

50 Simposium Nacional de Alumbrado

Valencia, 22 al 24 de Mayo del 2024

Ponencia



Título del trabajo/ Title of paper:

Aplicación de la UNE-EN 12464-1:2022 a diferentes espacios de trabajo. Comparativa respecto a la versión anterior de la norma.

Autor/es/ Author/s:

Iñigo Sánchez Semberoiz

Empresa/s Company/s:

Saltoki

Dirección principal/ Mail address:

*Polígono Industrial Landaben, Calle A, s/n
31012 Pamplona - Navarra*

Tema:

3. Normativa, Legislación, Calibración y Certificación

1-Antecedentes y objeto

La iluminación de los diferentes espacios de trabajo se rige por lo establecido por el Real Decreto 486 del 14 de abril de 1997. Este documento adolece de cierta antigüedad y no concreta parámetros lumínicos específicos, limitándose a requerir unos niveles mínimos de iluminación conforme a unas exigencias visuales genéricas de la tarea.

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.º Bajas exigencias visuales	100
2.º Exigencias visuales moderadas ...	200
3.º Exigencias visuales altas	500
4.º Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Detalle niveles mínimos recomendados conforme al RD 486/1997

En 2015 se publicó una Guía de Aplicación de dicho Real Decreto que además de introducir otros aspectos importantes en la iluminación de espacios de trabajo, apuntaba a la norma UNE-EN 12464-1 como referencia a la hora de definir los requisitos lumínicos de cada tipología exacta de espacio de trabajo.

Si bien la guía técnica ni la mencionada UNE son vinculantes, sí son documentos reconocidos por los diferentes servicios de prevención de riesgos laborales y por lo tanto y a falta de una actualización de la legislación vigente, las referencias recomendadas a seguir a la hora de dimensionar correctamente una instalación de iluminación de un espacio de trabajo.

La norma UNE-EN 12464-1:2002 original fue actualizada en 2011 y posteriormente en 2021, siendo traducida al español en 2022. Esta última revisión ha introducido cambios importantes para tener en cuenta los diseños.

El objeto de este trabajo es detallar los principales cambios introducidos en la norma en lo que se refiere principalmente a iluminancias, aportando ejemplos de aplicación donde se constata las nuevas comprobaciones lumínicas que los estudios deben justificar, así como las implicaciones de estos nuevos requerimientos en los casos más habituales: naves industriales, oficinas, comercios, etc.

Se introducen ejemplos de casos prácticos simulados con el software Dialux EVO detallando soluciones que cumplan la nueva norma y las que no lo hacen, para ser tenidas en cuenta en los futuros estudios y proyectos lumínicos.

2-Principales novedades iluminancias de la UNE-EN 12464-1:2022

Los principales cambios introducidos son:

1. Iluminancias requeridas en tarea/área.

La iluminancia media mínima requerida para cada tarea o actividad se ha mantenido salvo en algunos casos que han sufrido modificaciones. Por ejemplo:

- Aulas, donde antes se requerían 300 lux, ahora son 500 lux equiparando a oficinas.
- Almacenamiento con estanterías:
 - o Antes:

Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Requisitos específicos
Cara de la estantería de almacenamiento	200	-	0,40	60	Iluminancia vertical, puede utilizarse iluminación móvil

- o Ahora:

Tipo de tarea/área de actividad	\bar{E}_m lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,pared}$ lx	$\bar{E}_{m,techo}$ lx	Requisitos específicos
	requerido ^a	modificado ^b							
Almacenamiento en estanterías - cara de la estantería	75	100	0,40	80	-	-	-	-	En la cara de la estantería del pasillo. Se puede excluir del perímetro una banda de 1,0 m (véase 5.4).

2. Iluminancias modificadas según diversos factores

La iluminancia media mantenida establecida para cada tarea se considera un valor a cumplir mínimo en condiciones normales. Sin embargo, existen situaciones que invitan a elevar dicho valor mínimo en función de diferentes factores o modificadores de contexto:

- La visualización en el trabajo es crítica
- Los errores son costosos de rectificar
- La precisión, una mayor productividad o una mayor concentración son de gran importancia
- Los detalles de los objetos en la tarea son de tamaño inusualmente pequeño o de bajo contraste
- La tarea se realiza durante un tiempo inusualmente largo
- El área de tarea o el área de actividad tiene poca luz natural
- La capacidad visual del trabajador es inferior a la normal

La nueva versión recomienda aumentar la iluminancia mantenida por tanto en uno o dos pasos (si se dan uno, o dos o más casos de los indicados) en la escala de iluminancias dependiendo de los modificadores de contexto de la tarea si las hipótesis difieren de las condiciones visuales normales.

