CTE
CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

Guía de aplicación DB HE 2019

EJEMPLOS(V)

EDIFICIO DE OFICINAS



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE VIVIENDA Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE AGENDA URBANA, VIVIENDA Y ARQUITECTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE AGENDA URBANA Y ARQUITECTURA

Este documento recoge el cuarto ejemplo práctico de una serie que muestra la aplicación del DBHE con el orden lógico que requiere la elaboración de un proyecto de edificación, presentando las casuísticas más habituales y barriendo distintos usos edificatorios. Se ha realizado bajo la supervisión de la Dirección General de Agenda Urbana y Arquitectura del Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana.

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
https://cpage.mpr.gob.es

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana:
www.mivau.gob.es

Dirección y coordinación:
Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana:
Isabel Marcos Anasagasti
Raúl Valiño López
Ainhoa Díez de Pablo
Adrián Escobar Pastor

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja:
Rafael Villar Burke
Marta Sorribes Gil
Daniel Jiménez González

Manuel Rodríguez Pérez - Doctor arquitecto, profesor del departamento de construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM)

Autores:
Manuel Rodríguez Pérez - Doctor arquitecto, profesor del departamento de construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM)

Violeta Rodríguez González - Arquitecta
Rafael Villar Burke
Marta Sorribes Gil
Daniel Jiménez González

Ilustración:
Violeta Rodríguez González - Arquitecta

Manuel Rodríguez Pérez - Doctor arquitecto, profesor del departamento de construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM)

Edita:
Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana ©

NIPO: 179-26-047-6

Entidad colaboradora:
Este texto se ha elaborado con la participación del CSCAE – Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España

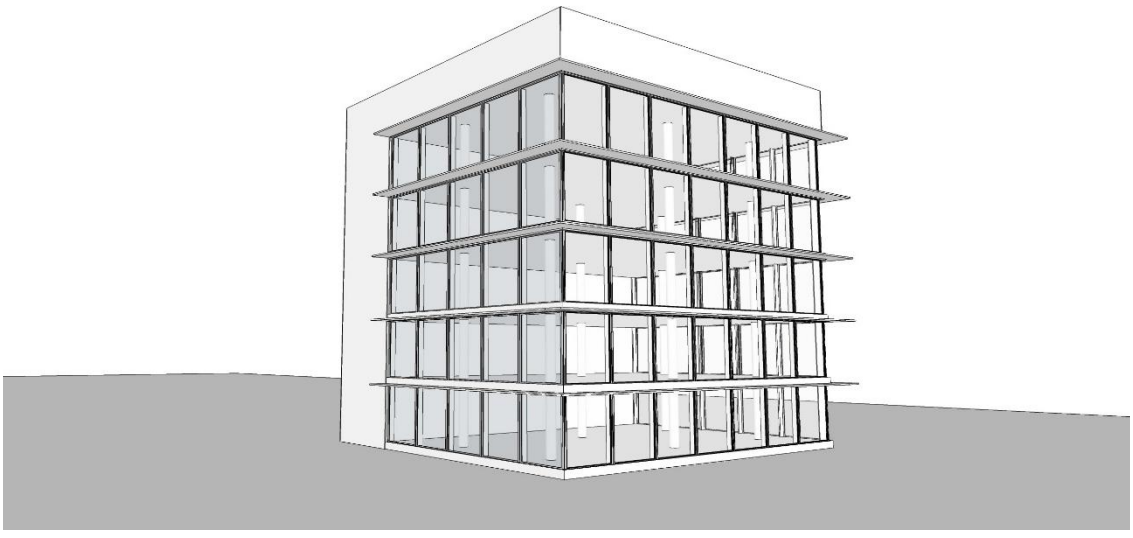


Está permitida la reproducción, parcial o total, del presente documento, siempre que esté destinado al ejercicio profesional del personal técnico del sector. Por el contrario, debe contar con aprobación por escrito cuando esté destinado a fines editoriales en cualquier soporte impreso o electrónico.

Noviembre 2026

F4

EDIFICIO DE OFICINAS



ÍNDICE

SECCIÓN 1: DESCRIPCIÓN DEL EJEMPLO. TOMA DE DATOS. 6
A. DATOS GENERALES Y PROGRAMA FUNCIONAL 9
1. Información general 9
2. Programa funcional 11
B. ARQUITECTURA Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA 18
1. Planos: Situación y orientación. Plantas. Secciones. Alzados 18
2. Imagen. Volumetría 21
C. DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA 23
1. Composición de los cerramientos. Opacos y huecos 23
2. Modelo de puentes térmicos empleados según catálogo DA DB-HE / 3 36
D. SISTEMAS ACTIVOS DEL EDIFICIO 38
1. Ventilación 40
2. Acondicionamiento de invierno y verano 46
3. Producción de ACS 56
4. Producción de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos 58
5. Instalación de iluminación en edificio de oficinas 60
6. Infraestructura de recarga de vehículos eléctricos 62
SECCIÓN 2. CUMPLIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS 63
HE1.CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA 63
1. Preparación de datos previos a la comprobación 67
2. Condiciones de la envolvente térmica 74
3. Limitación de descompensaciones 101
4. Limitación de condensaciones de la envolvente térmica 102
HE2. CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS 103
HE3.CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN 105
1. Preparación de datos para la comprobación de la exigencia 106
2. Justificación del cumplimiento 109
HE4.CONTRIBUCIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA 116
1. Preparación de datos previos a la comprobación 116
2. Contribución renovable mínima en demanda de ACS y/o climatización de piscina 118
HE5.GENERACIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES 125
1. Preparación de datos previos a la comprobación 125
2. Generación de energía eléctrica procedente de fuentes renovables en el edificio 128
3. Cuantificación de la exigencia y justificación del cumplimiento 129
HE6. DOTACIONES MÍNIMAS PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉ CTRICOS 130
1. Preparación de datos previos a la comprobación 130
2. Cuantificación de la exigencia 131
3. Justificación de la exigencia 131
HE0.LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO 133
1. Preparación de datos previos a la comprobación 133
2. Consumo de energía primaria no renovable 138
3. Consumo de energía primaria total 138
4. Horas fuera de consigna 138
5. Resultados 139
RESUMEN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS INDICADORES DE CADA SECCIÓN 141
1. Tablas resumen de todos los requisitos. Comentarios 141
SECCIÓN 3. AYUDAS 143
1. LEVANTAMIENTO DEL MODELO EN HULC Y NOVEDADES DE LA VERSIÓN EMPLEADA 143
1. Novedades de la versión 2.5. 2662.1183 del HULC 143
2. Datos generales, administrativos y previos 144
3. Base de datos 148
4. Construcción del modelo 150
5. Incorporación de sistemas 174

