

5.1 INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN. CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN

1 Objeto.

El Objeto del presente documento es definir la sustitución de la iluminación en las Aulas, comedor y cocina, por nuevos equipos de alta eficiencia tipo LED.

2 Alcance.

El alcance es la sustitución de la luminarias existentes, pantallas y regletas con lámpara fluorescente de 2x26W TL, por nuevos equipos con tecnología LED.

Se aprovecharán las luminarias que se retiran para sustituir las regletas de los pasillos.

Alimentación de las nuevas luminarias partirán de los circuitos existentes, y la configuración de los encendidos serán los mismos, aprovechando los interruptores existentes.

Estos son las modificaciones a realizar en toda la instalación eléctrica.

3 Antecedentes.

Para llegar a la solución adoptada, se ha partido de los planos de las salas en donde se cambian las luminarias y de la instalación existente. Las aulas, comedor y cocina tendrán uminarias nuevas, mientras que en los pasillos se dispondrán las luminarias que mejor se conserven de las retiradas.

4 Normas y referencias.

4.1 Disposiciones legales y normas de aplicación.

El presente Proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental.
- Reglamento de Calificación Ambiental.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

4.2 Bibliografía.

Para la realización de este Proyecto se ha utilizado la siguiente bibliografía:

- Manuales y catálogos de diversos fabricantes de material eléctrico.

4.3 Programas de cálculo.

Los programas de cálculo utilizados se detallan a continuación:

- Dialux 4.12, de cálculo de instalaciones de alumbrado general de Baja Tensión.
- DAISA V 4.0, de cálculo de alumbrado de emergencia.
- DmELECT2016 Instalaciones, de cálculo de instalaciones para viviendas.

5 Requisitos de diseño.

5.1.1 Dispositivos generales e individuales de mando y protección.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán los existentes.

5.1.2 Características generales que deberán reunir las instalaciones interiores o receptoras.

5.1.2.1 Conductores.

Los conductores y cables que se empleen para dar alimentación a las nuevas luminarias serán de cobre y serán siempre aislados, 07Z1-K (AS).

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

5.1.2.2 Equilibrado de cargas.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre los circuitos existentes en el local.

5.1.2.3 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento $\geq 0,5 \text{ M}\Omega$, mediante tensión de ensayo en corriente continua de 500 V (para tensiones nominales $\leq 500 \text{ V}$, excepto MBTS y MBTP).

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000 \text{ V}$ a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

5.1.2.4 Conexiones.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

5.1.3 Tomas de tierra.

Se conectará con la toma de tierra de la instalación existente.

5.1.3.1 Elementos a conectar a tierra.

A la toma de tierra establecida se conectará toda masa metálica de las luminarias.

6 Análisis de soluciones.

Para realizar el desarrollo de las soluciones a adoptar, efectuamos el análisis de todas las opciones posibles partiendo de la premisa de cálculo de obtener la máxima seguridad en las instalaciones a calcular, y siempre teniendo en cuenta las condiciones reglamentarias y del Cliente, además de los condicionantes de emplazamiento de la instalación.

Los resultados obtenidos a través de este proceso de análisis se muestran desarrollados en el apartado siguiente.

7 Resultados.

7.1 Descripción general de la instalación.

La instalación consiste en la eliminación de las luminarias de Aulas, comedor y cocina, y la instalación de nuevos equipos de tecnología LED, con regulación de los niveles de luz mediante sensores de luz natural.

Se instalarán un mayor número de luminarias en Aulas, para garantizar los niveles de iluminación exigidos según norma UNE.

La alimentación eléctrica de los equipos se realizara desde los puntos de luz existentes, conectándose a los mismos mediante caja de conexiones y desde esta se distribuirá la alimentación mediante cable en tubo/mini canal, hasta cada una de las luminarias.

7.2 Necesidad de iluminación.

Debido a la actividad que se realizará en el edificio, la iluminación será un punto importante en el diseño de la instalación. A la hora de establecer nivel de iluminación mínimos, de deslumbamiento, y rendimiento de color de cada local del edificio, se deberá seguir la norma UNE 12464, sobre Iluminación en los locales de trabajo.