Por otro lado, también se puede considerar una disminución de la iluminancia en un paso si se cumple alguna de las condiciones siguientes:

- Los detalles de la tarea son de un tamaño inusualmente grandes o de alto contraste
- La tarea se lleva a cabo durante un tiempo inusualmente corto

Los pasos o niveles de referencia de iluminancias están establecidos conforme a la EN 12.655 siendo: 5-7.5-10-15-20-30-50-75-100-150-200-300-500-750-1000-1500-2000-3000-5000-7500-10000 lux.

3. Iluminancias en techos y paredes

Para crear una distribución de luminancia bien equilibrada se deben tener en cuenta las luminancias de todas las superficies, las cuales se determinan por la reflectancia y la iluminancia sobre las superficies. Esta cuestión es clave porque afecta al confort visual.

Por ejemplo, espacios con luminancias muy elevadas pueden producir deslumbramiento; espacios con luminancias muy bajas generar ambientes monótonos y poco estimulantes; y espacios con variaciones muy fuertes de luminancias, fatiga visual por readaptación constante de los ojos. Esto último puede suceder cuando existe una iluminancia elevada en el área de la tarea y muy bajas en el resto de paramentos de la sala (paredes, techos, suelos).



Ejemplo oficina con fuerte contraste de luminancias

Para prevenir esta cuestión, la versión de 2011 especificaba iluminancias mínimas de 50 lux para paredes y de 30 lux para techos con carácter general e independientemente del tipo de tarea, a excepción de lugares como oficinas, áreas educaciones, de salud y áreas generales de entrada, pasillos, escaleras, etc. donde se recomendaban 75 lux para paredes y 50 para techos.

La nueva versión de 2021 concreta niveles mínimos en techos y paredes para cada tipo de tarea. Con carácter general se establece:

- Paredes: tres pasos menos que la iluminancia de la tarea
- Techos: un paso menos que la iluminancia en paredes.

Para iluminancias de tareas de menos de 75 lux no se establecen requisitos en paredes y techos. Y para niveles superiores a 1000 lux se fijan en 150 lux en paredes y 100 en techos.

En la tabla siguiente se detallan todas las combinaciones que se establecen en la nueva norma para las diferentes tareas:

Em	Ez (cilíndrica)	Eparedes	Etechos
5	-	-	-
20	-	-	-
30	-	-	-
50	-	-	-
75	50	30/50	15/30
100	50	50	30
150	50	50	15/30
200	50/75	50/75	30/50
300	75/100	50/75/100	30/50/75
500	50/100/150	50/75/100/150	30/75/100
750	150	50/150	30/100
1000	150	150	30/100
1500	150	150	100
2000	150	150	100
5000	150	150	100

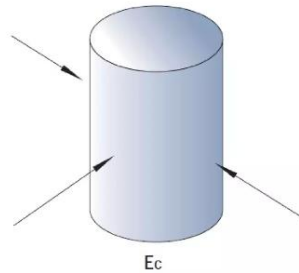
Las uniformidades requeridas tanto en paredes como techos no varían y son >10%.

4. Iluminancias cilíndricas

Además de la iluminación de las áreas de la tarea y de la actividad, la norma exige iluminar el volumen del espacio ocupado por las personas. Esta luz se precisa para destacar los objetos, mostrar la textura y mejorar la apariencia de las personas dentro del espacio.

La buena comunicación visual y el reconocimiento de objetos dentro de un espacio requieren que el volumen del espacio en el cual las personas se mueven o trabajan debe estar iluminado. Esto se cumple proporcionando una iluminancia cilíndrica media mínima, E_z , y una uniformidad de esta en todo el espacio adecuadas.

La iluminancia cilíndrica en un punto se define como la iluminancia media sobre la superficie curva de un pequeño cilindro ubicado en dicho punto, que salvo indicación contraria su eje será vertical.