6. Propuesta de medidas de mejora de la eficiencia energética del edificio 182
7. Comentarios sobre la simulación 191
2. CÁLCULO DE LA CARGA INTERNA MEDIA. CFI 192
1. Definiciones 192
2. Datos y cálculos para el uso principal de oficinas 193
3. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA EN INVIERNO Y VERANO 210
1. Conceptos previos 210
2. Cálculo de las cargas térmicas de invierno 212
3. Cálculo de las cargas térmicas de verano 225
4. CÁLCULO DE LOS CAUDALES Y EQUIPOS NECESARIOS PARA LA CLIMATIZACIÓN 241
1. Introducción 241
2. Determinación de los caudales y potencias de las baterías de las UTAs 241

DESCRIP

SECCIÓN 1: DESCRIPCIÓN DEL EJEMPLO. TOMA DE DATOS.

A Datos generales y programa funcional
B Arquitectura: Definición geométrica
C Definición constructiva
D Sistemas activos del edificio

El edificio que se desarrolla en esta entrega de la *Guía de ejemplos aplicación* recoge el caso de un edificio de uso exclusivo terciario. Su uso previsto es el de oficinas, con la característica de uso de espacios compartidos, comúnmente conocidos con el término en inglés de "coworking". Se trata de una modalidad cada vez más demandada, sobre todo por pequeñas y medianas empresas, ya que permite acceder a espacios de trabajo a la escala demandada y con un coste muy competitivo. El edificio se considera totalmente exento dentro de una parcela virtual.

El edificio consta de 6 plantas, de las cuales 5 se encuentran sobre rasante (baja +4) y un sótano destinado a uso de garaje-aparcamiento y cuartos técnicos.

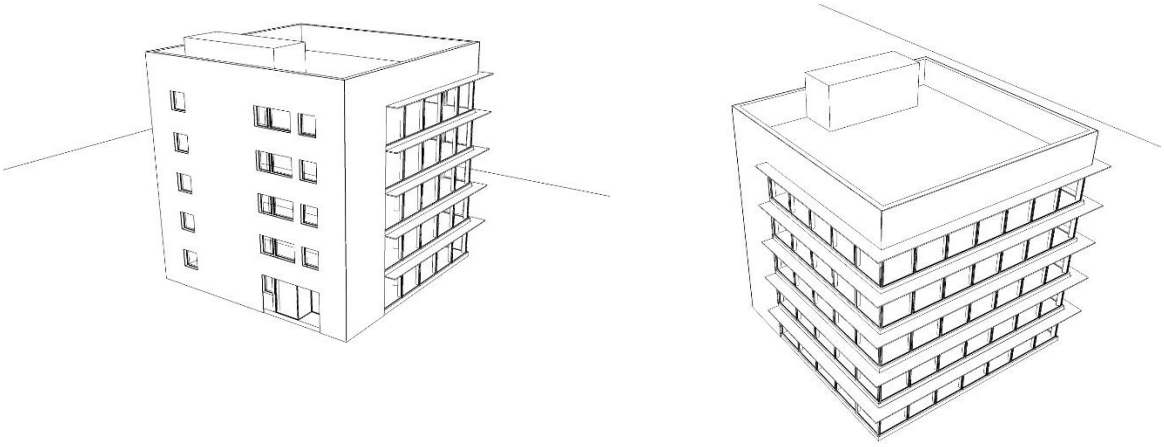
La planta sótano destinada a cuartos de instalaciones y garaje dispone de 14 plazas de aparcamiento de las cuales 2 son para personas con movilidad reducida. El resto de la dotación de plazas de garaje se realiza en superficie y no intervienen en el modelo que nos ocupa.

La planta baja del edificio dispone de los accesos tanto peatonal como rodado a la planta sótano mediante rampa para vehículos. Las plantas tipo dedicadas al uso principal de oficina son idénticas, en cuanto a distribución, de la primera a la tercera, con una franja norte de servicios y circulaciones y un espacio de oficinas totalmente diáfano con orientaciones sur, este y oeste. Respecto a estas, la planta baja presenta una pequeña variación para incorporar, como ya se ha dicho, el acceso al edificio. Con el fin de reunir una variedad suficiente en la aplicación de diferentes perfiles de uso, se propone en la planta 4ª una división de espacios de oficina para empresas de menor tamaño y que además se encuentran parcialmente subdivididos en despachos independientes, respondiendo así esta estructura a un tipo más convencional del espacio administrativo. Esta planta aloja además un hall para servicios comunes y dos espacios destinados a salas de reuniones para uso compartido.

