

07.CUMPLIMIENTO DB-HE

HOJA EN BLANCO

MEMORIA JUSTIFICATIVA DEL CUMPLIMIENTO DE CTE DB-HE

OBJETO.

La presente memoria tiene por objeto la justificación de cumplimiento y aplicación de las exigencias básicas contenidas en el DB, secciones HE 1 a HE 5, para satisfacer el requisito básico "Ahorro de energía".

HE 0 LIMITACIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO

ÁMBITO DE APLICACIÓN.

Esta Sección es de aplicación en:

- a) edificios de nueva construcción y ampliaciones de edificios existentes;
- b) edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén abiertas de forma permanente y sean acondicionadas.

Se excluyen del ámbito de aplicación:

- a) construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años;
- b) edificios industriales, de la defensa y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres, procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales;
- c) edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m².

Asimismo, en el punto 3, capítulo 2, de la parte I del CTE, que se corresponde con las condiciones técnicas t administrativas, se establece que:

Cuando la aplicación del Código Técnico de la Edificación no sea urbanística, técnica o económicamente viable o, en su caso, sea incompatible con la naturaleza de la intervención o con el grado de protección del edificio, se podrán aplicar, bajo el criterio y responsabilidad del proyectista o, en su caso, del técnico que suscriba la memoria, aquellas soluciones que permitan el mayor grado posible de adecuación efectiva.

La posible inviabilidad o incompatibilidad de aplicación o las limitaciones derivadas de razones técnicas, económicas o urbanísticas se justificarán en el proyecto o en la memoria, según corresponda, y bajo la responsabilidad y el criterio respectivo del proyectista o del técnico competente que suscriba la memoria. En la documentación final de la obra deberá quedar constancia del nivel de prestación alcanzado y de los condicionantes de uso y mantenimiento del edificio, si existen, que puedan ser necesarios como consecuencia del grado final de adecuación efectiva alcanzado y que deban ser tenidos en cuenta por los propietarios y usuarios.

La adaptación del conjunto del edificio para poder cumplir las exigencias del CTE HE0 tendría un coste extremadamente alto, y puesto que se trata de una obra de la administración en la cual las partidas económicas están limitadas de antemano, resulta económicamente inviable acometer las obras necesarias para el cumplimiento de este apartado..

es por ello que se consiera que, **atendiendo a lo que se establece en el ámbito de aplicación, en el presente caso no es de aplicación.**

HE 1 LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA**1.- Resultados del cálculo de demanda energética.****1.1.- Porcentaje de ahorro de la demanda energética respecto al edificio de referencia.**

$$\%AD = 100 \cdot (D_{G,ref} - D_{G,obj}) / D_{G,ref} = 100 \cdot (36.1 - 23.9) / 36.1 = 33.7 \% \text{ } ^3 \text{ } \%AD_{exigido} = 25.0 \%$$



donde:

$\%AD$: Porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto al edificio de referencia.

$\%AD_{exigido}$: Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto al edificio de referencia para edificios de otros usos en zona climática de verano **1** y **Baja** carga de las fuentes internas del edificio, (tabla 2.2, CTE DB HE 1), **25.0 %**.

$D_{G,obj}$: Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto, calculada como suma ponderada de las demandas de calefacción y refrigeración, según $D_G = D_C + 0.7 \cdot D_R$, en territorio peninsular, kWh/(m²·año).

$D_{G,ref}$: Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia, calculada en las mismas condiciones de cálculo que el edificio objeto, obtenido conforme a las reglas establecidas en el Apéndice D de CTE DB HE 1 y el documento 'Condiciones de aceptación de programas alternativos a LIDER/CALENER'.

1.2.- Resumen del cálculo de la demanda energética.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	Horario de uso, Carga interna	C_{FI} (W/m ²)	$D_{G,obj}$		$D_{G,ref}$		$\%AD$
				(kWh /año)	(kWh/ m ² ·a))	(kWh /año)	(kWh/ m ² ·a))	
Aulas	1725.86	8 h, Baja	2.4	42270.0	24.5	62728.3	36.3	32.6
Comunes	524.46	8 h, Baja	2.4	11620.0	22.2	17833.4	34.0	34.8
Aseos y vestuarios	117.71	8 h, Baja	2.4	2797.8	23.8	4974.1	42.3	43.8
2368.04				56687.8	23.9	85535.8	36.1	33.7

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

C_{FI} : Densidad de las fuentes internas. Supone el promedio horario de la carga térmica total debida a las fuentes internas, repercutida sobre la superficie útil, calculada a partir de las cargas nominales en cada hora para cada carga (carga sensible debida a la ocupación, carga debida a iluminación y carga debida a equipos) a lo largo de una semana tipo. La densidad de las fuentes internas del edificio se obtiene promediando las densidades de cada una de las zonas ponderadas por la fracción de la superficie útil que representa cada espacio en relación a la superficie útil total del edificio. W/m².

$\%AD$: Porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto al edificio de referencia.

$D_{G,obj}$: Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto, calculada como suma ponderada de las demandas de calefacción y refrigeración, según $D_G = D_C + 0.7 \cdot D_R$, en territorio peninsular, kWh/(m²·año).

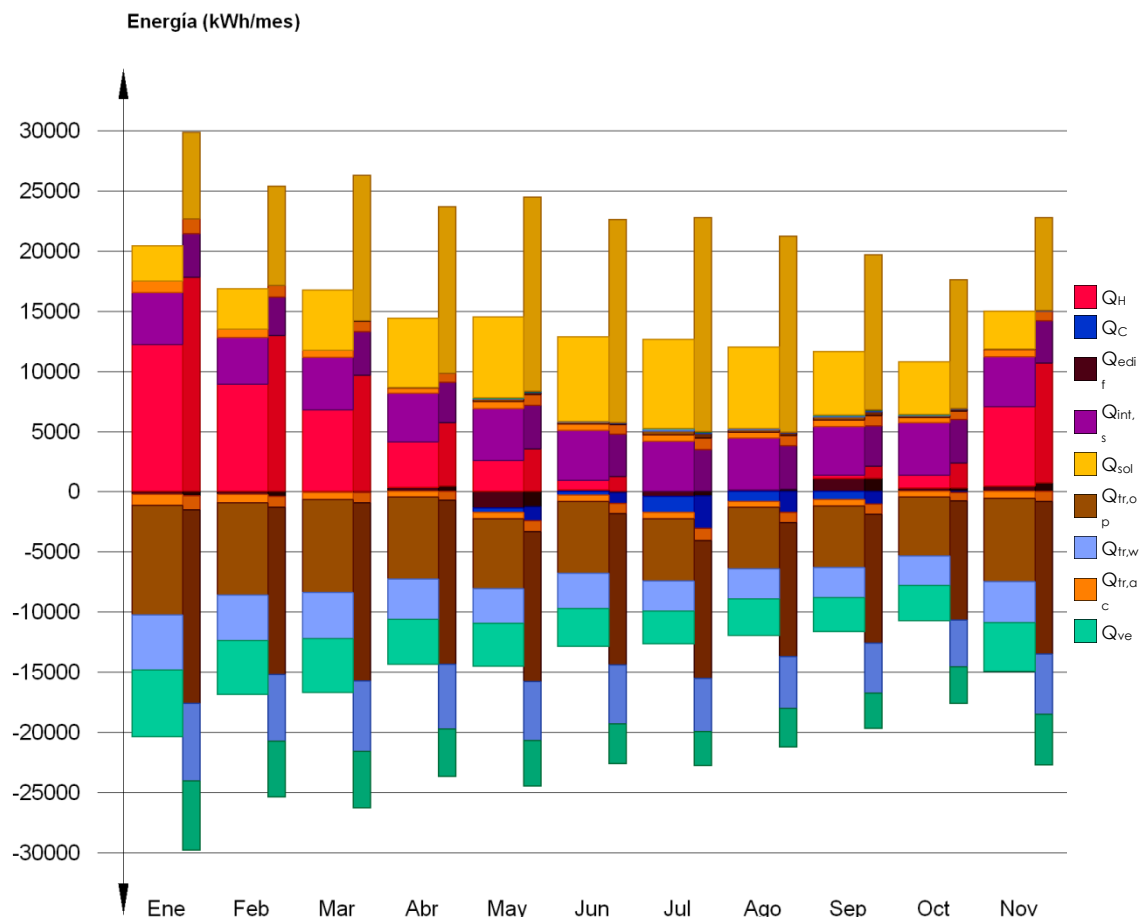
$D_{G,ref}$: Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia, calculada en las mismas condiciones de cálculo que el edificio objeto, obtenido conforme a las reglas establecidas en el Apéndice D de CTE DB HE 1 y el documento 'Condiciones de aceptación de programas alternativos a LIDER/CALENER'.

Conforme a la densidad obtenida de las fuentes internas del edificio ($C_{FI,edif} = 2.4 \text{ W/m}^2$), la carga de las fuentes internas del edificio se considera **Baja**, por lo que el porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia es **25.0%**, conforme a la tabla 2.2 de CTE DB HE 1.

1.3.- Resultados mensuales.**1.3.1.- Balance energético anual del edificio.**

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica al exterior a través de elementos pesados y ligeros ($Q_{tr,op}$ y $Q_{tr,w}$, respectivamente), la energía involucrada en el acoplamiento térmico entre zonas ($Q_{tr,oc}$), la energía intercambiada por ventilación (Q_{ve}), la ganancia interna sensible neta ($Q_{int,s}$), la ganancia solar neta (Q_{sol}), el calor cedido o almacenado en la masa térmica del edificio (Q_{edif}), y el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

Han sido realizadas dos simulaciones de demanda energética, correspondientes al edificio objeto de proyecto y al edificio de referencia generado en base a éste, conforme a las reglas establecidas para la definición del edificio de referencia (Apéndice D de CTE DB HE 1 y documento 'Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos a LIDER y CALENER'). Con objeto de comparar visualmente el comportamiento de ambas modelizaciones, la gráfica muestra también los resultados del edificio de referencia, mediante barras más estrechas y de color más oscuro, situadas a la derecha de los valores correspondientes al edificio objeto.