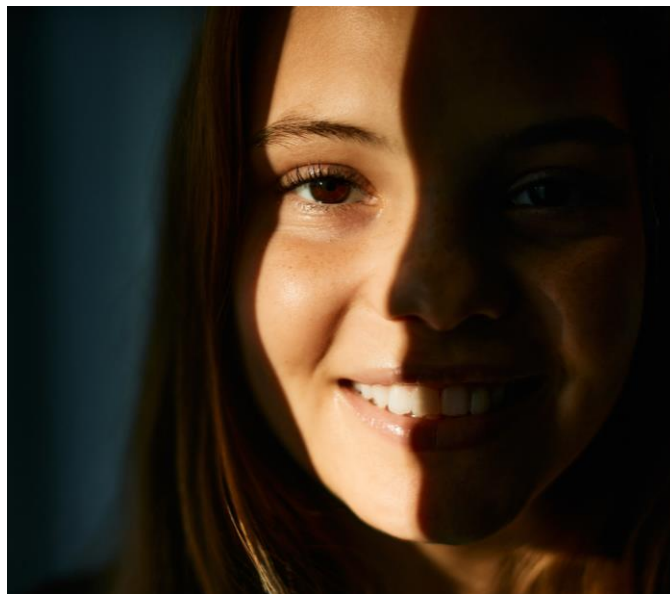
La iluminancia cilíndrica en un punto es igual a la iluminancia vertical media en todas las direcciones en dicho punto. Como aproximación se puede utilizar el valor promedio de las cuatro iluminancias verticales ortogonales entre sí, que supone equiparar a un pequeño cubo en lugar de un cilindro.

Por lo general se logra un buen modelado cuando la relación iluminancia cilíndrica y horizontal es:

$$0,3 \leq \frac{E_C}{E_H} \leq 0,6$$

En sus casos extremos, una iluminación totalmente vertical daría como resultado en la relación de cero y una iluminación totalmente horizontal de infinito.

La nueva norma especifica por tanto una iluminancia cilíndrica media mínima para cada tarea y, al igual que en techos y paredes, una uniformidad mínima de esta superior al 10%. La altura a contemplar en el cálculo de la iluminancia cilíndrica en todo el plano horizontal será de 1,2m para personas sentadas y de 1,6m para personas de pie sobre el suelo. Especialmente será importante una iluminancia cilíndrica elevada en espacios donde el reconocimiento facial y comunicación visual tengan mayor importancia.



Ejemplo de una incorrecta iluminación cilíndrica

3-Análisis casos tipo

Dialux EVO es una herramienta de cálculo lumínico muy potente y versátil que permite llevar a cabo estudios lumínicos de diferentes ámbitos y dimensionar estos conforme a la norma UNE-EN 12464-1, tanto en su versión actual como en la precedente.

Para comprender mejor las implicaciones descritas en el apartado anterior, se llevan a cabo multitud de cálculos de diferentes tipologías y con diferentes soluciones, conforme a la norma aplicada en sus dos versiones, al objeto de verificar si existen diferencias significativas en el dimensionamiento de la instalación en cada caso. Se detallan a continuación los más relevantes:

CASO 1. Nave industrial almacenamiento a gran altura con campanas industriales.

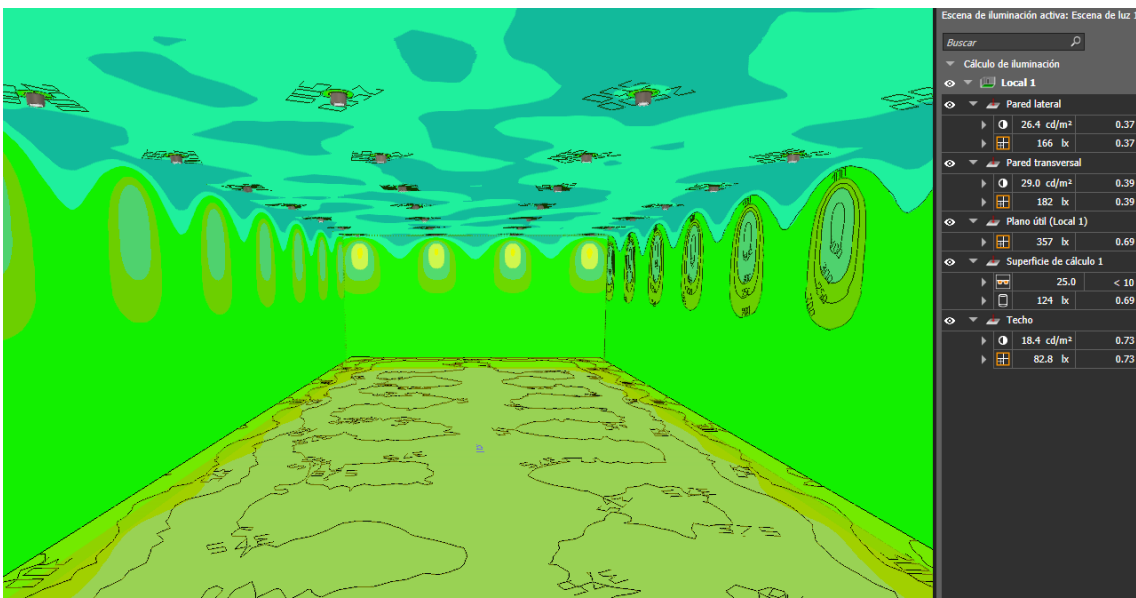
- Espacio: nave diáfana de 50m de largo, 20m de ancho y 10m de altura.
- Actividad: Manipulación de paquetes y expedición
- Requerimientos conforme a UNE-EN 12461-1:2011