El volumen del edificio consiste en un cubo perfecto de 20 metros de lado en planta y 20 metros de altura sobre rasante. El acceso se produce por la fachada norte. En esta fachada norte se encuentra el programa de servicios de apoyo en cada planta al uso administrativo. En dicha fachada norte, predominan los cerramientos opacos mientras que en el resto de las fachadas el tratamiento es principalmente de vidrio.

El sótano se encuentra totalmente enterrado en todas sus orientaciones, excepto en las fachadas este y oeste en las que se producen los accesos rodados de entrada y salida. En esta planta sótano todo el suelo se encuentra en contacto con el terreno.

La azotea del edificio se destina al alojamiento de los equipos y unidades exteriores destinadas a la climatización del edificio. Las fachadas se prolongan para ocultar dichos equipos, pero sigue siendo un exterior permitiendo la circulación del aire. Esta planta no está techada en ningún punto salvo el torreón del núcleo de comunicaciones verticales. También se incorpora en esta planta de cubierta la dotación de paneles fotovoltaicos el edificio.



Volumetría del edificio terciario con uso administrativo, oficina

Las características formales, constructivas y sistemas de acondicionamiento del edificio se describen más adelante.

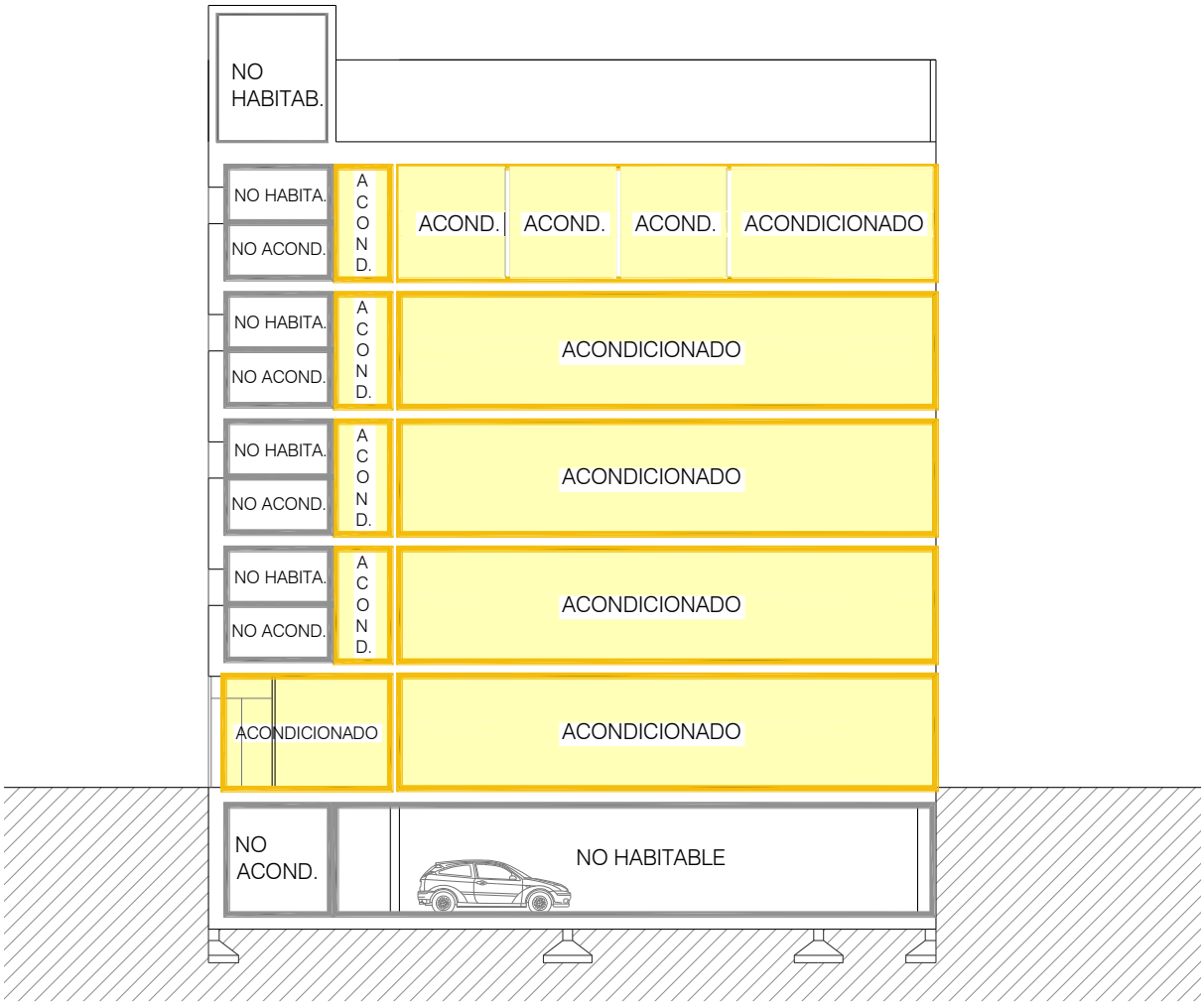
Como ya hemos dicho, el uso previsto es el administrativo destinado a oficinas en régimen de alquiler. Todos los aspectos funcionales de los espacios necesarios para desarrollar esta actividad también se describen más adelante en el texto, caracterizando de manera detallada su perfil de uso.