En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh /año) (kWh/ (m² a))	
Balance energético anual del edificio.														
Q _{tr,op}	-- -9119.6	0.7 -7658.7	20.9 -7732.9	31.9 -6806.6	215.0 -5800.8	125.4 -5960.0	321.6 -5158.7	221.2 -5118.5	252.3 -5127.1	148.9 -4915.1	18.4 -6892.7	-- -8572.4	-77506.7	-32.7
Q _{tr,w}	-- -4532.4	0.3 -3800.5	8.9 -3824.0	13.4 -3353.1	100.2 -2854.0	56.3 -2918.1	150.8 -2516.4	102.4 -2496.4	117.9 -2501.1	68.6 -2410.3	8.2 -3410.8	-- -4258.9	-38249.0	-16.2
Q _{tr,ac}	939.9 -939.9	697.8 -697.8	584.2 -584.2	455.7 -455.7	566.8 -566.8	550.6 -550.6	517.9 -517.9	460.2 -460.2	549.1 -549.1	468.9 -468.9	587.9 -587.9	904.2 -904.2		
Q _{ve}	-- -5586.0	0.0 -4448.6	3.9 -4486.9	6.9 -3759.9	24.9 -3552.8	35.4 -3163.8	73.3 -2694.6	29.5 -3075.3	63.1 -2820.0	18.6 -2966.6	1.0 -4070.2	-- -5149.3	-45517.4	-19.2
Q _{int,s}	4347.7 -15.1	3864.6 -13.4	4347.7 -15.1	4025.7 -14.0	4347.7 -15.1	4186.7 -14.5	4186.7 -14.5	4347.7 -15.1	4025.7 -14.0	4347.7 -15.1	4186.7 -14.5	4186.7 -14.5	50226.4	21.2
Q _{sol}	2927.0 -22.3	3397.6 -25.8	5005.9 -38.0	5756.3 -43.7	6762.1 -51.2	7084.1 -53.7	7455.7 -56.4	6783.3 -51.4	5333.7 -40.4	4395.4 -33.4	3157.8 -24.0	2622.9 -19.9	60221.6	25.4
Q _{edif}	-223.1	-250.0	-95.9	325.5	-1383.5	137.6	-415.8	105.0	1099.4	261.2	443.6	-3.9		
Q _H	12223.7	8933.8	6805.5	3817.7	2551.7	765.4	--	--	270.1	1100.0	6596.7	11209.3	54273.8	22.9
Q _C	--	--	--	--	-344.3	-280.7	-1331.5	-832.5	-659.5	--	--	--	-3448.6	-1.5
Q _{HC}	12223.7	8933.8	6805.5	3817.7	2896.0	1046.1	1331.5	832.5	929.6	1100.0	6596.7	11209.3	57722.4	24.4

donde:

$Q_{tr,op}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).

$Q_{tr,w}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).

$Q_{tr,ac}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica debida al acoplamiento térmico entre zonas, kWh/(m²·año).

Q_{ve} : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/(m²·año).

$Q_{int,s}$: Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor interna sensible, kWh/(m²·año).

Q_{sol} : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor solar, kWh/(m²·año).

Q_{edir} : Transferencia de calor correspondiente al almacenamiento o cesión de calor por parte de la masa térmica del edificio, kWh/(m²·año).

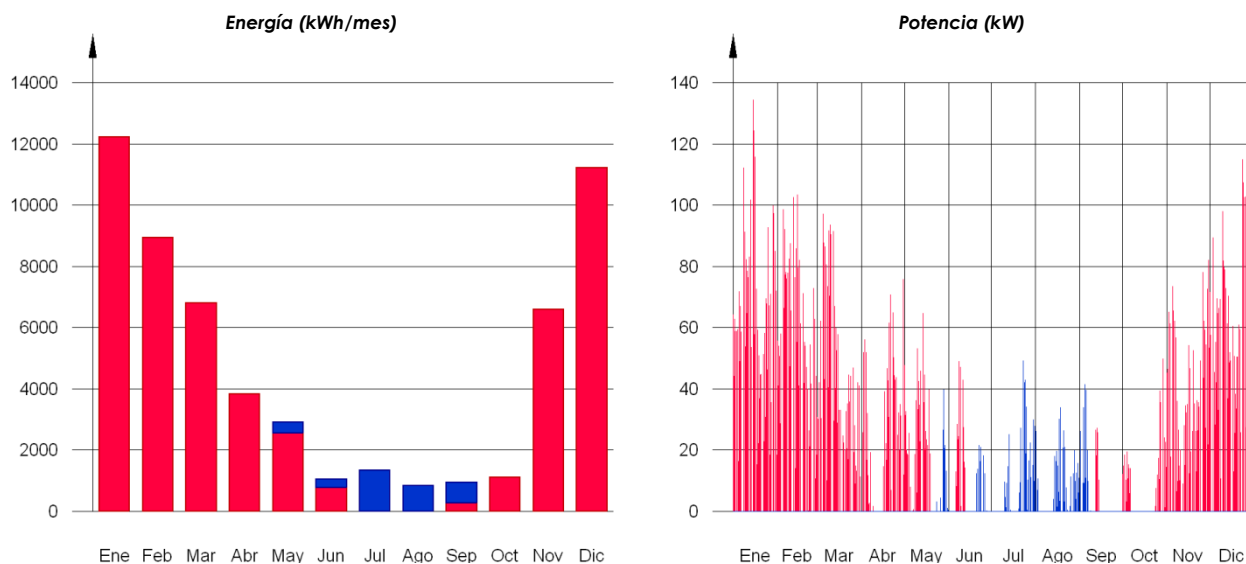
Q_H : Energía aportada de calefacción, kWh/(m²·año).

Q_C : Energía aportada de refrigeración, kWh/(m²·año).

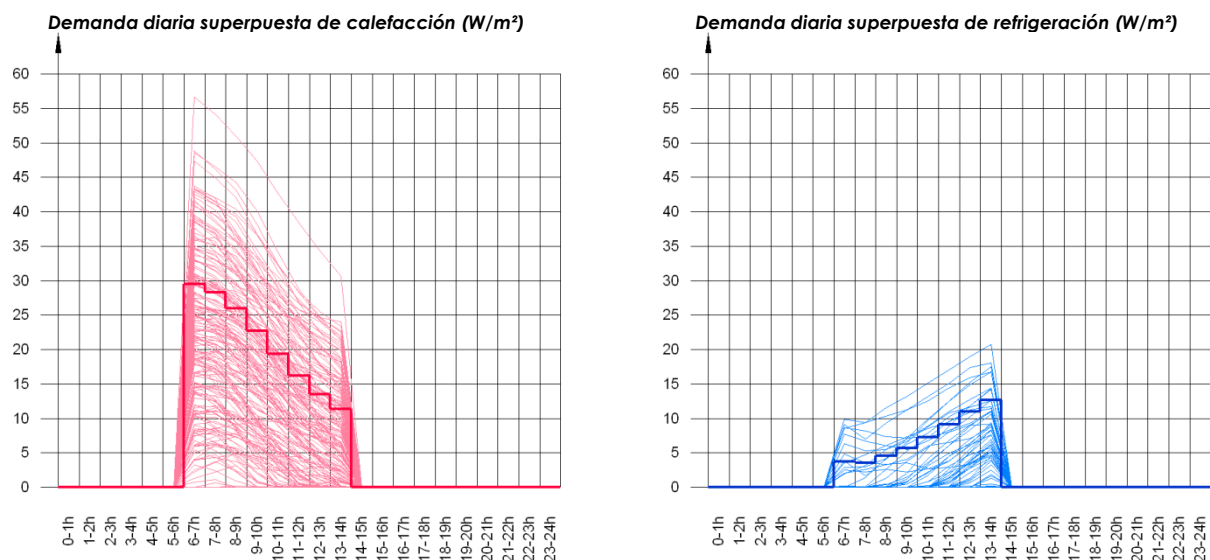
Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/(m²·año).

1.3.2.- Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:



A continuación, en los gráficos siguientes, se muestran las potencias útiles instantáneas por superficie acondicionada de aporte de calefacción y refrigeración para cada uno de los días de la simulación en los que se necesita aporte energético para mantener las condiciones interiores impuestas, mostrando cada uno de esos días de forma superpuesta en una gráfica diaria en horario legal, junto a una curva típica obtenida mediante la ponderación de la energía aportada por día activo, para cada día de cálculo:



La información gráfica anterior se resume en la siguiente tabla de resultados estadísticos del aporte energético de calefacción y refrigeración:

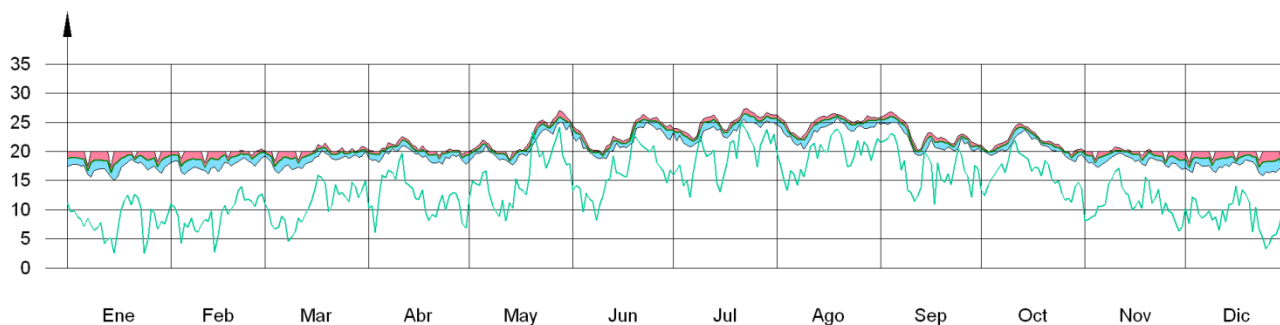
	Nº activ.	Nº días activos (d)	Nº horas activas (h)	Nº horas por activ. (h)	Potencia típica (W/m²)	Demanda típica por día activo (kWh/m²)
Calefacción	190	190	1407	7	16.29	0.1206
Refrigeración	55	53	246	4	5.92	0.0275

1.3.3.- Evolución de la temperatura.