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Requisitos específicos
5.4.1	Almacenes y cuarto de almacén	100	25	0,40	60	200 lx si está ocupado de forma continua
5.4.2	Áreas de manipulación de paquetes y de expedición	300	25	0,60	60	

- Requerimientos conforme a UNE-EN 12464-1:2021

Nº ref.	Tipo de tarea/área de actividad	\bar{E}_m lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,pared}$ lx	$\bar{E}_{m,techo}$ lx	Requisitos específicos
		requerido ^a	modificado ^b							
12.1	Almacenes y cuarto de almacén	100	150	0,40	80	25	50	50	30	200 lx si está ocupado de forma continua
12.2	Áreas de manipulación de paquetes y de expedición	300	500	0,60	80	25	100	50	30	

- Solución propuesta: 36 campanas industriales 100W 60º 5000K en disposición cenital



Se dan cumplimiento a todos los requisitos adicionales sin necesidad de sobredimensionar la instalación.

CASO 2. Nave industrial almacenamiento a gran altura con proyectores.

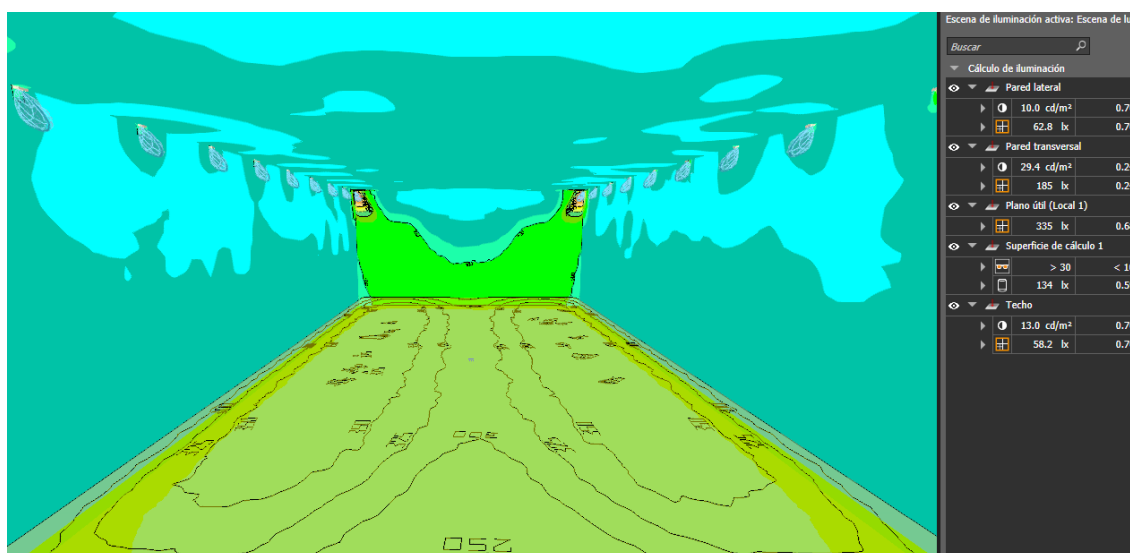
- Espacio: nave diáfana de 50m de largo, 20m de ancho y 10m de altura.
- Actividad: Manipulación de paquetes y expedición
- Requerimientos conforme a UNE-EN 12461-1:2011

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Requisitos específicos
5.4.1	Almacenes y cuarto de almacén	100	25	0,40	60	200 lx si está ocupado de forma continua
5.4.2	Áreas de manipulación de paquetes y de expedición	300	25	0,60	60	

- Requerimientos conforme a UNE-EN 12464-1:2021

Nº ref.	Tipo de tarea/área de actividad	\bar{E}_m lx		U_o	R_a	R_{UCL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,pared}$ lx	$\bar{E}_{m,techo}$ lx	Requisitos específicos
		requerido ^a	modificado ^b							
12.1	Almacenes y cuarto de almacén	100	150	0,40	80	25	50	50	30	200 lx si está ocupado de forma continua
12.2	Áreas de manipulación de paquetes y de expedición	300	500	0,60	80	25	100	50	30	

- Solución propuesta: 20 proyectores 200W 50x88° 5000K en disposición lateral (caso de naves con puentes grúa que no admiten en cenital)



Se da cumplimiento a todo sin necesidad de sobredimensionamiento.