El objetivo de este *Ejemplo 4 Edificio de oficinas (volumen V de la serie)* es, como siempre, el estudio del cumplimiento de los diferentes indicadores, condiciones, valores límite y procedimientos en cada una de las exigencias, partiendo de la configuración teórica que se establece para este proyecto. En algunos apartados se hará referencia al estudio de variantes y alternativas posibles que se han desarrollado en profundidad en los tres ejemplos anteriores: *"Ejemplo 0, Vivienda Unifamiliar Mínima" (Volumen I), "Ejemplo 1, vivienda unifamiliar adosada" (Volumen II), Ejemplo 2 Vivienda colectiva en altura (Volumen III) y el Ejemplo 3 local en bajo comercial (Volumen IV).*

Al igual que en los ejemplos anteriores, el modelo de estudio de este caso de edificio terciario ha sido reproducido en la HERRAMIENTA UNIFICADA LIDER CALENER (HULC[1]) y nos servimos de los resultados obtenidos en diferentes apartados de esta ficha. La versión utilizada de la Herramienta Unificada para verificación del DB-HE 2019 es la *2546.1182 de 21 de abril de 2026*.

La aplicación normativa y la justificación del cumplimiento de cada sección se ha hecho recogiendo las modificaciones del CTE DB HE Ahorro de energía, publicadas el 22 de diciembre de 2023.

[1] En el capítulo de Ayudas de este documento, figura un apartado completo de recomendaciones y criterios generales de aplicación para el levantamiento del modelo en la HERRAMIENTA UNIFICADA LIDER-CALENER (HULC)



Esquema en sección (sección trasversal) en el que se indica el tipo de espacios que componen el edificio.
Las zonas comunes y espacios de distribución se han definido como espacios ACONDICIONADOS.

DAT

A. DATOS GENERALES Y PROGRAMA FUNCIONAL

1. Información general
2. Programa funcional

A continuación, se detallan los datos de contorno necesarios para realizar la comprobación del cumplimiento de las diferentes exigencias de cada sección. También son los que se han utilizado para levantar el modelo del edificio en la Herramienta Unificada Lider-Calener (HULC).

INFO GENERAL

1. Información general

En el siguiente cuadro se especifican los datos referidos a su ubicación, tipo de proyecto, alcance de la intervención, etc.

1. Tipo de proyecto o intervención *HE 1. 1 ámbito de aplicación*	Obra nueva	2. Uso	Edificio terciario. Oficinas				
3. Localidad	Madrid	4. Altitud de proyecto (msnm)	740	5. Zona climática *Tabla a-Anejo B*	D3		
1. Tipo de edificio	Edificio exento en manzana abierta						

En cuanto al "tipo de proyecto" que condicionará el alcance del cumplimiento de cada exigencia, se ha considerado que se trata de un "edificio de nueva planta".

Por otra parte, y, siguiendo con el criterio de mantener una variedad climática en los diferentes casos de estudio, se ha optado por situar el edificio, en la ciudad de Madrid, en concreto en su zona norte, con una altitud de proyecto de 740 m.s.n.m., es decir, en un clima normativo "D3". Se trata de un clima bastante exigente tanto en invierno como en verano. Esta situación, hace que, en ocasiones, resulten contradictorias las medidas que se adoptan en cada uno de los dos escenarios y se requiere de acciones con un carácter más estacional o personalizables para cada estación.

Tal y como se señalaba en todos ejemplos anteriores de esta guía, se trata también de una localización y proyecto virtuales, con el fin de valorar las exigencias normativas actuales para esa actividad en ese clima concreto. Debemos recordar nuevamente, que es muy probable que el proyecto no satisfaga otros aspectos relevantes, como son su aspecto formal y estético, las técnicas constructivas empleadas, etc. Tampoco se ha hecho una consideración económica estricta de las soluciones propuestas, aunque si se ha intentado acercar los niveles de aislamiento, calidad de carpinterías y sistemas de acondicionamiento a un cumplimiento ajustado de la norma. Se ha mantenido también para este caso, a la hora de componer el modelo, la intención de priorizar, sobre cualquier otra consideración, los aspectos que facilitan una mejor comprensión de los procedimientos normativos. En este sentido, se ha

buscado en este número una mayor simplicidad formal del modelo y así poder poner el foco en otros aspectos relevantes que caracterizan este tipo de edificios.

PROGR

2. Programa funcional

Como ya se ha dicho, el edificio que vamos a estudiar se organiza en seis plantas, una bajo rasante, sin fachadas exteriores (salvo los accesos) y cinco plantas sobre rasante, planta baja donde se sitúa el acceso, 3 plantas idénticas en su distribución (planta primera, segunda y tercera), planta cuarta con un programa diferente y la cubierta azotea como remate del edificio.

El programa funcional del edificio es el siguiente:

- P01. Planta sótano. Planta soterrada de uso garaje y cuartos técnicos de servicio para el edificio. Su programa es el siguiente:
  - Vestíbulo de acceso y distribuidor de planta, huella de escalera y 2 ascensores.
  - 3 cuartos técnicos con uso sin definir.
  - 14 plazas de aparcamiento dos de ellas accesibles.
  - Dos accesos rodados, uno de ellos de entrada y otro de salida. La calle de circulación interior es de sentido único.

- P02. Planta baja. Esta planta se sitúa en la cota de acceso desde la calle y consta de:
  - Acceso, mediante zaguán, desde el espacio exterior al vestíbulo interior. Cota ±0,00 m.
  - Vestíbulo con recepción de visitas.
  - Dos núcleos de aseos, uno por sexo.
  - Espacios ocupados por los elementos de comunicación vertical: ascensores (2) y escalera que conectan todas las plantas del edificio. Se incluyen en este núcleo varios patinillos técnicos.
  - Espacio diáfano para el uso principal previsto de oficina.