La evolución de la temperatura interior en las zonas modelizadas del edificio objeto de proyecto se muestra en las siguientes gráficas, que muestran la evolución de las temperaturas mínimas, máximas y medias de cada día, junto a la temperatura exterior media diaria, en cada zona:

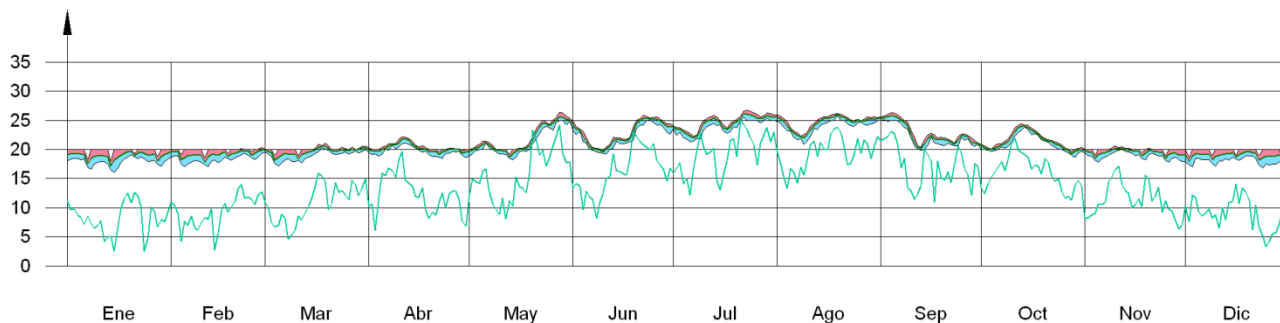
Aulas

Temperatura (°C)



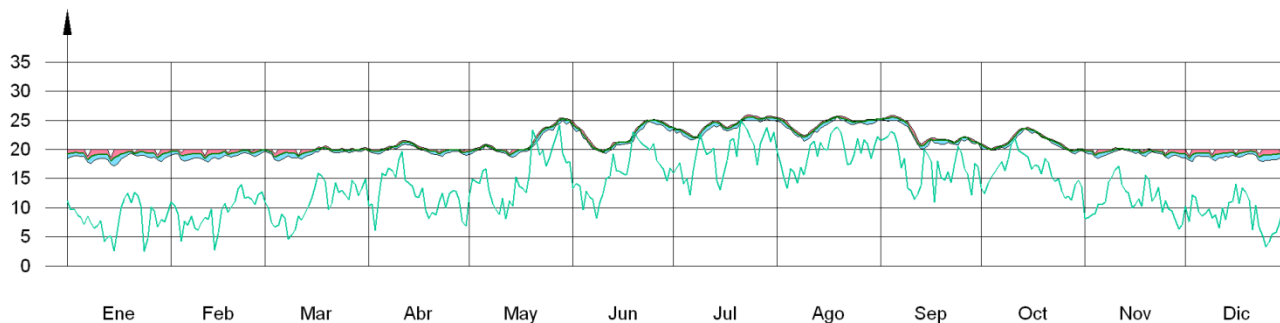
Comunes

Temperatura (°C)



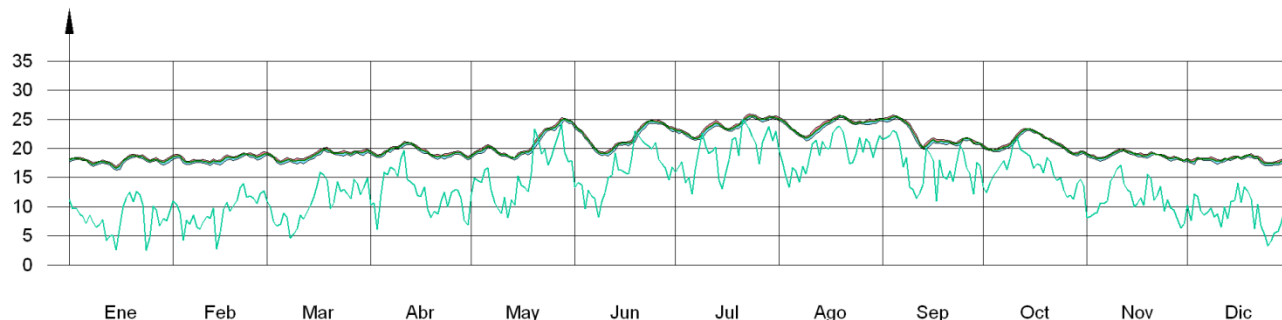
Aseos y vestuarios

Temperatura (°C)



Local tecnico

Temperatura (°C)

**1.3.4.- Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.**

En la siguiente tabla se muestran los resultados de transferencia total de calor por transmisión y ventilación, calor interno total y ganancias solares, y energía necesaria para calefacción y refrigeración, de cada una de las zonas de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

Las ganancias solares e internas muestran los valores de ganancia energética bruta mensual, junto a la pérdida directa debida al calor que escapa de la zona de cálculo a través de los elementos ligeros, conforme al método de cálculo utilizado.

Se muestra también el calor neto mensual almacenado o cedido por la masa térmica de cada zona de cálculo, de balance anual nulo.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/ /año)	(kWh/ (m²·a))
Aulas ($A_t = 1725.86 \text{ m}^2$; $V = 5494.67 \text{ m}^3$; $A_{\text{tot}} = 6785.82 \text{ m}^2$; $C_m = 557228.612 \text{ kJ/K}$; $A_m = 5097.72 \text{ m}^2$)														
$Q_{\text{tr,op}}$	--	0.6	16.4	24.6	168.4	96.4	255.5	175.4	203.7	118.2	14.9	--	-63874.6	-37.0
	-7470.7	-6283.8	-6363.5	-5615.0	-4804.9	-4926.1	-4278.0	-4238.9	-4231.1	-4055.5	-5660.5	-7020.5		
$Q_{\text{tr,w}}$	--	0.2	7.3	10.8	82.6	45.7	125.5	85.0	99.1	57.0	6.9	--	-32766.8	-19.0
	-3868.4	-3247.0	-3273.2	-2874.0	-2452.6	-2503.8	-2163.5	-2144.5	-2143.6	-2066.2	-2915.7	-3634.3		
$Q_{\text{tr,ac}}$	837.9	615.6	474.2	330.9	219.2	282.0	174.0	185.9	308.1	263.2	508.2	805.9	3692.7	2.1
	-0.0	-7.0	-43.3	-66.0	-245.1	-175.6	-257.0	-200.1	-168.0	-134.9	-15.4	-0.1		
Q_{ve}	--	0.0	2.2	3.9	15.9	22.1	50.1	19.7	43.2	11.4	0.5	--	-32413.2	-18.8
	-3984.7	-3173.6	-3201.4	-2680.4	-2536.5	-2244.2	-1910.9	-2177.1	-1992.1	-2106.0	-2902.4	-3672.9		
$Q_{\text{int,s}}$	3168.7	2816.6	3168.7	2934.0	3168.7	3051.3	3051.3	3168.7	2934.0	3168.7	3051.3	3051.3	36578.3	21.2
	-13.4	-11.9	-13.4	-12.4	-13.4	-12.9	-12.9	-13.4	-12.4	-13.4	-12.9	-12.9		
Q_{sol}	2490.9	2884.3	4235.7	4860.8	5681.9	5964.9	6265.9	5714.6	4504.1	3729.6	2685.3	2231.4	50817.3	29.4
	-21.0	-24.3	-35.7	-41.0	-47.9	-50.3	-52.8	-48.2	-38.0	-31.4	-22.6	-18.8		
Q_{edif}	-159.9	-183.5	-62.5	234.5	-902.7	66.9	-276.2	74.4	726.8	171.1	323.3	-12.3		
Q_H	9020.7	6613.9	5088.6	2889.2	1929.8	608.0	--	--	237.4	888.2	4939.1	8283.1	40497.9	23.5
Q_C	--	--	--	--	-263.3	-224.5	-971.0	-601.6	-471.2	--	--	--	-2531.6	-1.5
Q_{HC}	9020.7	6613.9	5088.6	2889.2	2193.1	832.5	971.0	601.6	708.5	888.2	4939.1	8283.1	43029.5	24.9

Comunes ($A_t = 524.46 \text{ m}^2$; $V = 1788.05 \text{ m}^3$; $A_{\text{tot}} = 2497.47 \text{ m}^2$; $C_m = 215218.463 \text{ kJ/K}$; $A_m = 1961.79 \text{ m}^2$)

$Q_{\text{tr,op}}$	--	0.1	3.3	5.1	33.6	20.3	48.6	33.7	36.9	22.7	2.7	--	-10601.0	-20.2
	-1271.9	-1062.3	-1062.0	-928.7	-781.8	-808.4	-691.7	-687.9	-696.6	-667.7	-952.5	-1196.6		
$Q_{\text{tr,w}}$	--	0.0	1.4	2.1	14.3	8.4	20.9	14.4	15.9	9.7	1.1	--	-4708.2	-9.0
	-567.7	-473.7	-472.4	-411.8	-346.5	-356.8	-304.7	-303.0	-306.8	-295.2	-423.8	-533.9		
$Q_{\text{tr,ac}}$	57.9	44.1	58.5	60.8	204.1	154.4	215.6	177.0	172.7	139.0	45.7	57.7	-3637.0	-6.9
	-770.4	-570.9	-457.2	-343.2	-290.4	-327.8	-240.0	-226.3	-314.5	-271.5	-472.6	-739.4		
Q_{ve}	--	--	1.1	1.9	5.7	8.8	16.9	6.7	14.9	4.7	0.2	--	-10433.4	-19.9
	-1273.6	-1013.1	-1022.4	-858.7	-813.4	-731.4	-624.1	-715.3	-655.7	-684.6	-928.5	-1173.6		
$Q_{\text{int,s}}$	962.9	855.9	962.9	891.6	962.9	927.3	927.3	962.9	891.6	962.9	927.3	927.3	11144.8	21.2
	-1.5	-1.4	-1.5	-1.4	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.4	-1.5	-1.5	-1.5		
Q_{sol}	342.7	416.3	646.1	775.6	945.5	989.2	1045.5	921.4	700.8	541.8	373.2	303.8	7976.2	15.2

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/(m²·a))	
	-1.1	-1.3	-2.1	-2.5	-3.0	-3.2	-3.4	-3.0	-2.2	-1.7	-1.2	-1.0		
Q_{edif}	-48.0	-51.5	-26.6	69.7	-342.0	45.9	-98.7	23.1	269.2	61.0	92.9	4.9		
Q_H	2570.8	1857.8	1370.9	739.3	488.1	129.7	--	--	32.7	180.6	1337.0	2352.4	11059.4	21.1
Q_C	--	--	--	--	-75.4	-54.9	-310.8	-202.3	-157.5	--	--	--	-800.9	-1.5
Q_{HC}	2570.8	1857.8	1370.9	739.3	563.5	184.7	310.8	202.3	190.2	180.6	1337.0	2352.4	11860.3	22.6

