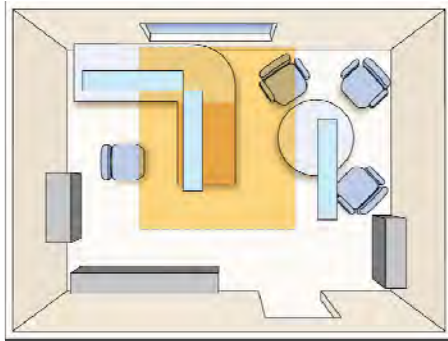
Tabla 5.26 – Oficinas

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Requisitos específicos
5.26.1	Archivo, copias, etc.	300	19	0,40	80	
5.26.2	Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	0,60	80	Trabajo en EPV, véase el apartado 4.9
5.26.3	Dibujo técnico	750	16	0,70	80	
5.26.4	Puestos de trabajo de CAD	500	19	0,60	80	Trabajo en EPV, véase el apartado 4.9
5.26.5	Salas de conferencias y reuniones	500	19	0,60	80	La iluminación debería ser controlable
5.26.6	Mostrador de recepción	300	22	0,60	80	
5.26.7	Archivos	200	25	0,40	80	

PHILIPS

Norma UNE-EN 12464-1 :

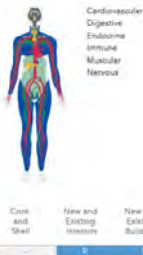
Área de tarea, alrededores (0,5m) y Fondo (3 m)



Áreas continuamente ocupadas: > 200 lux

Nivel de iluminación		
Tarea	Alrededores	
> 750 lux	500 lux	
500 lux	300 lux	
300 lux	200 lux	
200 lux	150 lux	
< 150 lux	E_{tarea}	
Uniformidad (E_{min}/E_{med})		
Tarea	Alrededores	Fondo
Ver tablas	> 0.40	>0.10

PHILIPS



Diseño de iluminación para los criterios circadianos

Propósito: Apoyar la salud circadiana estableciendo un umbral mínimo de nivel de iluminación durante el día.

PARTE 1: INTENSIDAD DE LA LUZ MELANÓPICA PARA ÁREAS DE TRABAJO

Se cumple al menos uno de los siguientes requisitos

- El diseño o cálculos de iluminación (que pueden incorporar luz diurna) muestran que al menos 250 ELM (Equivalente lux Melanópico) en al menos el 75% de los puestos de trabajo, medido en el plano vertical a 1,2 m. Por lo menos 4 horas por día.
- Para todos los puesto de trabajo, la luz artificial (que pueden incluir iluminación de tareas) debe proporcionar un nivel de MLE en el plano vertical mayor o igual que la iluminancia vertical E_v recomendada para las categorías 25-65 de la tabla B1 de la norma IES-ANSI RP-1-12. Por ejemplo, los mostradores de recepción están provistos de 150 MLE (lux melanópicos equivalentes) proporcionados por la luz artificial.

Completamente nuevo
Existe un anexo en que indica
como convertir lux en MLE

PHILIPS



Control del deslumbramiento de la luz artificial

Propósito: Minimizar el deslumbramiento directo fijando límites en la intensidad luminosa de las luminarias.

Parte 1: Apantallamiento de fuentes de luz

Las fuentes de luz con las siguientes luminancias que se usen en espacios normalmente ocupados se deben apantallar con los siguientes ángulos o mayores:

- < 20.000cd/2, incluidas lámparas reflectoras, no necesitan apantallarse
- 20.000 a 50.000cd/m²: 15°
- 50.000 a 500.000 cd/m²: 20°
- >500.000: 30°

Norma 12464-1
Recoge los mismos niveles

Parte 2: Minimizar el deslumbramiento

En los puestos de trabajo, mesas y otras áreas donde se está sentado, se debe cumplir:

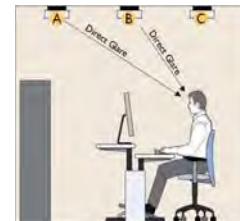
- Las fuentes de luz desnudas y las superficies luminosas que se encuentren por encima de 53°(sobre la horizontal) del centro de visión deben tener una luminancia inferior a 8.000 cd/m²

Norma 12464-1
Recoge expresa el UGR
Criterio distintos

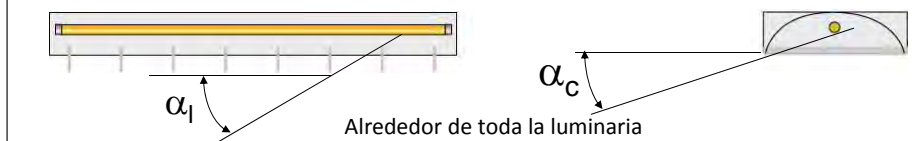
PHILIPS

Norma UNE-EN 12464-1

Angulo de apantallamiento



Luminancia fuente de luz	Angulo de apantallamiento α	Fuente típica
< 20 kcd/m ²	Sin restricciones	TL-D, TL5 HE
20 – 50 kcd/m ²	> 15°	TL5 HO, PL
50 – 500 kcd/m ²	> 20°	SON, HPI
> 500 kcd/m ²	> 30°	CDM, LED



PHILIPS



Control de la luz natural

Propósito: Evitar el deslumbramiento del sol bloqueando o reflejando la luz que reciben los ocupantes directamente

Parte 1 **View window shading**

Al menos uno de los siguientes criterios para los acristalamientos hasta 2.1m para zonas ocupadas:

- Lamas en el interior de las ventanas o cortinas controlables o automáticas
- Sistema de lamas exteriores para prevenir el deslumbramiento
- Acristalamiento de opacidad variable, como cristales fotocromáticos, que puedan reducir la transmitancia hasta el 90% o más

Nuevo

Parte 2: **Dylight Management**

Al menos una para los acristalamientos por encima de 2.1m:

- Lamas en el interior de las ventanas o cortinas controlables o automáticas
- Sistema de lamas exteriores para prevenir el deslumbramiento
- Lamas interiores que reflejen la luz natural hacia el techo
- Micro espejos en las ventanas que reflejen la luz natural hacia el techo
- Acristalamiento de opacidad variable, como cristales fotocromáticos, que puedan reducir la transmitancia hasta el 90% o más

Nuevo

PHILIPS



Diseño de puestos de trabajo con bajo brillo

Propósito: Minimizar el discomfort visual situando los monitores del ordenador de modo que se evite el deslumbramiento y los contrastes de luminancias

Parte 1: **Evitar el deslumbramiento**

Se deben cumplir:

- Para minimizar el deslumbramiento causado por la luz solar que entra por las ventanas, todas las pantallas de ordenador sobre las mesas que estén distanciadas hasta 4,5 m de las ventanas, se deben de girar 20° sobre el plano perpendicular a la ventana más cercana.
- La luminaria colocada sobre la cabeza no deben dirigir la luz directamente a la pantalla del ordenador

Nuevo

En 12464-1 está recogido de modo más concreto

PHILIPS

Norma UNE-EN 12464-1

Deslumbramiento indirecto

Puede darse en
Objetos: mesas, cristales...
Pantallas de ordenador

PHILIPS

Norma UNE-EN 12464-1

Deslumbramiento indirecto en pantallas

cd/m²

Zona de deslumbramiento

Light zone

65 deg

Se limita la intensidad de la luminaria por encima de 65°

PHILIPS

Norma UNE-EN 12464-1

deslumbramiento indirecto



Tabla 4 – Límites de luminancia medios de luminarias que pueden ser reflejadas en la pantalla