En la siguiente tabla se recogen los diferentes valores que se han considerado para la iluminación de las zonas de circulación de los edificios:

<i>Tipo de interior, tarea o actividad</i>	<i>Em (lux)</i>	<i>UGR</i>	<i>Ra</i>	<i>Uniformidad</i>
Áreas de circulación y pasillos	200	25	80	0.4
Aulas	300	25	40	0.6
Comedor, cocina	200	25	80	0.4

7.2.1 Sistemas de control y regulación.

El encendido de las luminarias será manual mediante interruptores existentes, pero dispondrá en cada zona, de un sistema de regulación y control con las siguientes condiciones:

- Toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización;
- Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario, en los casos en que se cumpla lo indicado en el apartado 2.2 del documento básico HE, Sección 3.

7.3 Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación.

La eficiencia energética de una instalación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot Em}$$

Siendo:

P la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares (W).

S la superficie iluminada (m²).

Em la iluminancia media horizontal mantenida (lux)

Según el uso de la zona, se distinguirán dos grupos:

- Grupo 1: Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, quedan relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética;
- Grupo 2: Zonas de representación o espacios donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética.

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 2.1 del documento básico Ahorro de Energía del CTE, en su apartado HE 3.

7.3.1 Instalación de Alumbrado.

La alimentación desde el cuadro de alumbrado se realizará con conductores de cobre, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada RZ1-K 0,6/1kV en la distribución general y 450/750V ES07Z1-K(AS) para la conexión final. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 cumplen con esta prescripción. Las secciones de todos los conductores aparecen reflejadas en el esquema unifilar.

7.3.2 Alumbrado normal.

Para una buena visibilidad se requiere una buena iluminación. En interiores donde se realiza un trabajo, la función principal de la iluminación es facilitar el confort de las tareas visuales allí realizadas. Sin embargo en áreas de circulación, el criterio de la capacidad visual no es tan importante; lo importante es el criterio de agrado y confort visual. La satisfacción visual está afectada por el ambiente luminoso y por las preferencias individuales de cada individuo.

7.3.2.1 Lámparas y luminarias utilizadas

En el presente proyecto se han utilizado luminarias de tipo LED, modelo Philips SM120 de 31W o equivalente. También se ha realizado una redistribución de luminarias existentes en las zonas de pasillos.

Las lámparas fluorescentes tienen unas posibilidades de aplicación muy variadas, siendo sus principales características su alta eficacia luminosa y su elevada duración media de vida.

Las luminarias LED destacan por su alta eficiencia luminosa y por su elevada duración.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

Se ha previsto la instalación de diferentes luminarias y lámparas en función de las exigencias visuales de cada local o zona y las características de cada local.

7.3.2.2 Gestión de la iluminación.

El encendido de las luminarias será manual mediante interruptores en las distintas estancias.

Para dar cumplimiento a las exigencias del CTE en materia de ahorro energético y de acuerdo a las prescripciones de éste, las luminarias situadas en el corredor de circulación de público, que dispone de acristalamiento, llevarán un sistema de regulación en función de la iluminación exterior, de forma que se mantenga el nivel fijado en el plano de trabajo de forma automática, en función de la luz exterior.

7.3.2.3 Cumplimiento de la sección HE-3 del CTE.

El edificio dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez, energéticamente eficaces. En función del entorno y la geometría del edificio se instalará un sistema de regulación de la luz artificial que optimice el aprovechamiento de la luz natural.

Solo se dota al edificio de la instalación de iluminación de las zonas de circulación y locales de servicios comunes, no se contempla la iluminación de los recintos o puestos de venta previstos, así como la iluminación de los obradoiros o almacenes vinculados a los puestos, aunque se contempla un punto de luz, para disponer de un nivel mínimo para su acceso.

Se consideran las exigencias mínimas a cumplir lo dispuesto en las siguientes normativas:

- UNE 12464-I de iluminación de los lugares de trabajo en interiores.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de riesgos laborales.

La justificación de este apartado queda completada con los datos que se adjuntan en la tabla de Justificación del Cumplimiento de los Valores de Eficiencia Energética de la instalación de Alumbrado.