Aseos y vestuarios ($A_f = 117.71 \text{ m}^2$; $V = 410.20 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 754.92 \text{ m}^2$; $C_m = 84497.750 \text{ kJ/K}$; $A_m = 687.48 \text{ m}^2$)

$Q_{tr,op}$	--	0.0	1.1	2.0	12.8	8.5	17.1	11.8	11.5	7.8	0.8	--	-2967.3	-25.2
	-369.0	-306.0	-300.9	-257.4	-209.6	-220.6	-184.9	-187.7	-195.2	-187.8	-273.8	-347.8		
$Q_{tr,w}$	--	0.0	0.3	0.5	3.2	2.1	4.4	3.0	2.9	2.0	0.2	--	-774.0	-6.6
	-96.3	-79.8	-78.4	-67.3	-54.9	-57.5	-48.2	-48.8	-50.7	-48.8	-71.3	-90.7		
$Q_{tr,ac}$	0.1	1.9	17.4	37.3	115.5	92.8	109.3	79.6	52.7	48.2	4.3	0.0	-382.3	-3.2
	-168.8	-119.5	-83.5	-46.6	-31.3	-46.7	-20.8	-33.5	-65.2	-61.9	-99.5	-164.0		
Q_{ve}	--	--	0.4	0.8	2.0	3.5	4.4	1.8	3.7	1.6	0.1	--	-2379.4	-20.2
	-292.0	-232.1	-233.7	-195.2	-182.0	-166.0	-140.9	-164.2	-152.6	-157.3	-212.6	-269.1		
$Q_{int,s}$	216.1	192.1	216.1	200.1	216.1	208.1	208.1	216.1	200.1	216.1	208.1	208.1	2503.2	21.3
	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2		
Q_{sol}	92.4	95.5	121.8	117.2	131.3	126.5	140.3	143.8	126.3	121.9	97.9	86.8	1399.3	11.9
	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2		
Q_{edif}	-14.3	-14.0	-6.3	19.8	-131.2	23.4	-38.6	7.1	97.9	27.4	25.6	3.2		
Q_H	632.2	462.1	346.1	189.1	133.8	27.6	--	--	--	31.2	320.6	573.8	2716.5	23.1
Q_C	--	--	--	--	-5.5	-1.3	-49.7	-28.7	-30.9	--	--	--	-116.1	-1.0
Q_{HC}	632.2	462.1	346.1	189.1	139.4	28.9	49.7	28.7	30.9	31.2	320.6	573.8	2832.6	24.1

Local técnico ($A_f = 4.01 \text{ m}^2$; $V = 18.49 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 49.76 \text{ m}^2$; $C_m = 4659.183 \text{ kJ/K}$; $A_m = 44.10 \text{ m}^2$)

$Q_{tr,op}$	--	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.4	0.3	0.3	0.2	0.0	--	-63.8	-15.9
	-7.9	-6.6	-6.5	-5.5	-4.5	-4.8	-4.1	-4.1	-4.3	-4.1	-5.9	-7.4		
$Q_{tr,ac}$	44.1	36.2	34.1	26.7	28.0	21.4	19.0	17.6	15.7	18.4	29.7	40.6	326.5	81.5
	-0.7	-0.4	-0.2	-0.0	-0.0	-0.5	-0.1	-0.3	-1.4	-0.5	-0.3	-0.7		
Q_{ve}	--	0.0	0.2	0.3	1.4	1.0	1.9	1.3	1.3	0.9	0.1	--	-291.5	-72.7
	-35.7	-29.7	-29.4	-25.6	-20.9	-22.2	-18.7	-18.9	-19.6	-18.6	-26.7	-33.7		
Q_{sol}	1.1	1.5	2.3	2.7	3.4	3.5	3.9	3.5	2.6	2.0	1.3	1.0	28.8	7.2
Q_{edif}	-0.9	-1.0	-0.6	1.5	-7.7	1.3	-2.3	0.5	5.4	1.7	1.8	0.3		

donde:

A_f : Superficie útil de la zona térmica, m^2 .

V : Volumen interior neto de la zona térmica, m^3 .

A_{tot} : Área de todas las superficies que revisten la zona térmica, m^2 .

C_m : Capacidad calorífica interna de la zona térmica calculada conforme a la Norma ISO 13786:2007 (método detallado), kJ/K .

A_m : Superficie efectiva de masa de la zona térmica, conforme a la Norma ISO 13790:2011, m^2 .

$Q_{tr,op}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$.

$Q_{tr,w}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$.

$Q_{tr,ac}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica debida al acoplamiento térmico entre zonas, $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$.

Q_{ve} : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$.

$Q_{int,s}$: Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor interna sensible, $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$.

Q_{sol} : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor solar, $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$.

Q_{edif} : Transferencia de calor correspondiente al almacenamiento o cesión de calor por parte de la masa térmica de la zona, $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$.

Q_H : Energía aportada de calefacción, $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$.

Q_C : Energía aportada de refrigeración, $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$.

Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$.

2.- Modelo de cálculo del edificio.

2.1.- Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Cambados (provincia de Pontevedra)**, con una altura sobre el nivel del mar de **15 m**. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática **C1**. La pertenencia a dicha zona climática define las **solicitaciones exteriores** para el cálculo de demanda energética, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

2.2.- Zonificación del edificio, perfil de uso y nivel de acondicionamiento.

2.2.1.- Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio. Para cada espacio, se muestran su superficie y volumen, junto a sus **condiciones operacionales** conforme a los perfiles de uso del Apéndice C de CTE DB HE 1, su **acondicionamiento térmico**, y sus **solicitaciones interiores** debidas a aportes de energía de ocupantes, equipos e iluminación.

	S (m²)	V (m³)	b _{ve}	ren _h (l/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh /año)	ΣQ _{equip} (kWh /año)	ΣQ _{ilum} (kWh /año)	T° calef. media (°C)	T° refrig. media (°C)
Aulas (Zona habitable, Perfil: Baja, 8 h)									
Aula 4	57.49	160.33	1.00	0.80	287.9	215.9	719.7	20.0	25.0
Aula 5	40.62	113.29	1.00	0.80	203.4	152.6	508.6	20.0	25.0
Aula 9	42.87	119.56	1.00	0.80	214.7	161.0	536.7	20.0	25.0
Aula debuxo	99.99	278.85	1.00	0.80	500.7	375.5	1251.8	20.0	25.0
Aula plastica	56.98	158.92	1.00	0.80	285.4	214.0	713.4	20.0	25.0
Aula informatica 2	57.64	160.75	1.00	0.80	288.7	216.5	721.6	20.0	25.0
Aula ciclo medio	69.20	193.01	1.00	0.80	346.6	259.9	866.4	20.0	25.0
Aula 15	36.04	100.51	1.00	0.80	180.5	135.4	451.2	20.0	25.0
Aula 13	44.21	123.31	1.00	0.80	221.4	166.1	553.5	20.0	25.0
Aula 12	39.24	109.44	1.00	0.80	196.5	147.4	491.3	20.0	25.0
Aula 11	54.81	152.87	1.00	0.80	274.5	205.9	686.2	20.0	25.0
Orientacion	11.09	30.93	1.00	0.80	55.5	41.7	138.9	20.0	25.0
Francés	18.01	50.22	1.00	0.80	90.2	67.6	225.4	20.0	25.0
Aula 10	36.95	103.07	1.00	0.80	185.1	138.8	462.7	20.0	25.0
Aula 8	55.57	154.99	1.00	0.80	278.3	208.7	695.8	20.0	25.0
Aula 14	40.07	111.76	1.00	0.80	200.7	150.5	501.7	20.0	25.0
Aula ciclo medio 2	83.31	232.36	1.00	0.80	417.2	312.9	1043.1	20.0	25.0
Desdobre 3	29.36	81.88	1.00	0.80	147.0	110.3	367.6	20.0	25.0
Tecnoloxia	100.45	350.37	1.00	0.80	503.0	377.3	1257.6	20.0	25.0
Aula 17	56.12	172.67	1.00	0.80	281.0	210.8	702.6	20.0	25.0
Aula 15	53.79	184.98	1.00	0.80	269.4	202.0	673.4	20.0	25.0
Aula polivalente	56.49	217.84	1.00	0.80	282.9	212.2	707.2	20.0	25.0
Aula polivalente 2	57.64	224.39	1.00	0.80	288.7	216.5	721.6	20.0	25.0
Desdobre 6	24.32	83.79	1.00	0.80	121.8	91.3	304.5	20.0	25.0
Aula 21	12.26	43.17	1.00	0.80	61.4	46.1	153.5	20.0	25.0
Aula 20	57.64	201.14	1.00	0.80	288.7	216.5	721.7	20.0	25.0
Aula 19	55.46	170.48	1.00	0.80	277.8	208.3	694.4	20.0	25.0
Aula taller 2	91.35	353.67	1.00	0.80	457.5	343.1	1143.7	20.0	25.0
Aula 18	32.17	98.01	1.00	0.80	161.1	120.8	402.7	20.0	25.0
Aula taller 3	90.85	356.66	1.00	0.80	455.0	341.2	1137.5	20.0	25.0
Aula taller	83.31	312.65	1.00	0.80	417.2	312.9	1043.1	20.0	25.0
Aula 24	41.75	147.51	1.00	0.80	209.1	156.8	522.7	20.0	25.0
Aula 16	38.83	141.32	1.00	0.80	194.5	145.9	486.2	20.0	25.0
	1725.86	5494.67	1.00	0.80/0.235'	8643.1	6482.3	21607.8	20.0	25.0

	S (m²)	V (m³)	b _{ve}	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	T° calef. media (°C)	T° refrig. media (°C)
Comunes (Zona habitable, Perfil: Baja, 8 h)									
Pasillo distribuidor PA	249.33	719.47	1.00	0.80	1248.6	936.5	3121.6	20.0	25.0
Corredor P2	73.11	246.28	1.00	0.80	366.1	274.6	915.3	20.0	25.0
Pasillo distribuidor PA	202.03	822.31	1.00	0.80	1011.8	758.8	2529.4	20.0	25.0
	524.46	1788.05	1.00	0.80/0.231*	2626.5	1969.9	6566.3	20.0	25.0