- P03. Planta tipo. Estas plantas se sitúan de la primera a la tercera (3 iguales) y constan de:
  - Vestíbulo distribuidor de planta.
  - Espacios ocupados por los elementos de comunicación vertical: ascensores (2) y escalera que conectan todas las plantas del edificio. Se incluyen en este núcleo varios patinillos técnicos.
  - Cuarto de servicio al uso principal de planta.
  - Dos núcleos de aseos, uno por sexo.
  - Espacio diáfano para el uso principal previsto administrativo (oficina).

- P04. Planta cuarta. Esta planta la última acondicionada del edificio consta de:
    - Vestíbulo distribuidor de planta.
    - Espacios ocupados por los elementos de comunicación vertical: ascensores (2) y escalera que conectan todas las plantas del edificio. Se incluyen en este núcleo varios patinillos técnicos.
    - Cuarto de servicio al uso principal de planta.
    - Dos núcleos de aseos, uno por sexo.
    - Espacio administrativo dividido en cuatro oficinas con despachos independientes.
    - Dos salas de reuniones para uso compartido.

De cara a la simulación del modelo, cada planta se ha organizado en diferentes espacios pensando en la simplificación necesaria para su levantamiento en la HERRAMIENTA UNIFICADA LIDER CALENER. El criterio empleado ha sido, en lo posible, reducir el número de espacios y simplificar su geometría eliminando salientes y entalladuras de menos de 20 cm. Se han agrupado en un mismo espacio los locales con un comportamiento homogéneo y con los mismos sistemas de acondicionamiento. Se segregan los espacios no habitables de cada planta.

Dado que en este modelo se repiten 3 plantas exactamente iguales se ha decidido hacer uso de la opción de multiplicador de planta de la que dispone HULC. Esta opción del programa no modela ni representa gráficamente cada una de las plantas multiplicadas y se limita a multiplicar los resultados de la planta múltiple por el valor de multiplicación. No obstante, a la hora de levantar el modelo de HULC y tal como se explica en el correspondiente capítulo de AYUDAS de esta guía, la última actualización de HULC, para conseguir un correcto funcionamiento de los multiplicadores y del cálculo de los puentes térmicos de frente de forjado, hace necesario definir al menos dos plantas sobre rasante antes de introducir una planta con multiplicadores. De esta forma, el modelo de HULC de nuestro edificio, tendrá que definir de manera independiente la planta baja y la planta primera para después introducir la planta segunda con un multiplicador de 2, recogiendo el comportamiento acumulado de la planta segunda y tercera. Por último, se definirá la última planta, planta cuarta.

El resumen de la configuración empleada tal y como se va a introducir en HULC, es la siguiente:

P01. SÓTANO. Garaje y cuartos técnicos
- P01 E01. Espacio NO HABITABLE correspondiente al garaje, zona de aparcamiento y cuartos técnicos. Dentro de la envolvente térmica.
- P01 E02. Espacio NO ACONDICIONADO dentro de la envolvente térmica correspondiente al núcleo de escaleras.

P02. PLANTA BAJA. Acceso y espacio de trabajo
- P02 E01. Espacio acondicionado correspondiente al aseo de planta de acceso. Dentro de la envolvente térmica.
- P02 E02. Espacio NO ACONDICIONADO dentro de la envolvente térmica correspondiente al núcleo de escaleras.
- P02 E03. Espacio NO HABITABLE y dentro de la envolvente térmica correspondiente a patinillo de instalaciones. También se encuentra dentro de la envolvente térmica.

- P02 E04. Espacio NO HABITABLE y dentro de la envolvente térmica correspondiente al núcleo de ascensor. También se encuentra dentro de la envolvente térmica.
- P02 E05. Espacio acondicionado correspondiente al aseo accesible. Dentro de la envolvente térmica.
- P02 E06. Espacio acondicionado correspondiente al vestíbulo de acceso del edificio. Dentro de la envolvente térmica.
- P02 E07. Espacio acondicionado correspondiente a sala de oficina y trabajo. Dentro de la envolvente térmica.

P03. PLANTA PRIMERA. Zonas comunes y espacio de trabajo

- P03 E01. Espacio acondicionado correspondiente al aseo accesible. Dentro de la envolvente térmica.
- P03 E02. Espacio acondicionado correspondiente a sala de oficina y trabajo. Dentro de la envolvente térmica.
- P03 E03. Espacio acondicionado correspondiente al aseo accesible. Dentro de la envolvente térmica.
- P03 E04. Espacio acondicionado correspondiente al distribuidor de planta. Dentro de la envolvente térmica.
- P03 E05. Espacio NO HABITABLE y dentro de la envolvente térmica correspondiente al núcleo de ascensor. También se encuentra dentro de la envolvente térmica.
- P03 E06. Espacio NO ACONDICIONADO dentro de la envolvente térmica correspondiente al núcleo de escaleras.
- P03 E07. Espacio NO HABITABLE y dentro de la envolvente térmica correspondiente a patinillo de instalaciones. También se encuentra dentro de la envolvente térmica.