Para la aplicación de la sección HE3 debe seguirse la secuencia de verificaciones que se expone a continuación:

- a) cálculo del valor de eficiencia energética de la instalación VEEI en cada zona, constatando que no se superan los valores límites consignados en la Tabla 2.1 del apartado 2.1 de la sección HE3.
- b) comprobación de la existencia de un sistema de control y, en su caso, de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, cumpliendo lo dispuesto en el apartado 2.2 de la sección HE3.
- c) verificación de la existencia de un plan de mantenimiento, que cumpla con lo dispuesto en el apartado 5 de la sección HE 3.

Como justificación de este apartado, se adjuntan los cálculos de distintos espacios en el apartado "Cálculos" y la tabla que recoge los valores siguientes:

- Índice del local K utilizado en el cálculo
- El número de puntos considerado en el proyecto
- El factor de mantenimiento Fm previsto
- La iluminancia media horizontal mantenida Em obtenida
- El índice de deslumbramiento unificado UGR alcanzado
- Los índices de rendimiento de color Ra de las lámparas
- El valor límite de eficiencia energética de la instalación VLEEI
- El valor de eficiencia energética de la instalación VEEI resultante
- Las potencias de los conjuntos: lámparas más equipo auxiliar

Asimismo, en la Tabla de alumbrado, queda justificado el sistema de control y regulación de cada espacio. Los valores de eficiencia energética límite se han tenido en cuenta según la tabla 2.1 del HE3 en función del uso de cada zona dentro de cada uno de los dos grupos dependiendo de si la imagen que se quiere transmitir al usuario con la iluminación es preponderante frente a los criterios de eficiencia energética o no.

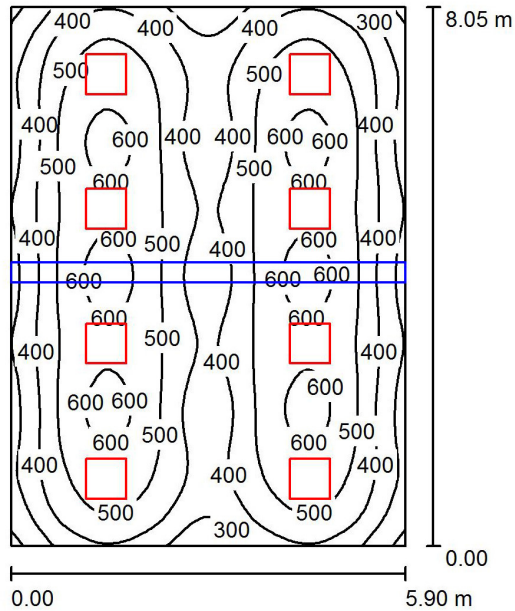
- Zonas de no representación. Se han considerado dentro de este grupo las zonas administrativas, los espacios de almacenes, salas técnicas y espacios de circulación de uso interno.
- Zonas de representación. Dentro de este grupo se han considerado los espacios de acceso al edificio como el vestíbulo. Toda zona dispondrá, al menos, de un sistema de encendido y apagado manual, o de un sistema de control, no habrá sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control.

LOCAL	Aulas
GRUPO Y ZONA DE ACTIVIDAD	Grupo 1 Aulas y laboratorios
USO	No Esporádico
PTOS CONSIDERADO	64x64
ALTURA (m)	3
SUP. (m²)	47
REFLECT. PARED/TECHO/SUELO.	0,5/0,7/0,2
LUMINARIA UTILIZADA	Philips SM120
LÁMPARA UTILIZADA	31W
Fm	0,8
Em según UNE 12464. (lux)	300
Em (lux)	465
UGR Lim.	19
UGR.	UGR<19
Ra Lim.	80
Ra.	Ra>80
VEEI Lim.	3,5
VEEI.	1,12
SIST. CONTROL	Manual
CASO DE UBICACIÓN	INTERIOR
SIST. REGULACIÓN	No necesario

8 Cálculos de iluminación.

Se incluyen a continuación los cálculos lumínicos realizados para las aulas del centro.