Aseos y vestuarios (Zona habitable, Perfil: Baja, 8 h)									
Aseo masculino	19.02	58.94	1.00	0.80	95.3	71.4	238.1	20.0	25.0
Aseo femenino	17.04	52.80	1.00	0.80	85.3	64.0	213.3	20.0	25.0
Aseo minusválidos	10.70	33.15	1.00	0.80	53.6	40.2	134.0	20.0	25.0
Aseo profesores P1	9.19	28.50	1.00	0.80	46.0	34.5	115.1	20.0	25.0
Aseo profesoras P1	5.68	15.84	1.00	0.80	28.4	21.3	71.1	20.0	25.0
Aseo masculino	18.17	77.06	1.00	0.80	91.0	68.3	227.5	20.0	25.0
Aseo femenino	17.78	66.27	1.00	0.80	89.0	66.8	222.6	20.0	25.0
Aseo profesores P1	10.49	41.94	1.00	0.80	52.5	39.4	131.3	20.0	25.0
Aseo profesoras P1	9.64	35.69	1.00	0.80	48.3	36.2	120.7	20.0	25.0
	117.71	410.20	1.00	0.80/0.231*	589.5	442.1	1473.8	20.0	25.0

Local técnico (Zona no habitable)									
Cuarto limpieza	4.01	18.49	1.00	0.80	--	--	--	Oscilación libre	
	4.01	18.49	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

b_{ve}: Factor de ajuste de la temperatura de suministro de ventilación. En caso de disponer de una unidad de recuperación de calor, el factor de ajuste de la temperatura de suministro de ventilación para el caudal de aire procedente de la unidad de recuperación es igual a $b_{ve} = (1 - f_{ve,frac} \cdot \eta_{hu})$, donde η_{hu} es el rendimiento de la unidad de recuperación y $f_{ve,frac}$ es la fracción del caudal de aire total que circula a través del recuperador.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.

Q_{equip}: Sumatorio de la carga interna debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.

Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.

T° calef.: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.

media:

T° refrig.: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.

media:

2.2.2.- Perfiles de uso utilizados.

Los perfiles de uso utilizados en el cálculo del edificio, obtenidos del Apéndice C de CTE DB HE 1, son los siguientes:

Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Baja, 8 h (uso no residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Laboral	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Distribución horaria

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Laboral	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Ocupación sensible (W/m²)																								
Laboral	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Iluminación (%)																								
Laboral	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equipos (W/m²)																								
Laboral	0	0	0	0	0	0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilación (%)																								
Laboral	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0









2.3.- Descripción geométrica y constructiva del modelo de cálculo.

2.3.1.- Composición constructiva. Elementos constructivos pesados.

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos pesados que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-26.3 kWh/(m²·año)) supone el **53.7%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-48.9 kWh/(m²·año)).






	Tipo	S (m²)	c (kJ/ (m²·K))	U (W/ (m²·K))	Q _{tr} (kWh /año)	α (°)	I. (°)	O. (°)	F _{sh,o}	Q _{sol} (kWh /año)
Aulas										
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		51.31	106.00	0.45	-1462.7	0.4	V	NO(-52.68)	0.99	110.9
Tabique de una hoja, con revestimiento		784.73	110.53							
Tabique de una hoja, con revestimiento		1135.04	110.53	1.64	3036.1			Desde 'Comunes'		
Solera		873.44	126.84	0.26	-14267.0					
Forjado unidireccional		804.74	14.59							
Forjado unidireccional		51.06	14.59	0.49	47.1			Desde 'Comunes'		
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		14.88	106.00	0.45	-424.2	0.4	V	SE(127.32)	0.80	59.6
Tabique de una hoja, con revestimiento		79.75	110.53	1.64	193.5			Desde 'Aseos y vestuarios'		
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		96.55	106.00	0.45	-2752.0	0.4	V	NE(37.32)	1.00	144.5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		20.34	106.00	0.45	-579.8	0.4	V	SO(-142.68)	0.87	94.9
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		15.33	106.00	0.45	-437.0	0.4	V	SE(127.32)	1.00	76.6
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		0.92	106.00	0.45	-26.2	0.4	V	SO(-142.68)	0.97	4.8
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		12.17	106.00	0.45	-346.9	0.4	V	SO(-142.68)	0.97	63.5
Tabique de dos hojas, para revestir		35.53	112.60							
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		16.09	106.00	0.45	-458.8	0.4	V	NO(-52.68)	0.99	34.8
Tabique de dos hojas, para revestir		19.74	112.60	0.52	16.8			Desde 'Comunes'		
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		25.94	106.00	0.45	-739.4	0.4	V	SO(-142.68)	1.00	139.3

	Tipo	S (m²)	c (kJ/ (m²·K))	U (W/ (m²·K))	âQ _{tr} (kWh /año)	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,o}	âQ _{sol} (kWh /año)
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		9.61	106.00	0.45	-273.9	0.4	V	NO(-52.68)	1.00	20.9
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		18.84	106.00	0.45	-537.0	0.4	V	SO(-142.68)	1.00	101.2
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		20.14	106.00	0.45	-573.9	0.4	V	SE(127.32)	0.97	98.0
Tabique de dos hojas, para revestir		5.09	106.16	0.52	4.3	Desde 'Comunes'				
Tabique de dos hojas, para revestir		33.91	97.79	0.22	-474.4					
Tabique de dos hojas, para revestir		35.53	106.16							
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		7.00	106.00	0.45	-199.7	0.4	V	SE(127.32)	0.96	33.5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		6.41	106.00	0.45	-182.7	0.4	V	SO(-142.68)	0.88	30.2
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		12.55	106.00	0.45	-357.7	0.4	V	SE(127.32)	0.92	57.7
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		10.84	106.00	0.45	-308.9	0.4	V	SO(-142.68)	0.94	55.0
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		9.08	106.00	0.45	-258.8	0.4	V	SO(-142.68)	0.93	45.3
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		38.52	106.00	0.45	-1098.0	0.4	V	SE(127.32)	1.00	192.3
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		22.03	106.00	0.45	-628.0	0.4	V	NO(-52.68)	0.94	44.9
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		12.07	106.00	0.45	-344.1	0.4	V	SO(-142.68)	0.97	62.9
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		105.42	106.00	0.45	-3005.0	0.4	V	NO(-52.68)	0.97	221.7
Forjado unidireccional		804.73	113.63							
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		100.56	13.09	0.19	-1191.6	0.6	3	SE(127.32)	1.00	472.2
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		21.25	106.00	0.45	-605.7	0.4	V	SE(127.32)	0.93	99.1
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		55.84	13.09	0.19	-661.8	0.6	3	SE(127.32)	1.00	262.1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		22.98	106.00	0.45	-654.9	0.4	V	NE(37.32)	0.98	33.6
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		179.35	13.09	0.19	-2125.4	0.6	3	SE(127.32)	1.00	842.4
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		74.80	106.00	0.45	-2132.0	0.4	V	NE(37.32)	0.96	107.3
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		207.45	13.09	0.19	-2458.4	0.6	15	NE(37.32)	1.00	803.3
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		12.47	106.00	0.45	-355.5	0.4	V	SE(127.32)	0.98	60.8
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		28.22	106.00	0.45	-804.4	0.4	V	SO(-142.68)	1.00	151.8
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		54.59	13.09	0.19	-646.9	0.6	15	SE(127.32)	1.00	270.0
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		21.69	13.09	0.19	-257.0	0.6	15	SO(-142.68)	1.00	110.8
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		24.89	106.00	0.45	-709.5	0.4	V	SO(-142.68)	0.99	133.0
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		18.70	106.00	0.45	-533.0	0.4	V	SO(-142.68)	0.99	99.2
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		21.42	106.00	0.45	-610.6	0.4	V	SE(127.32)	0.98	104.4
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		15.45	106.00	0.45	-440.4	0.4	V	SO(-142.68)	0.98	81.5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		20.77	106.00	0.45	-592.0	0.4	V	SO(-142.68)	0.97	107.9
Forjado unidireccional		3.05	113.63	0.49	2.5	Desde 'Aseos y vestuarios'				
Forjado unidireccional		22.00	113.63	0.49	20.3	Desde 'Comunes'				
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		162.61	13.09	0.19	-1926.9	0.6	15	SO(-142.68)	1.00	830.6
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		15.73	106.00	0.45	-448.5	0.4	V	SE(127.32)	0.96	75.7
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		32.20	13.09	0.19	-381.6	0.6	3	SE(127.32)	1.00	151.2

	Tipo	S (m ²)	c (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ḡQ _{tr} (kWh /año)	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,o}	ḡQ _{sol} (kWh /año)
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		19.43	106.00	0.45	-554.0	0.4	V	SO(-142.68)	0.95	99.7
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		9.95	13.09	0.19	-117.9	0.6	15	NO(-52.68)	0.99	40.1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		20.98	106.00	0.45	-597.9	0.4	V	SE(127.32)	0.98	102.2
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		23.93	106.00	0.45	-682.3	0.4	V	NO(-52.68)	0.98	51.1
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		27.21	13.09	0.19	-322.4	0.6	15	NO(-52.68)	1.00	110.3
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		14.39	106.00	0.45	-410.2	0.4	V	NE(37.32)	0.96	20.6
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		2.90	13.09	0.19	-34.4	0.6	3	SE(127.32)	0.20	2.7
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		14.99	13.09	0.19	-177.6	0.6	15	NO(-52.68)	1.00	60.7
					-50169.0	+3320.7*			6976.7	