CASO 3. Consultorio médico

- Espacio: consulta médica de 5,3m de largo, 3,15m de ancho y 2,8m de altura.
- Actividad: Exploración general
- Requerimientos conforme a UNE-EN 12461-1:2011

Tabla 5.40 – Establecimientos sanitarios – Salas de examen (general)

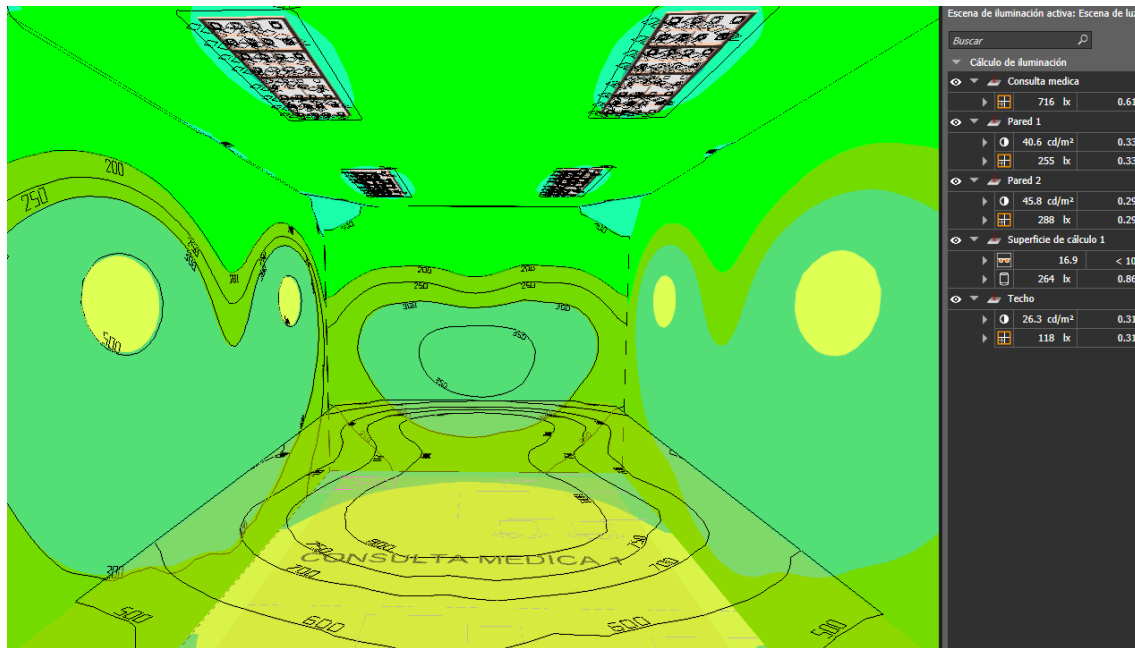
Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L	U_o	R_a	Requisitos específicos
5.40.1	Alumbrado general	500	19	0,60	90	$4\ 000\ K \leq T_{cp} \leq 5\ 000\ K$

- Requerimientos conforme a UNE-EN 12464-1:2021

Tabla 48 – Establecimientos sanitarios. Salas de exploración general

Nº ref.	Tipo de tarea/área de actividad	\bar{E}_m lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,pared}$ lx	$\bar{E}_{m,techo}$ lx	Requisitos específicos
		requerido ^a	modificado ^b							
48.1	Iluminación general	500	750	0,60	90	19	150	150	100	$4\ 000\ K \leq T_{cp} \leq 5\ 000\ K$

- Solución propuesta: 4 paneles 600x300mm 33W 4000K



Para cumplir $E_m > 100$ lux en techos hay que superar los 700 lux en el plano de trabajo. Con la versión anterior no era necesario aumentar tanto el nivel medio.