Pantalla de luminancia de estado alto	Pantalla de alta luminancia $L > 200 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$	Pantalla de luminancia media $L \leq 200 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$
Caso A (polaridad positiva y requisitos normales relativos al color y detalles de la información mostrada, como se utiliza en oficina, educación, etc.)	$\leq 3\,000 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$	$\leq 1\,500 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$
Caso B (polaridad negativa y/o mayores requisitos relativos al color y detalles de la información mostrada, como se utiliza para la inspección de color CAD, etc.)	$\leq 1\,500 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$	$\leq 1\,000 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$

NOTA La luminancia de alto estado de pantalla (véase la Norma EN ISO 9241-302) describe la luminancia máxima de la parte blanca de la pantalla y este valor está disponible por parte del fabricante de la pantalla.

PHILIPS



Calidad del color

Propósito: enfatizar la estética del espacio y la distinción de colores mediante el uso de fuentes de luz con buenas propiedades de reproducción cromática



Parte 1 Índice de Reproducción Cromática

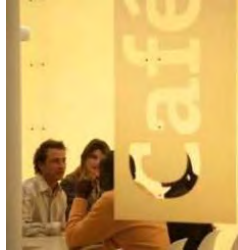
Para asegurar una buena reproducción de los colores en el espacio y enfatizar el confort de los ocupantes, todas las fuentes de luz (excepto elementos decorativos, luces de emergencia o de alumbrado especial) deben cumplir:

- a. ICR (R8) >80 Recogido en la norma
- b. El Índice R9>50 Nuevo

PHILIPS

Norma UNE-EN 12464-1

Color de la luz – temperatura de color



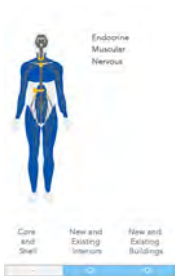
Temperatura de color	T_c
Cálida	< 3300 K
Neutra	3300 - 5300 K
Fría	> 5300 K

La elección está relacionada con el nivel de iluminación, las preferencias personales y la creación de ambiente

Color de la luz – Reproducción cromática

- La distribución espectral determina la reproducción cromática
- Es importante en aquellas aplicaciones donde sea necesario percibir los colores verdaderos.
- En aplicaciones de interior debemos usar fuentes de luz con reproducción:
- Muy buena - $R_a > 80$ (1B)

PHILIPS



Diseño de las superficies

Propósito: Incrementar la luminosidad del local a través de la luz reflejada en las superficies del local y evitar el deslumbramiento

Parte 1: Reflectancia de las superficies de áreas de trabajo y de enseñanza

Se deben alcanzar los siguientes factores de Reflexión:

- Techos > 0.8 para al menos el 80% de las superficies de áreas normalmente ocupadas
- Paredes como media > 0.7 para al menos el 50% de las superficies que se ven directamente para espacios normalmente ocupados.
- El mobiliario como media > 0.5 para el 50% de las superficies que se ven directamente en las áreas normalmente ocupadas

Recogido en la norma
Aunque no por el
mismo motivo

PHILIPS

Norma UNE-EN 12464-1

Distribución de luminancias



Determinada por:

Nivel de iluminación, comportamientos de reflexión de las superficies

Factores de reflexión típicos oficinas:

- Techo 0.7 - 0.9 (0.7)
- Paredes 0.5 - 0.8 (0.5)
- Plano trabajo 0.2 - 0.7 (0.4)
- Suelo 0.2 - 0.4 (0.2)

La norma indica que en todos los lugares cerrados se tenga una iluminancia mínima sobre:

Paredes

$E_m > 50\text{lux}$ y $U_o > 0,10$ (oficinas 75lux)

Techos

$E_m > 30\text{lux}$ y $U_o > 0,10$ (oficinas 50lux)

Excepciones lugares complejos:

almacenes con estanterías, acerías, terminales de trenes

PHILIPS



Core and Shell
New and Existing Interiors
New and Existing Buildings

Persianas automáticas y sistemas de control

Propósito: Evitar el deslumbramiento y enfatizar la ayuda de la luz natural a través de paramentos de sombra automáticos y la regulación