P04. PLANTA TIPO (2 Plantas iguales, multiplicador: 2). Zonas comunes y espacio de trabajo

- P04 E01. Espacio acondicionado correspondiente al aseo accesible. Dentro de la envolvente térmica.
- P04 E02. Espacio acondicionado correspondiente a sala de oficina y trabajo. Dentro de la envolvente térmica.
- P04 E03. Espacio acondicionado correspondiente al aseo accesible. Dentro de la envolvente térmica.
- P04 E04. Espacio acondicionado correspondiente al distribuidor de planta. Dentro de la envolvente térmica.
- P04 E05. Espacio NO HABITABLE y dentro de la envolvente térmica correspondiente al núcleo de ascensor. También se encuentra dentro de la envolvente térmica.
- P04 E06. Espacio NO ACONDICIONADO dentro de la envolvente térmica correspondiente al núcleo de escaleras.
- P04 E07. Espacio NO HABITABLE y dentro de la envolvente térmica correspondiente a patinillo de instalaciones. También se encuentra dentro de la envolvente térmica.

P05. PLANTA CUARTA. Zonas comunes y espacios de trabajo.

- P05 E01. Espacio acondicionado correspondiente al aseo accesible. Dentro de la envolvente térmica.
- P05 E02. Espacio acondicionado correspondiente al aseo accesible. Dentro de la envolvente térmica.
- P05 E03. Espacio acondicionado correspondiente al distribuidor de planta. Dentro de la envolvente térmica.

- P054 E04. Espacio NO HABITABLE y dentro de la envolvente térmica correspondiente al núcleo de **ascensor**. También se encuentra dentro de la envolvente térmica.
- P05 E05. Espacio NO ACONDICIONADO dentro de la envolvente térmica correspondiente al núcleo de **escaleras**.
- P05 E06. Espacio acondicionado correspondiente al **hall zona común de los despachos de la planta**. Dentro de la envolvente térmica.
- P05 E07. Espacio acondicionado correspondiente a la **zona de despachos 1**. Dentro de la envolvente térmica.
- P05 E08. Espacio acondicionado correspondiente a las **Salas de reuniones**. Dentro de la envolvente térmica.
- P05 E09. Espacio acondicionado correspondiente a la **zona de despachos 2**. Dentro de la envolvente térmica.
- P05 E10. Espacio NO HABITABLE y considerado dentro de la envolvente térmica correspondiente a **patinillo de instalaciones**. También se encuentra dentro de la envolvente térmica.

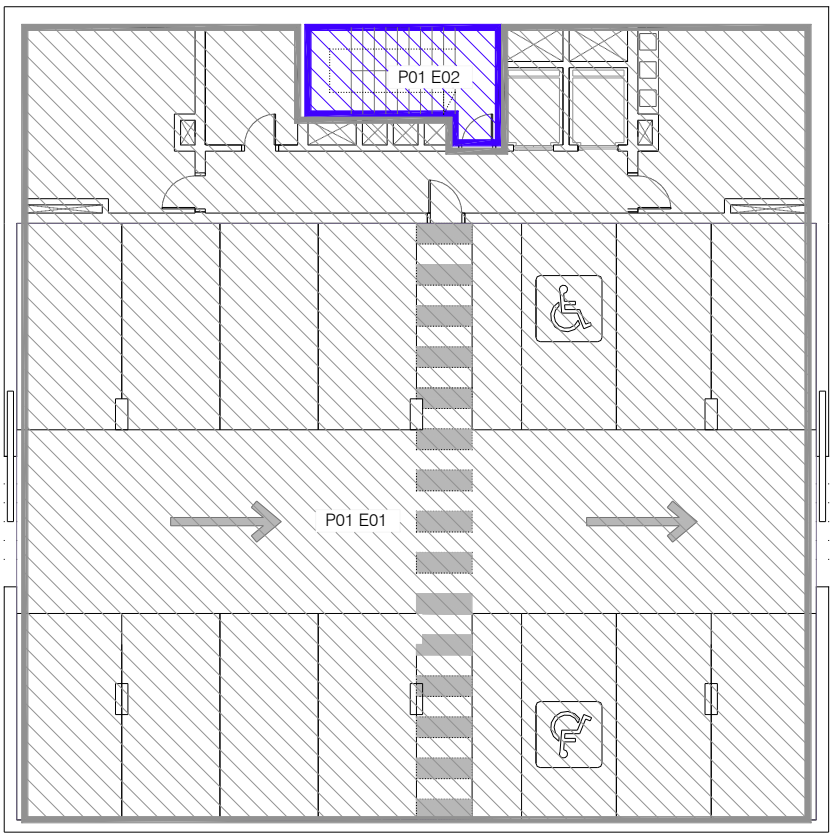
P06. PLANTA DE ACCESO CUBIERTA. Núcleo de comunicación vertical

- P05 E01. Espacio NO HABITABLE correspondiente al **núcleo de comunicación vertical y acceso a cubierta**. Se encuentra excluido de la envolvente térmica.