CASO 4. Aula colegio secundaria

- Espacio: consulta médica de 8,24m de largo, 6,85m de ancho y 3m de altura.
- Actividad: aula
- Requerimientos conforme a UNE-EN 12461-1:2011

Tabla 5.36 – Establecimientos educativos – Edificios educativos

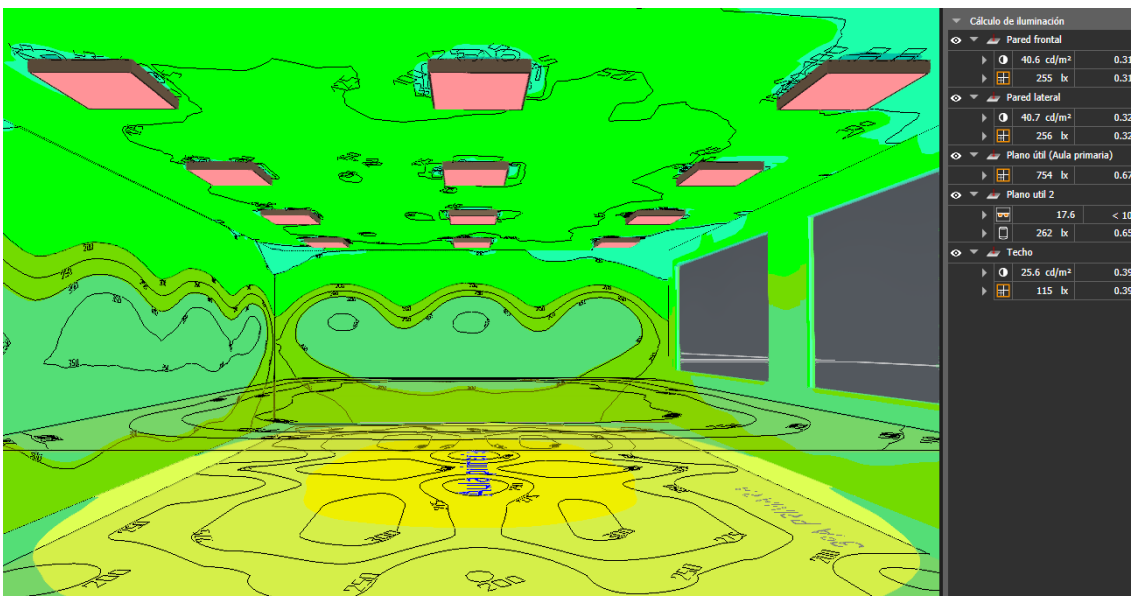
Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Requisitos específicos
5.36.1	Aulas, aulas de tutoría	300	19	0,60	80	La iluminación debería ser controlable

- Requerimientos conforme a UNE-EN 12464-1:2021

Tabla 44 – Establecimientos educativos. Edificios educativos

Nº ref.	Tipo de tarea/área de actividad	\bar{E}_m lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,pared}$ lx	$\bar{E}_{m,techo}$ lx	Requisitos específicos
		requerido ^a	modificado ^b							
44.1	Aula - Actividades generales	500	1 000	0.60	80	19	150	150	100	La iluminación se debería poder controlar, véase 6.2.4, para diferentes actividades y escenarios. Para las aulas utilizadas por niños pequeños, se puede utilizar un \bar{E}_m requerido de 300 lx mediante regulación (véase 5.3.3). Se debería considerar la luz ambiental, véase el anexo B, luminosidad de la sala, véase 6.7.

- Solución propuesta: 12 paneles 600x600mm 33W 4000K

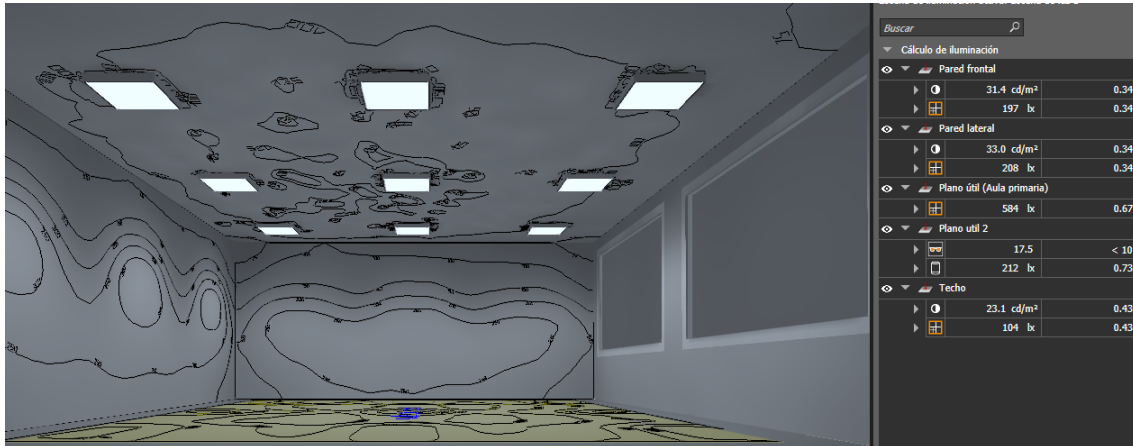


La iluminancia media se eleva de 300 a 500 equiparándose a aulas para clases nocturnas y educación de adultos u oficinas.