	Tipo	S (m²)	c (kJ/ (m²·K))	U (W/ (m²·K))	Q _{tr} (kWh /año)	a	I. (°)	O. (°)	F _{sh,o}	Q _{sol} (kWh /año)	
Tabique de una hoja, con revestimiento		79.75	110.53	1.64	-193.5			Hacia 'Aulas'			
Tabique de una hoja, con revestimiento		181.11	110.53								
Solera		61.63	126.84	0.26	-1018.3						
Forjado unidireccional		2.38	175.76	1.68	1.0			Desde 'Comunes'			
Forjado unidireccional		46.66	175.76								
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		5.91	106.00	0.45	-170.4	0.4	V	SO(-142.68)	0.65	20.8	
Forjado unidireccional		1.96	175.76	1.68	-11.7			Hacia 'Local tecnico'			
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		3.27	106.00	0.45	-94.1	0.4	V	SO(-142.68)	0.75	13.1	
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		3.54	106.00	0.45	-101.9	0.4	V	SO(-142.68)	0.77	14.6	
Forjado unidireccional		1.74	14.59								
Forjado unidireccional		3.05	14.59	0.49	-2.5			Hacia 'Aulas'			
Tabique de una hoja, para revestir		65.62	74.86								
Forjado unidireccional		2.62	113.63	0.49	0.3			Desde 'Comunes'			
Forjado unidireccional		46.66	129.10								
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		0.91	171.17	0.25	-14.9	0.6	3	SE(127.32)	0.99	5.7	
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		33.08	171.17	0.25	-541.4	0.6	15	SO(-142.68)	1.00	229.4	
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		11.86	171.17	0.25	-194.2	0.6	15	NO(-52.68)	1.00	65.1	
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		2.12	171.17	0.25	-34.6	0.6	3	SE(127.32)	0.59	8.0	
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		5.97	106.00	0.45	-172.3	0.4	V	SO(-142.68)	0.73	23.6	
Tabique de una hoja, para revestir		26.57	74.86	2.22	-213.1			Hacia 'Local tecnico'			
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		5.25	106.00	0.45	-151.2	0.4	V	SO(-142.68)	0.90	25.4	
Forjado unidireccional		1.74	113.63								
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		9.98	13.09	0.19	-119.6	0.6	15	SO(-142.68)	1.00	51.0	
					-2613.1	-386.9*					456.7

Local tecnico

Tabique de una hoja, con revestimiento		14.03	110.53	1.64	86.3	Desde 'Comunes'				
Tabique de una hoja, para revestir		26.57	74.86	2.22	213.1	Desde 'Aseos y vestuarios'				
Forjado unidireccional		1.96	129.10	1.68	11.7	Desde 'Aseos y vestuarios'				
Forjado unidireccional		1.38	113.63	0.49	2.6	Desde 'Comunes'				
Cubierta Panel Sandwich (Forjado unidireccional)		4.15	171.17	0.25	-63.8	0.6	15	SO(-142.68)	1.00	28.8
					-63.8	+313.8*		28.8		

donde:

S: Superficie del elemento.

c: Capacidad calorífica por superficie del elemento.

U: Transmitancia térmica del elemento.

Q_{tr}: Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año.

*: Calor intercambiado con otras zonas del modelo térmico, a través del elemento, a lo largo del año.

a: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la superficie opaca.

I.: Inclínación de la superficie (elevación).























O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte).

F_{sh,o}: Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores.Q_{sol}: Ganancia solar acumulada a lo largo del año.

2.3.2.- Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros.

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos ligeros que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-16.2 kWh/(m²·año)) supone el **33.1%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-48.9 kWh/(m²·año)).

Tipo	S (m²)	U _g (W/ (m²·K))	F _f (%)	U _f (W/ (m²·K))	ĠQ _{tr} (kWh /año)	g _{gl}	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	ĠQ _{sol} (kWh /año)
Aulas												
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templá.lite Azur.lite color azul	9.62	1.60	0.26	4.00	-1344.6	0.39	0.4	V	NO(-52.68)	1.00	1.00	1703.3
Puerta de paso interior una hoja	6.66		1.00	2.02	22.1	Desde 'Comunes'						
Puerta de paso dos hojas desiguales	14.55		1.00	2.02	48.2	Desde 'Comunes'						
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templá.lite Azur.lite color azul	1.95	1.60	0.28	4.00	-278.6	0.39	0.4	V	NO(-52.68)	1.00	1.00	336.8
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templá.lite Azur.lite color azul	7.80	1.60	0.25	4.00	-1081.3	0.39	0.4	V	NO(-52.68)	1.00	1.00	1394.0
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templá.lite Azur.lite color azul	1.84	1.60	0.25	4.00	-254.2	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.74	0.88	366.6
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templá.lite Azur.lite color azul	3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.79	0.81	759.2
Puerta de paso dos hojas desiguales	14.73		1.00	2.02	48.8	Desde 'Comunes'						
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templá.lite Azur.lite color azul	37.05	1.60	0.26	4.00	-5161.3	0.39	0.4	V	NE(37.32)	1.00	1.00	5525.3
Puerta de paso dos hojas desiguales	26.50		1.00	2.02	87.8	Desde 'Comunes'						
Puerta de paso interior una hoja	13.40		1.00	2.02	44.4	Desde 'Comunes'						
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templá.lite Azur.lite color azul	2.70	1.60	0.31	4.00	-398.7	0.39	0.4	V	SO(-142.68)	0.79	0.94	602.2
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templá.lite Azur.lite color azul	3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SO(-142.68)	0.79	0.82	809.0
Puerta de paso interior una hoja	11.73		1.00	2.02	38.8	Desde 'Comunes'						
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templá.lite Azur.lite color azul	3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.79	1.00	937.8
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templá.lite Azur.lite color azul	3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.79	1.00	937.6
Puerta de paso interior una hoja	6.70		1.00	2.02	22.2	Desde 'Comunes'						
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templá.lite Azur.lite color azul	1.95	1.60	0.28	4.00	-278.6	0.39	0.4	V	SO(-142.68)	0.74	1.00	450.4
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templá.lite Azur.lite color azul	3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	NO(-52.68)	1.00	1.00	699.3
Puerta de paso dos hojas desiguales	11.74		1.00	2.02	38.9	Desde 'Comunes'						
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templá.lite Azur.lite color azul	3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.79	0.99	924.4
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templá.lite Azur.lite color azul	3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.79	0.98	923.1
Puerta de paso dos hojas desiguales	2.94		1.00	2.02	9.8	Desde 'Comunes'						
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templá.lite Azur.lite color azul	1.95	1.60	0.28	4.00	-278.6	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.74	0.97	415.2
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templá.lite Azur.lite color azul	3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SO(-142.68)	0.79	0.91	899.3

	Tipo	S (m²)	U _g (W/ (m²·K))	F _F (%)	U _t (W/ (m²·K))	ΔQ _{tr} (kWh /año)	g _{gl}	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	ΔQ _{sol} (kWh /año)
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.79	0.94	884.6
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		1.83	1.60	0.25	4.00	-253.7	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.74	0.94	388.2
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		2.70	1.60	0.31	4.00	-398.7	0.39	0.4	V	SO(-142.68)	0.79	0.97	623.9
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SO(-142.68)	0.79	0.95	940.4
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.28	4.00	-557.3	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.74	1.00	854.2
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.79	1.00	937.3
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	NE(37.32)	1.00	1.00	585.1
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		2.70	1.60	0.31	4.00	-398.7	0.39	0.4	V	NO(-52.68)	1.00	0.98	441.1
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		19.37	1.60	0.26	4.00	-2704.6	0.39	0.4	V	NO(-52.68)	1.00	0.99	3400.7
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.79	0.97	905.3
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.79	0.87	815.9
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		1.95	1.60	0.28	4.00	-278.6	0.39	0.4	V	NE(37.32)	1.00	0.99	280.6
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		1.95	1.60	0.28	4.00	-278.6	0.39	0.4	V	NE(37.32)	1.00	0.99	281.1
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	NE(37.32)	1.00	1.00	582.4
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		23.40	1.60	0.25	4.00	-3244.0	0.39	0.4	V	NE(37.32)	1.00	0.98	3445.9
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.79	0.98	922.9
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		2.39	1.60	0.25	4.00	-331.2	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.79	0.98	565.3
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	NO(-52.68)	1.00	0.99	693.8
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.79	0.98	921.7
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.79	0.98	920.7
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		2.70	1.60	0.31	4.00	-398.7	0.39	0.4	V	SO(-142.68)	0.79	0.96	612.3
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		0.45	1.60	0.31	4.00	-66.5	0.39	0.4	V	SO(-142.68)	0.66	0.96	86.3
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SO(-142.68)	0.79	0.97	959.1

	Tipo	S (m²)	U _g (W/ (m²·K))	F _f (%)	U _t (W/ (m²·K))	Q̇ _{tr} (kWh /año)	g _{gl}	α	l. (°)	O. (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	Q̇ _{sol} (kWh /año)
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SO(-142.68)	0.79	0.98	972.2
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		1.95	1.60	0.28	4.00	-278.6	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.74	0.98	418.9
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.79	0.97	909.2
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		2.09	1.60	0.31	4.00	-307.3	0.39	0.4	V	SO(-142.68)	0.79	0.96	474.0
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	SO(-142.68)	0.79	0.90	891.3
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	NE(37.32)	1.00	0.98	575.1
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		2.70	1.60	0.31	4.00	-398.7	0.39	0.4	V	NO(-52.68)	1.00	0.98	442.8
Puerta de paso interior dos hojas		3.35		1.00	2.02	11.1	Desde 'Comunes'						
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-540.7	0.39	0.4	V	NE(37.32)	1.00	0.99	577.1
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		1.95	1.60	0.28	4.00	-278.6	0.39	0.4	V	NE(37.32)	1.00	0.99	279.8
-32766.8+372.0*													44272.7

Comunes

Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-554.7	0.39	0.4	V	NO(-52.68)	1.00	1.00	696.8
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.75	1.60	0.19	2.90	-447.8	0.39	0.4	V	NO(-52.68)	1.00	1.00	714.2
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-554.7	0.39	0.4	V	NE(37.32)	1.00	1.00	584.8
Puerta de paso dos hojas desiguales		38.10		1.00	2.02	-126.2	Hacia 'Aulas'						
Puerta de paso interior una hoja		26.76		1.00	2.02	-88.7	Hacia 'Aulas'						
Puerta de paso interior una hoja		15.07		1.00	2.02	-4.6	Hacia 'Aseos y vestuarios'						
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		1.95	1.60	0.28	4.00	-285.9	0.39	0.4	V	SO(-142.68)	0.74	1.00	448.8
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-554.7	0.39	0.4	V	NO(-52.68)	1.00	0.99	690.1
Puerta de paso dos hojas desiguales		5.89		1.00	2.02	-19.5	Hacia 'Aulas'						
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		5.18	1.60	0.27	4.00	-753.1	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.74	0.98	1123.8
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-554.7	0.39	0.4	V	SE(127.32)	0.79	0.98	922.2
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.75	1.60	0.19	2.90	-447.8	0.39	0.4	V	NO(-52.68)	1.00	0.99	708.7
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 6/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul		3.90	1.60	0.25	4.00	-554.7	0.39	0.4	V	NE(37.32)	1.00	0.98	574.3
Puerta de paso dos hojas desiguales		26.47		1.00	2.02	-87.7	Hacia 'Aulas'						
Puerta de paso interior una hoja		11.73		1.00	2.02	-38.8	Hacia 'Aulas'						

donde:

11: Transmitancia térmica de la parte translúcida

Fr: Fracción de parte opaca del elemento ligero

U₁: Transmitancia térmica de la parte opaca

Q_{\pm} : Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año

*: Calor intercambiado con otras zonas del modelo térmico, a través del elemento, a lo largo del año

a) Transmisión total de energía solar de la parte transparente







a: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la parte opaca del elemento ligero





θ : Inclutación de la superficie (elevation)








Q: Orientación de la superficie (azimut respecto al portal)

Fig. 4. Valor medio anual del factor reductor de sombreado para dispositivos de sombra móviles

E_{ext} : Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores

	Tipo	L (m)	y (W/(m·K))	\dot{Q}_{tr} (kWh/año)
Aulas				
Contorno de ventana		294.12	0.160	-3014.4
Unión de solera con pared exterior		171.45	0.140	-1537.5
Forjado entre pisos		343.29	0.205	-4507.9
Fachada en esquina vertical entrante		19.20	-0.150	184.5
Fachada en esquina vertical saliente		33.45	0.080	-171.4
Encuentro de fachada con cubierta		165.30	0.440	-4658.9
				-13705.6

Comunes				
Contorno de ventana		26.16	0.160	-272.7
Unión de solera con pared exterior		2.05	0.140	-18.7
Forjado entre pisos		17.31	0.205	-231.2
Encuentro de fachada con cubierta		24.05	0.440	-689.4
				-1212.0

Aseos y vestuarios				
Contorno de ventana		18.60	0.160	-192.8
Fachada en esquina vertical entrante		6.34	-0.150	61.6
Unión de solera con pared exterior		4.86	0.140	-44.1
Forjado entre pisos		4.94	0.205	-65.6
Forjado entre pisos		3.63	-0.010	2.4
Encuentro de fachada con cubierta		2.28	0.390	-57.6
Encuentro de fachada con cubierta		2.03	0.440	-57.9
				-354.1

donde:

L: Longitud del puente térmico lineal.

y: Transmitancia térmica lineal del puente térmico.

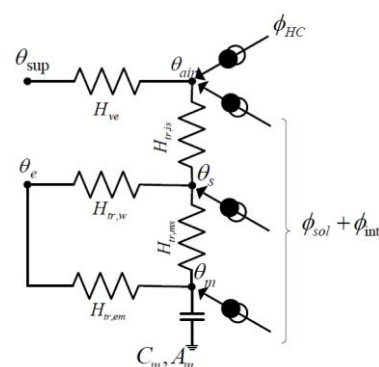
n: Número de puentes térmicos puntuales.

X: Transmitancia térmica puntual del puente térmico.

Q_{tr} : Calor intercambiado en el puente térmico a lo largo del año.

2.4.- Procedimiento de cálculo de la demanda energética.

El procedimiento de cálculo empleado consiste en la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método completo simplificado en base horaria de tipo dinámico descrito en UNE-EN ISO 13790:2011, cuya implementación ha sido validada mediante los tests descritos en la Norma EN 15265:2007 (Energy performance of buildings - Calculation of energy needs for space heating and cooling using dynamic methods - General criteria and validation procedures). Este procedimiento de cálculo utiliza un modelo equivalente de resistencia-capacitancia (R-C) de tres nodos en base horaria. Este modelo hace una distinción entre la temperatura del aire interior y la temperatura media radiante de las superficies interiores (revestimiento de la zona del edificio), permitiendo su uso en comprobaciones de confort térmico, y aumentando la exactitud de la consideración de las partes radiantes y convectivas de las ganancias solares, luminosas e internas.



La metodología cumple con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 1, al considerar los siguientes aspectos:

- el diseño, emplazamiento y orientación del edificio;
- la evolución hora a hora en régimen transitorio de los procesos térmicos;
- el acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio a distintas temperaturas;

- las solicitaciones interiores, solicitaciones exteriores y condiciones operacionales especificadas en los apartados 4.1 y 4.2 de CTE DB HE 1, teniendo en cuenta la posibilidad de que los espacios se comporten en oscilación libre;
- las ganancias y pérdidas de energía por conducción a través de la envolvente térmica del edificio, compuesta por los cerramientos opacos, los huecos y los puentes térmicos, con consideración de la inercia térmica de los materiales;
- las ganancias y pérdidas producidas por la radiación solar al atravesar los elementos transparentes o semitransparentes y las relacionadas con el calentamiento de elementos opacos de la envolvente térmica, considerando las propiedades de los elementos, su orientación e inclinación y las sombras propias del edificio u otros obstáculos que puedan bloquear dicha radiación;
- las ganancias y pérdidas de energía producidas por el intercambio de aire con el exterior debido a ventilación e infiltraciones teniendo en cuenta las exigencias de calidad del aire de los distintos espacios y las estrategias de control empleadas.

Permitiendo, además, la obtención separada de la demanda energética de calefacción y de refrigeración del edificio.

HE 2 RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

EXIGENCIA BÁSICA HE 2: RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, RITE.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

Para el presente proyecto de ejecución es de aplicación el RITE, ya que las instalaciones térmicas del edificio son instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de ACS (agua caliente sanitaria) que están destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS TÉCNICAS DEL RITE

La justificación del cumplimiento de las Instrucciones Técnicas I.T.01 "Diseño y dimensionado", I.T.02 "Montaje", I.T.03 "Mantenimiento y uso" e I.T.04 "Inspecciones" se realiza en el apartado correspondiente a la justificación del cumplimiento del RITE.

HE 3 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

GENERALIDADES.

ÁMBITO DE APLICACIÓN.

Esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior en:

- a) edificios de nueva construcción;

Se excluyen del ámbito de aplicación:

- e) interiores de viviendas.

Se excluyen, también, de este ámbito de aplicación los alumbrados de emergencia.

Al tratarse de un edificio de nueva construcción, se aplicará la norma para todas las zonas comunes excluyendo las viviendas.

El estudio abarcará:

Aulas

PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

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

- a) cálculo del valor de eficiencia energética de la instalación VEEL en cada zona, constatando que no se superan los valores límite consignados en la Tabla 2.1 del apartado 2.1;
- 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;
- c) verificación de la existencia de un plan de mantenimiento, que cumpla con lo dispuesto en el apartado 5.

DOCUMENTACIÓN JUSTIFICATIVA

En la memoria del proyecto para cada zona figurarán junto con los cálculos justificativos al menos:

- a) el índice del local (K) utilizado en el cálculo;
- b) el número de puntos considerados en el proyecto;
- c) el factor de mantenimiento (Fm) previsto;
- d) la iluminancia media horizontal mantenida (Em) obtenida;
- e) el índice de deslumbramiento unificado (UGR) alcanzado;
- f) los índices de rendimiento de color (Ra) de las lámparas seleccionadas;
- g) el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEL) resultante en el cálculo.
- h) las potencias de los conjuntos: lámpara más equipo auxiliar

Asimismo debe justificarse en la memoria del proyecto para cada zona el sistema de control y regulación que corresponda.

CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

Valor de eficiencia energética de la instalación

La eficiencia energética de una instalación de iluminación 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:

$$VEEI = 100 P/E_m.S$$

siendo

P	la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares [W];
S	la superficie iluminada [m ²];
E _m	la iluminancia media horizontal mantenida [lux]

Con el fin de establecer los correspondientes valores de eficiencia energética límite, las instalaciones de iluminación se identificarán, según el uso de la zona, dentro de uno de los 2 grupos siguientes:

- a) 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, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética;
- b) 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. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

grupo Zonas de actividad diferenciada VEEI límite	
zonas comunes (1)	4,5
aparcamientos	5
zonas de no representación	
zonas comunes en edificios residenciales	7,5
zonas comunes (1)	10

Sistemas de control y regulación

Las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de regulación y control con las siguientes condiciones:

- a) 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;

Quedan excluidas de cumplir las exigencias de los puntos I e II anteriores, las siguientes zonas de la tabla 2.1:

- zonas comunes en edificios residenciales.

En este caso se utilizarán los siguientes dispositivos

DISPOSITIVO DE REGULACION	ZONA DE USO DEL DISPOSITIVO
INTERRUPTOR LOCALIZADO	AULAS Y LOCALES TECNICOS
TEMPORIZADOR POR RELOJ	ESCALERAS
DETECCION DE PRESENCIA	ASEOS

CÁLCULO

DATOS PREVIOS

Para determinar el cálculo y las soluciones luminotécnicas de las instalaciones de iluminación interior, se tendrán en cuenta parámetros tales como:

- a) el uso de la zona a iluminar;
- b) el tipo de tarea visual a realizar;
- c) las necesidades de luz y del usuario del local;
- d) el índice K del local o dimensiones del espacio (longitud, anchura y altura útil);
- e) las reflectancias de las paredes, techo y suelo de la sala;
- f) las características y tipo de techo;
- g) las condiciones de la luz natural;
- h) el tipo de acabado y decoración;
- i) el mobiliario previsto.

Podrá utilizarse cualquier método de cálculo que cumpla las exigencias de esta Sección, los parámetros de iluminación y las recomendaciones para el cálculo contenidas en el apéndice B.

MÉTODO DE CÁLCULO

El método de cálculo utilizado, que quedará establecido en la memoria del proyecto, será el adecuado para el cumplimiento de las exigencias de esta sección y utilizará como datos y parámetros de partida, al menos, los consignados en el apartado 3.1, así como los derivados de los materiales adoptados en las soluciones propuestas, tales como lámparas, equipos auxiliares y luminarias.

Se obtendrán como mínimo los siguientes resultados para cada zona:

- a) valor de eficiencia energética de la instalación VEEI;
- b) iluminancia media horizontal mantenida E_m en el plano de trabajo;
- c) índice de deslumbramiento unificado UGR para el observador.

Asimismo, se incluirán los valores del índice de rendimiento de color (Ra) y las potencias de los conjuntos lámpara más equipo auxiliar utilizados en el cálculo.

El método de cálculo se formalizará bien manualmente o a través de un programa informático, que ejecutará los cálculos referenciados obteniendo como mínimo los resultados mencionados en el punto 2 anterior. Estos programas informáticos podrán establecerse en su caso como Documentos Reconocidos.