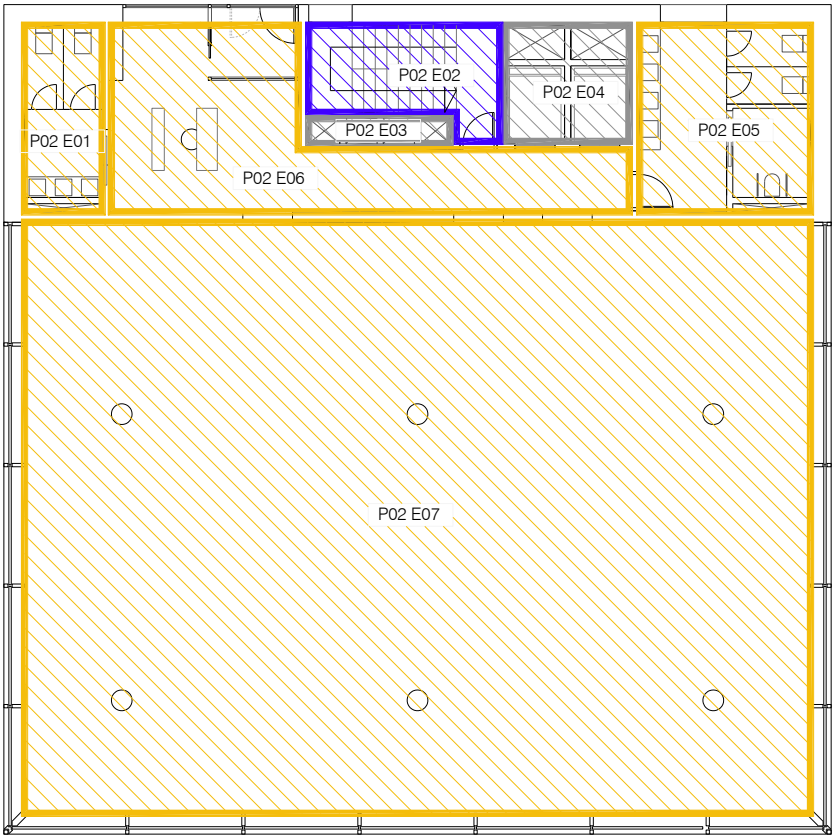
RESUMEN DE ESPACIOS POR PLANTA

Planta	ESPACIOS	USO	Tipo de espacio	Superficie No habitable (m^2)	Superficie útil acondicionada (m^2)	Superficie útil No acondicionada (m^2)	Superficie total construida (m^2)	Altura de espacios (m)	Volumen total construido (m^3)
P01. SÓTANO. Garaje y cuartos técnicos									
	P01 E01	Aparcamiento/cuart. técnicos	No Habitable	349,61			349,61	3,50	1.223,64
	P01 E02	Escaleras	No acondicionado			11,38	11,38	3,50	39,83
Totales de planta				**349,61**	**-**	**11,38**	**360,99**		**1.263,47**
P02 PLANTA ACCESO. Vestíbulo de acceso, aseos y zona de oficina y trabajo									
	P02 E01	Aseo de planta	Acondicionado		8,69		8,69	3,50	30,42
	P02 E02	Escaleras	No acondicionado			11,38	11,38	3,50	39,83
	P02 E03	Patinillos	No Habitable	2,71			2,71	3,50	9,49
	P02 E04	Ascensor	No Habitable	9,31			9,31	3,50	32,59
	P02 E05	Aseo accesible 1	Acondicionado		19,67		19,67	3,50	68,85
	P02 E06	Vestíbulo zona de acceso	Acondicionado		36,11		36,11	3,50	126,37
	P02 E07	Zona oficina	Acondicionado		273,13		273,13	3,50	955,94
Totales de planta				**12,02**	**337,59**	**11,38**	**360,99**		**1.263,47**
P03 PLANTA PRIMERA. Zonas comunes y zona de oficina y trabajo									
	P03 E01	Aseo accesible 1	Acondicionado		19,67		19,67	3,50	68,85
	P03 E02	Zona oficina	Acondicionado		273,13		273,13	3,50	955,94
	P03 E03	Aseo accesible 2	Acondicionado		19,67		19,67	3,50	68,85
	P03 E04	Distribuidor	Acondicionado		25,12		25,12	3,50	87,92
	P03 E05	Ascensor	No Habitable	9,31				3,50	32,59
	P03 E06	Escaleras	No acondicionado			11,38	11,38	3,50	39,83
	P03 E07	Patinillos	No Habitable	2,71			2,71	3,50	9,49
Totales de planta				**12,02**	**337,59**	**11,38**	**351,68**		**1.263,45**
P04 PLANTA TIPO. Zonas comunes y zona de oficina y trabajo									
	P04 E01	Aseo accesible 1	Acondicionado		19,67		19,67	3,50	68,85
	P04 E02	Zona oficina	Acondicionado		273,13		273,13	3,50	955,94
	P04 E03	Aseo accesible 2	Acondicionado		19,67		19,67	3,50	68,85
	P04 E04	Distribuidor	Acondicionado		25,12		25,12	3,50	87,92
	P04 E05	Ascensor	No Habitable	9,31				3,50	32,59
	P04 E06	Escaleras	No acondicionado			11,38	11,38	3,50	39,83
	P04 E07	Patinillos	No Habitable	2,71			2,71	3,50	9,49
Totales de planta				12,02	337,59	11,38	351,68		1.263,45
Totales de planta tipo (2 iguales)			**2**	**24,04**	**675,17**	**22,76**	**703,35**		**2.526,90**
P05 PLANTA CUARTA. Zonas comunes y zona de oficina y trabajo									
	P05 E01	Aseo accesible 1	Acondicionado		19,67		19,67	3,75	73,76
	P05 E02	Aseo accesible 2	Acondicionado		19,67		19,67	3,75	73,76
	P05 E03	Distribuidor	Acondicionado		25,12		25,12	3,75	94,20
	P05 E04	Ascensor	No Habitable	9,31			9,31	3,75	34,91
	P05 E05	Escaleras	No acondicionado			11,38	11,38	3,75	42,68
	P05 E06	Hall zona oficinas	Acondicionado		43,92		43,92	3,75	164,70
	P05 E07	Despachos 1	Acondicionado		91,32		91,32	3,75	342,45
	P05 E08	Sala de reuniones	Acondicionado		46,56		46,56	3,75	174,60
	P05 E09	Despachos 2	Acondicionado		91,32		91,32	3,75	342,45
	P05 E10	Patinillos	No Habitable	2,71			2,71	3,75	10,16
Totales de planta				**12,02**	**337,58**	**11,38**	**360,98**		**1.353,68**
P06 PLANTA DE ACCESO A CUBIERTA. Núcleo de comunicación vertical									
	P06 E01	Salida a cubierta	No Habitable	23,41			23,41	3,75	87,79
Totales de planta				**23,41**	**-**	**-**	**23,41**		**87,79**
TOTALES DEL EDIFICIO				**433,12**	**1.687,93**	**68,28**	**2.161,40**		**7.758,74**