Con la antigua norma bastaban 6 luminarias para superar los 300 lux holgadamente y las iluminancias en techos y paredes. Con la actual es necesario subir a 12 luminarias para alcanzar los 500 lux y cumplir iluminancia en techos. Con 9 uds se cumpliría la iluminancia en plano útil pero no la mínima de techos.

Colocar 12 en vez de 9 supone subir la iluminancia hasta 750 lux, un 50% más de lo necesario. Por lo tanto, no es posible ajustar iluminancia en plano de trabajo y la mínima en techos.

Alternativamente se aprecia que elevando la reflexión del suelo, por defecto en el 20%, a un 25%, se cumplen los niveles de techo sin necesidad de aumentar la potencia respecto a la estrictamente necesaria para cumplir en el plano de trabajo.



Detalle aula con 9 luminarias y reflexión del suelo al 25%

CASO 5. Aula colegio secundaria

- Espacio: consulta médica de 8,24m de largo, 6,85m de ancho y 3m de altura.
- Actividad: aula
- Requerimientos conforme a UNE-EN 12461-1:2011

Tabla 5.36 – Establecimientos educativos – Edificios educativos

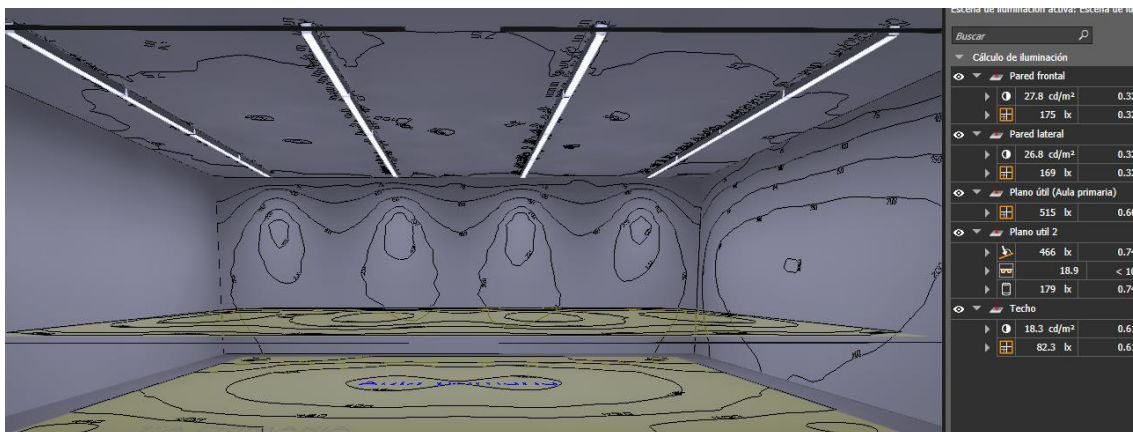
Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Requisitos específicos
5.36.1	Aulas, aulas de tutoría	300	19	0,60	80	La iluminación debería ser controlable

- Requerimientos conforme a UNE-EN 12464-1:2021

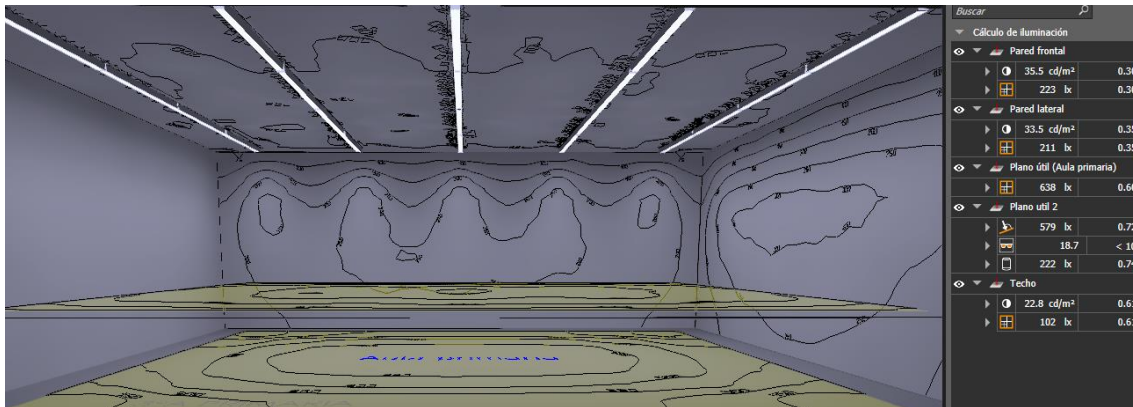
Tabla 44 – Establecimientos educativos. Edificios educativos