Parte 1: Control automático de la luz solar

Todas las ventanas mayores de 0.55m^2 :

- a. Lamas automáticas que se mueven cuando los sensores de luz indican que la luz solar podría contribuir al deslumbramiento en los puestos de trabajo

nuevo

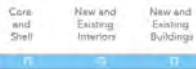
Parte 2: Control de luz

Los siguientes requerimientos se cumplen para las principales áreas de trabajo:

- a. Todas las luminarias excepto los elementos decorativos usan sensores de presencia que regulan automáticamente al 20% p menos (o apagan) cuando la zona no está ocupada.
- b. Todas las luminarias excepto las decorativas tienen la capacidad y están programadas para regularse de modo continuo respondiendo a la luz natural.

Recogido en el CTE HE-3 con mayor precisión

PHILIPS



Derecho a la luz

Propósito: Promover la exposición a la luz natural y vistas al exterior limitando la distancia de los puestos de trabajo a la ventana o atrios

Parte 1: Profundidad del arrendamiento

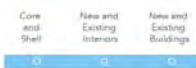
- 75% del área de los espacios regularmente ocupados están a menos de 7.5m las de ventanas

Parte 2: Acceso a las Ventanas

- 75% de los puestos de trabajo están a menos de 7.5m de un atrio o ventana con vistas al exterior
- 95% de los puestos de trabajo están a menos de 12.5 de un atrio o ventana con vistas al exterior.

nuevo

PHILIPS



Modelado de la luz natural

Propósito: Ayudar a la salud desde el punto de vista circadiano y psicológico fijando umbrales de exposición de luz natural en el interior.

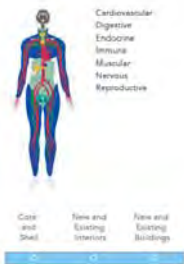
Parte1: Exposición Saludable a la luz natural

Las simulaciones demuestran que se espera conseguir las siguientes condiciones:

- Spatial daylight autonomy (sDA300, 50%) se alcanza en al menos el 55% de las zonas normalmente ocupadas. En otras palabras, al menos el 55% del espacio recibe por lo menos 300lux de luz natural para al menos el 50% de las horas de funcionamiento anual.
- Annual sunlight exposure (ASE1000,250) se alcanza como máximo en el 10% de las áreas normalmente ocupadas. En otras palabras, no más del 10% del área pueden recibir más de 1000lux durante 250 horas al año.

Nuevo

PHILIPS



Ventanas para luz natural

Propósito: Optimizar la exposición a la luz natural y limitar el deslumbramiento mediante la mejora de los requisitos sobre las ventanas

Parte 1: **Tamaño de las ventanas para los espacios de trabajo y enseñanza**

Nuevo

Las siguientes condiciones deben estar presentes en las fachadas

- El ratio Ventana-pared medido en elevación externa está entre el 20% y el 60%. Porcentajes mayores al 40% requiere lamas externas o sistema ajustables de control para controlar un indeseada ganancia de calor y brillo.
- Entre el 40% y 60% del área de ventana está al menos a 2.1m sobre el suelo

Parte 2: **Transmitancia de las ventanas en zonas de trabajo y enseñanza**

Nuevo

Los siguientes valores de transmitancia se alcanza para todos los acristalamientos no decorativos:

- Todos los acristalamientos por encima de los 2.1m tienen un VT de 60% o más
- Todos los acristalamientos por debajo de los 2.1m tienen un VT de 50% o más

Parte 3: **Transmitancia de color uniforme**

Nuevo

Todas las ventanas para aprovechamiento de luz natural deben cumplir el siguiente requerimiento:

- La Transmitancia para luz visible en longitudes de onda entre los 400 y los 650nm no debe variar en más de un factor 2.

PHILIPS