El programa informático utilizado será el Programa DIALUX utilizado por un gran número de fabricantes de iluminación Europeos, con acceso desde el programa a las bases de datos de las luminarias de dichos fabricantes-

Los resultados del cálculo los resumiremos en los anexos adjuntos

PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

EQUIPOS

Las lámparas, equipos auxiliares, luminarias y resto de dispositivos cumplirán lo dispuesto en la normativa específica para cada tipo de material. Particularmente, las lámparas fluorescentes cumplirán con los valores admitidos por el Real Decreto 838/2002, de 2 de agosto, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

2 Salvo justificación, las lámparas utilizadas en la instalación de iluminación de cada zona tendrán limitada las pérdidas de sus equipos auxiliares, por lo que la potencia del conjunto lámpara más equipo auxiliar no superará los valores indicados en las tablas 3.1 y 3.2:

Se utilizarán en todas las zonas de estudio los siguientes tipos de luminarias:

ZONA	LUMINARIA	LAMPARA	POTENCIA
AULAS	PANEL LED	1 LED 41 W	1X41w
ASEOS	DOWNLED	1 LED 18W	1X18W
ESCALERAS	APLIQUE MURAL	LED	1X10W

CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA DE PRODUCTOS

Se comprobará que los conjuntos de las lámparas y sus equipos auxiliares disponen de un certificado del fabricante que acredite su potencia total.

MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN.

Para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación VEEL, se elaborará en el proyecto un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación que contemplará, entre otras acciones, las operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazamiento, la limpieza de luminarias con la metodología prevista y la limpieza de la zona iluminada, incluyendo en ambas la periodicidad necesaria. Dicho plan también deberá tener en cuenta los sistemas de regulación y control utilizados en las diferentes zonas.

Programa de mantenimiento.

Objeto. El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de iluminación

CRITERIOS GENERALES.

Se definen tres escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma:

- a) Vigilancia
- b) Mantenimiento preventivo
- c) Mantenimiento correctivo

a) Plan de vigilancia

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Será llevado a cabo, normalmente, por el usuario, que asesorado por el instalador, observará el correcto comportamiento y estado de los elementos, y tendrá un alcance similar al descrito en la tabla siguiente.

		OPERACION	FRECUENCIA	DESCRIPCION
LUMINARIAS	lamparas	Inspeccion visual	trimestral	Ver la situación de encendido
	carcasas	Inspeccion visual	semestral	Ver su estado de limpieza y conservación
MANDOS	interruptores	Inspeccion manual	semestral	Comprobar su funcionamiento
	minuterios	Inspeccion visual	trimestral	Ver su ciclo
	detectores	Inspeccion manual	trimestral	Comprobar su funcionamiento y ciclo

b) Plan de mantenimiento preventivo

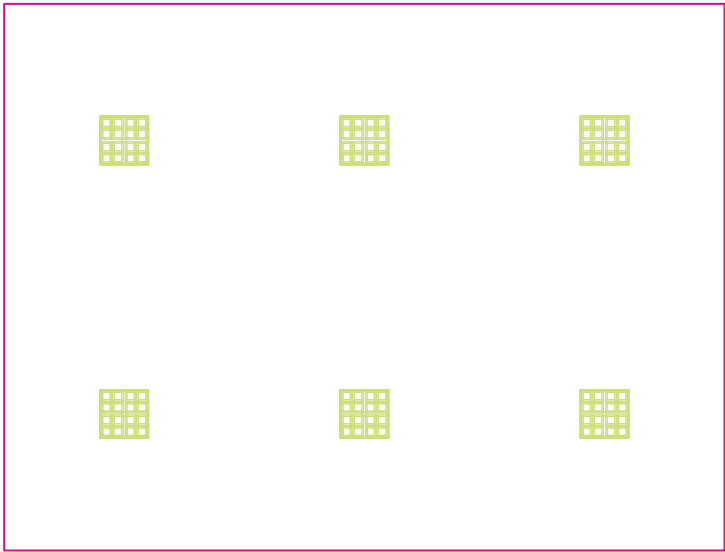
Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para portales y escaleras y una revisión cada seis meses para instalaciones en garajes y zonas sin iluminación natural.

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico especializado que conozca la tecnología de iluminación y las instalaciones eléctricas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejan todas las operaciones realizadas, así como el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

aula polivalente 1



Altura del local: 3.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

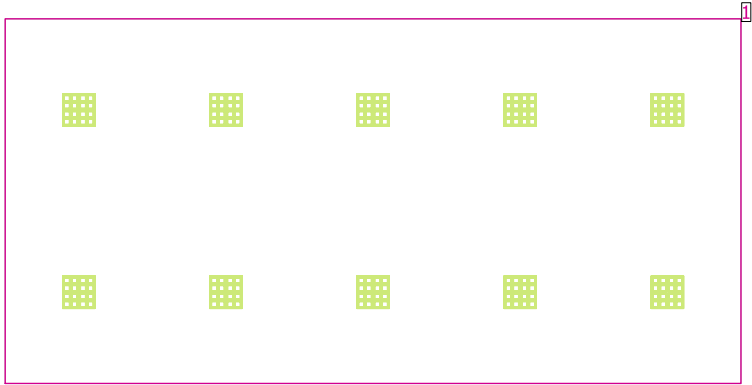
N°	Número de unidades		
1	6	<div><div>Philips Lighting RC460B G2 W60L60 1xLED34S/830 Grado de eficacia de funcionamiento: 99.91% Flujo luminoso de lámparas: 4200 lm Flujo luminoso de las luminarias: 4196 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 116.6 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100</div></div>	<div><div></div><div></div></div>

Flujo luminoso total de lámparas: 25200 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 25176 lm, Potencia total: 216.0 W, Rendimiento lumínico: 116.6 lm/W

Potencia específica de conexión: 3.65 W/m² (Base 59.16 m²)

Consumo: 300 kWh/a de un máximo de 2100 kWh/a

AULA TALLER 1



Altura del local: 3.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 1	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	294 (300)	126	385	0.43	0.33

Nº	Número de unidades			
1	10	Philips Lighting RC460B G2 W60L60 1xLED34S/830 Grado de eficacia de funcionamiento: 99.91% Flujo luminoso de lámparas: 3400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3397 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 94.4 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 34000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 33970 lm, Potencia total: 360.0 W, Rendimiento lumínico: 94.4 lm/W

Potencia específica de conexión: $3.97 \text{ W/m}^2 = 1.35 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base 90.58 m²)

Consumo: 500 kWh/a de un máximo de 3200 kWh/a

En las tablas siguientes se definen las operaciones de mantenimiento preventivo que deben realizarse en las instalaciones de iluminación, la periodicidad mínima establecida (en meses) y descripciones en relación con las prevenciones a observar.

		OPERACION	FRECUENCIA	DESCRIPCION
LUMINARIAS	lamparas	Inspeccion visual Medición nivel	semestral	Sustitución de lamparas fundidas
	carcasas	Inspeccion visual	anual	Limpieza de luminarias comprobación De anclajes
MANDOS	interruptores	Inspeccion manual	anual	Comprobar su funcionamiento, reposición de averiados
	minuterios	Inspeccion visual	semestral	Ver su ciclo y ajustarlo
	detectores	Inspeccion manual	semestral	Comprobar su funcionamiento y ciclo, limpieza de lentes y orientación
PROTECCIONES	Cuadros	Inspección manual Medición disparos	semestral	Provocar disparos Medir valores
CIRCUITOS	Conductores	Mediciones	anual	Medir aislamiento

Esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior en:

- edificios de nueva construcción;
- intervenciones en edificios existentes con una superficie útil total final (incluidas las partes ampliadas, en su caso) superior a 1000 m², donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada;
- otras intervenciones en edificios existentes en las que se renueve o amplíe una parte de la instalación, en cuyo caso se adecuará la parte de la instalación renovada o ampliada para que se cumplan los valores de eficiencia energética límite en función de la actividad y, cuando la renovación afecte a zonas del edificio para las cuales se establezca la obligatoriedad de sistemas de control o regulación, se dispondrán estos sistemas;
- cambios de uso característico del edificio;
- cambios de actividad en una zona del edificio que impliquen un valor más bajo del Valor de Eficiencia Energética de la Instalación límite, respecto al de la actividad inicial, en cuyo caso se adecuará la instalación de dicha zona.

Se excluyen del ámbito de aplicación:

- construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años;
- edificios industriales, de la defensa y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres y procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales;
- edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m²:

De acuerdo con lo establecido en este apartado, el acondicionamiento de local que nos ocupa es una intervención en edificio inferior a 1000 m², su superficie es inferior a los 50 m² por lo que no le es de aplicación.

HE 4 CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

Generalidades.

ÁMBITO DE APLICACIÓN.

Esta Sección es aplicable a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.

La contribución solar mínima determinada en aplicación de la exigencia básica que se desarrolla en esta Sección, podrá disminuirse justificadamente en los siguientes casos:

- Cuando se cubra ese aporte energético de agua caliente sanitaria mediante el aprovechamiento de energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia generación de calor del edificio.
- Cuando el cumplimiento de este nivel de producción suponga sobrepasar los criterios de cálculo que marca la legislación de carácter básico aplicable.
- Cuando el emplazamiento del edificio no cuente con suficiente acceso al sol por barreras externas al mismo.
- En rehabilitación de edificios, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la configuración previa del edificio existente o de la normativa urbanística aplicable.
- En edificios de nueva planta, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la normativa urbanística aplicable, que imposibiliten de forma evidente la disposición de la superficie de captación necesaria.
- Cuando así lo determine el órgano competente que deba dictaminar en materia de protección histórico-urbanística.

En edificios que se encuentren en los casos b), c), d) y e) del apartado anterior, en el proyecto se justificará la inclusión alternativa de medidas o elementos que produzcan un ahorro energético térmico o reducción de emisiones de dióxido de carbono, equivalentes a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar, respecto a los requisitos básico que fije la normativa vigente, realizando mejoras en el aislamiento térmico y rendimiento energético de los equipos.

Atendiendo a lo que se establece en el apartado 1.1. ("ámbito de aplicación") de la Sección HE 4, del DB, no será de aplicación debido a que la demanda máxima prevista es inferior a 50 l/d según la tabla 2.1. Contribución solar mínima en %. Caso general.

HE 5 CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El edificio es de uso dotacional por lo que, según el punto 1.1 (ámbito de aplicación) de la Exigencia Básica HE 5, no necesita instalación solar fotovoltaica.

Por lo tanto, para este proyecto, no es de aplicación.