Nº ref.	Tipo de tarea/área de actividad	\bar{E}_m lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,pared}$ lx	$\bar{E}_{m,techo}$ lx	Requisitos específicos
		requerido ^a	modificado ^b							
44.1	Aula - Actividades generales	500	1 000	0.60	80	19	150	150	100	La iluminación se debería poder controlar, véase 6.2.4, para diferentes actividades y escenarios. Para las aulas utilizadas por niños pequeños, se puede utilizar un \bar{E}_m requerido de 300 lx mediante regulación (véase 5.3.3). Se debería considerar la luz ambiental, véase el anexo B, luminosidad de la sala, véase 6.7.

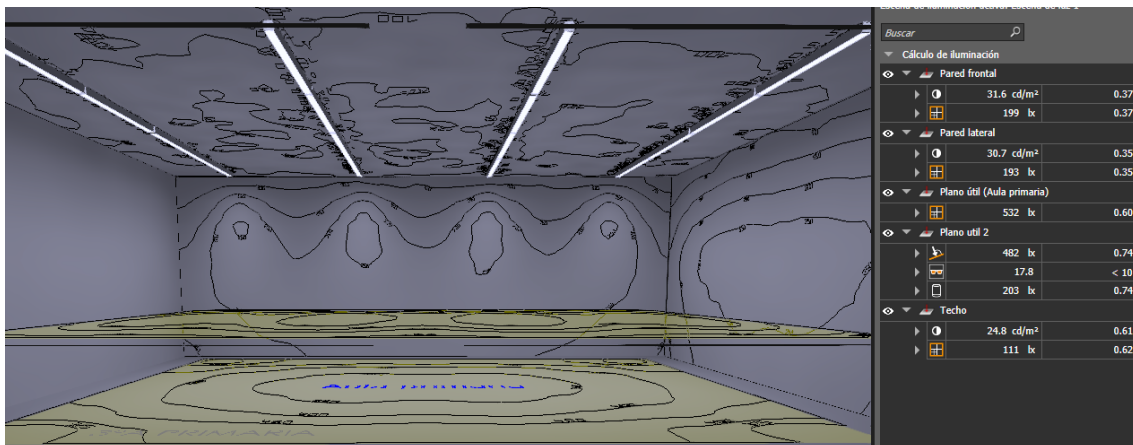
- Solución propuesta: 16 luminarias lineales 18W 4000K



Con 16 luminarias se cumple todo salvo el techo que nuevamente no alcanza los 100 lux requeridos en la nueva norma. Para cumplir el techo también es necesario añadir una hilera adicional que incrementa el nivel medio hasta los 638 lux (un 24% más de lo estrictamente necesario).



Def forma análoga al caso anterior, si se modifica la reflexión del suelo del 20% al 30% se cumpliría el nivel requerido en techo sin necesidad de ampliar potencia instalada de luminarias.



4-Conclusiones

La normativa evoluciona conforme lo hace la tecnología. Los proyectistas y diseñadores de iluminación también deben adaptarse consecuentemente para que sus instalaciones aprovechen las mejoras tecnológicas que ofrece el mercado y den cumplimiento a las exigencias de las normas.

Por su parte la legislación vigente debería adaptarse también para que normas relevantes como la UNE-EN 12464-1 sean siempre de aplicación y no a criterio de los diseñadores.

La mayoría de estudios que se incluyen en los proyectos de iluminación no están adaptados a la nueva versión de la norma, limitándose a evaluar niveles medios y uniformidades en los planos de trabajo en la mayoría de los casos y sin contemplar la verificación de iluminancias y uniformidades en paredes y techos, e iluminancias cilíndricas.

De los casos tipo analizados se desprende que en algunos de ellos se requiere aumentar el nivel de iluminancia horizontal para lograr alcanzar los niveles mínimos en techos. Alternativamente el ajuste de la reflexión de suelos y/o paredes puede mejorar el nivel medio en techos sin necesidad de aumentar la potencia instalada.

También se debe tener en cuenta que aumentar en exceso la potencia instalada podría incurrir en incumplimientos de limitaciones de potencia por unidad de superficie o de eficiencia (VEEI) conforme al Código Técnico de la Edificación (HE3).

La iluminancia cilíndrica por su parte se cumple sin problema en la mayoría de los casos sin ajustes adicionales de ningún tipo.