Aula tipo - 8 luminarias / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.85

Valores en Lux, Escala 1:104

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	465	176	637	0.379
Suelo	20	416	224	512	0.539
Techo	70	68	44	78	0.651
Paredes (4)	50	142	54	253	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS SM120V W60L60 1xLED34S/840 PSD VAR-PC (1.000)	3400	3400	31.0
Total:			27200	27200	248.0

Valor de eficiencia energética: $5.22 \text{ W/m}^2 = 1.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 47.48 m^2)

Aula tipo - 8 luminarias / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 27200 lm
 Potencia total: 248.0 W
 Factor mantenimiento: 0.85
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	408	57	465	/	/
Suelo	352	64	416	20	27
Techo	0.00	68	68	70	15
Pared 1	76	67	143	50	23
Pared 2	75	66	141	50	22
Pared 3	76	66	142	50	23
Pared 4	76	66	142	50	23

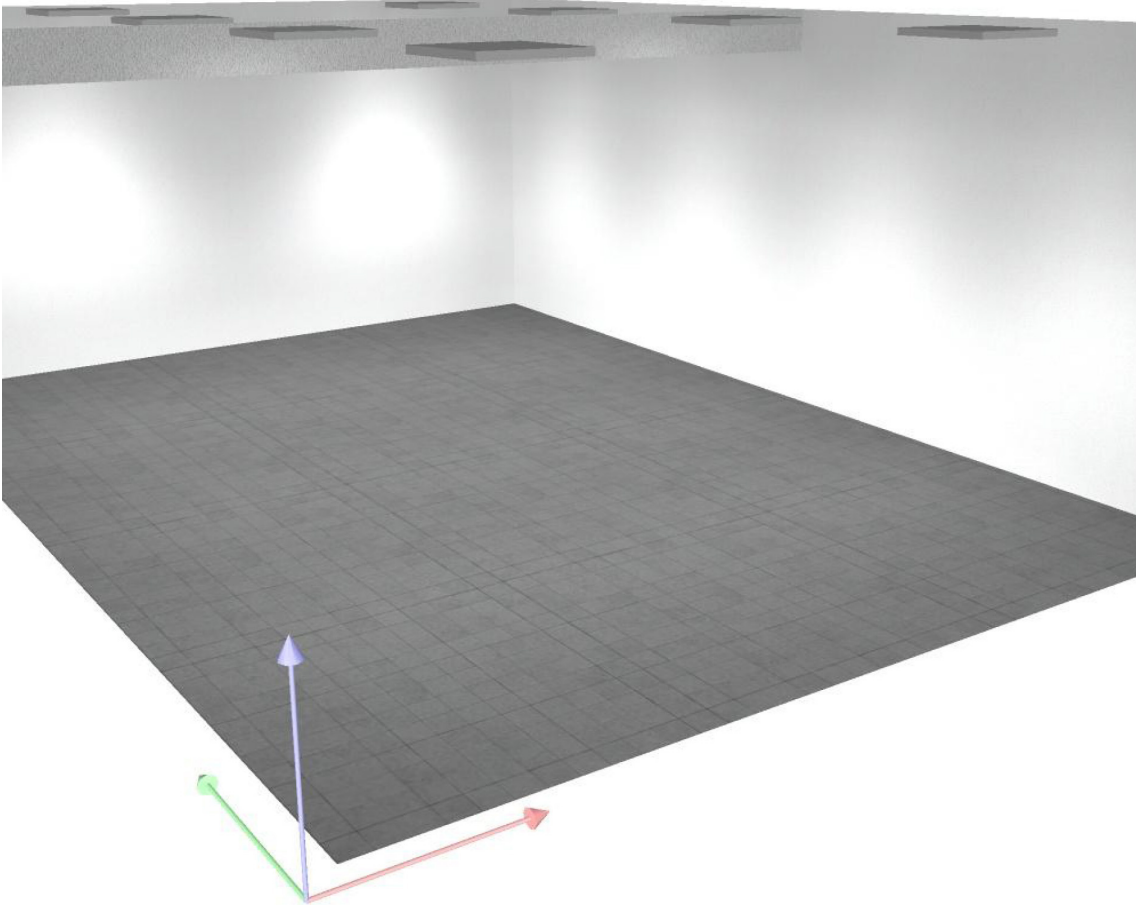
Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.379 (1:3)

E_{\min} / E_{\max} : 0.277 (1:4)

Valor de eficiencia energética: $5.22 \text{ W/m}^2 = 1.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 47.48 m^2)

Aula tipo - 8 luminarias / Rendering (procesado) en 3D



A Coruña. Noviembre 2018
Fdo. La Arquitecta

Nuria Prieto González

LOCAL	Comedor
GRUPO Y ZONA DE ACTIVIDAD	Grupo 1 Comedor
USO	No Esporádico
PTOS CONSIDERADO	64x64
ALTURA (m)	3
SUP. (m²)	191,17
REFLECT. PARED/TECHO/SUELO.	0,5/0,7/0,2
LUMINARIA UTILIZADA	Philips SM120
LÁMPARA UTILIZADA	31W
Fm	0,8
Em según UNE 12464. (lux)	300
Em (lux)	465
UGR Lim.	19
UGR.	UGR<19
Ra Lim.	80
Ra.	Ra>80
VEEI Lim.	3,5
VEEI.	1,12
SIST. CONTROL	Manual
CASO DE UBICACIÓN	INTERIOR
SIST. REGULACIÓN	No necesario

8 Cálculos de iluminación.

Se incluyen a continuación los cálculos lumínicos realizados para la cocina del centro

Comedor - 28 luminarias / Resumen

Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.85

Valores en Lux, Escala 1:104

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	465	176	637	0.379
Suelo	20	416	224	512	0.539
Techo	70	68	44	78	0.651
Paredes (4)	50	142	54	253	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	28	PHILIPS SM120V W60L60 1xLED34S/840 PSD VAR-PC (1.000)	3400	3400	31.0
Total:			27200	27200	248.0

Valor de eficiencia energética: $5.22 \text{ W/m}^2 = 1.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 47.48 m^2)

Comedor - 28 luminarias / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 27200 lm
Potencia total: 248.0 W
Factor mantenimiento: 0.85
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m^2]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	408	57	465	/	/
Suelo	352	64	416	20	27
Techo	0.00	68	68	70	15
Pared 1	76	67	143	50	23
Pared 2	75	66	141	50	22
Pared 3	76	66	142	50	23
Pared 4	76	66	142	50	23

Simetrías en el plano útil

E_{min} / E_m : 0.379 (1:3)

E_{min} / E_{max} : 0.277 (1:4)

Valor de eficiencia energética: $5.22 \text{ W/m}^2 = 1.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 47.48 m^2)

LOCAL	Cocina
GRUPO Y ZONA DE ACTIVIDAD	Grupo 1 Cocina
USO	No Esporádico
PTOS CONSIDERADO	64x64
ALTURA (m)	3
SUP. (m²)	59
REFLECT. PARED/TECHO/SUELO.	0,5/0,7/0,2
LUMINARIA UTILIZADA	Philips SM120
LÁMPARA UTILIZADA	31W
Fm	0,8
Em según UNE 12464. (lux)	300
Em (lux)	465
UGR Lim.	19
UGR.	UGR<19
Ra Lim.	80
Ra.	Ra>80
VEEI Lim.	3,5
VEEI.	1,12
SIST. CONTROL	Manual
CASO DE UBICACIÓN	INTERIOR
SIST. REGULACIÓN	No necesario

8 Cálculos de iluminación.

Se incluyen a continuación los cálculos lumínicos realizados para la cocina del centro

Cocina - 10 luminarias / Resumen

Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.85

Valores en Lux, Escala 1:104

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	465	176	637	0.379
Suelo	20	416	224	512	0.539
Techo	70	68	44	78	0.651
Paredes (4)	50	142	54	253	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	PHILIPS SM120V W60L60 1xLED34S/840 PSD VAR-PC (1.000)	3400	3400	31.0
			Total: 27200	Total: 27200	248.0

Valor de eficiencia energética: $5.22 \text{ W/m}^2 = 1.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 47.48 m^2)

Cocina - 10 luminarias / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 27200 lm
Potencia total: 248.0 W
Factor mantenimiento: 0.85
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m^2]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	408	57	465	/	/
Suelo	352	64	416	20	27
Techo	0.00	68	68	70	15
Pared 1	76	67	143	50	23
Pared 2	75	66	141	50	22
Pared 3	76	66	142	50	23
Pared 4	76	66	142	50	23

Simetrías en el plano útil

E_{min} / E_m : 0.379 (1:3)
 E_{min} / E_{max} : 0.277 (1:4)

Valor de eficiencia energética: $5.22 \text{ W/m}^2 = 1.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 47.48 m^2)