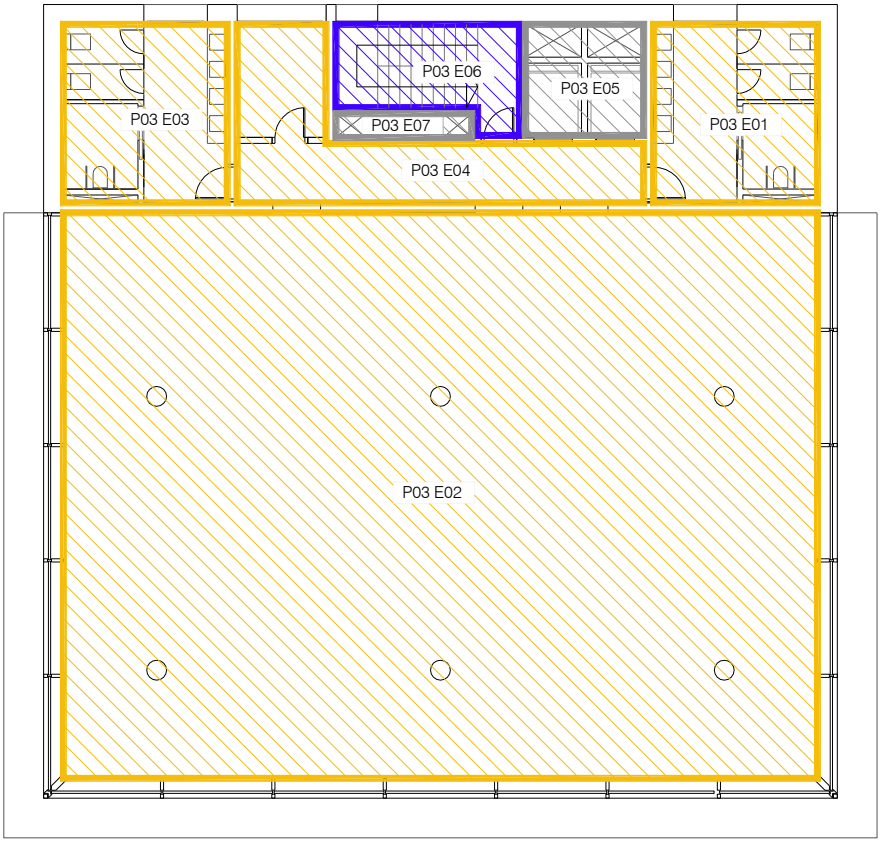
En los siguientes esquemas en planta, se describe gráficamente la localización y delimitación de cada uno de los espacios definidos en cada planta diferente del edificio de oficinas.



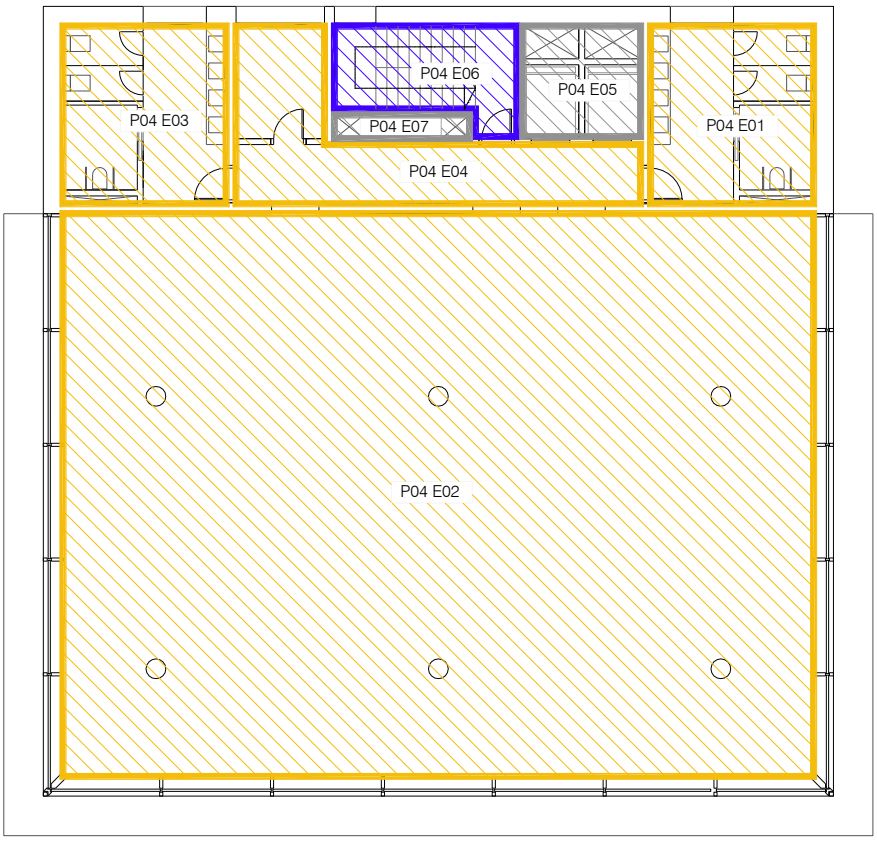
Reparto de espacios empleados en HULC. Planta sótano P01.



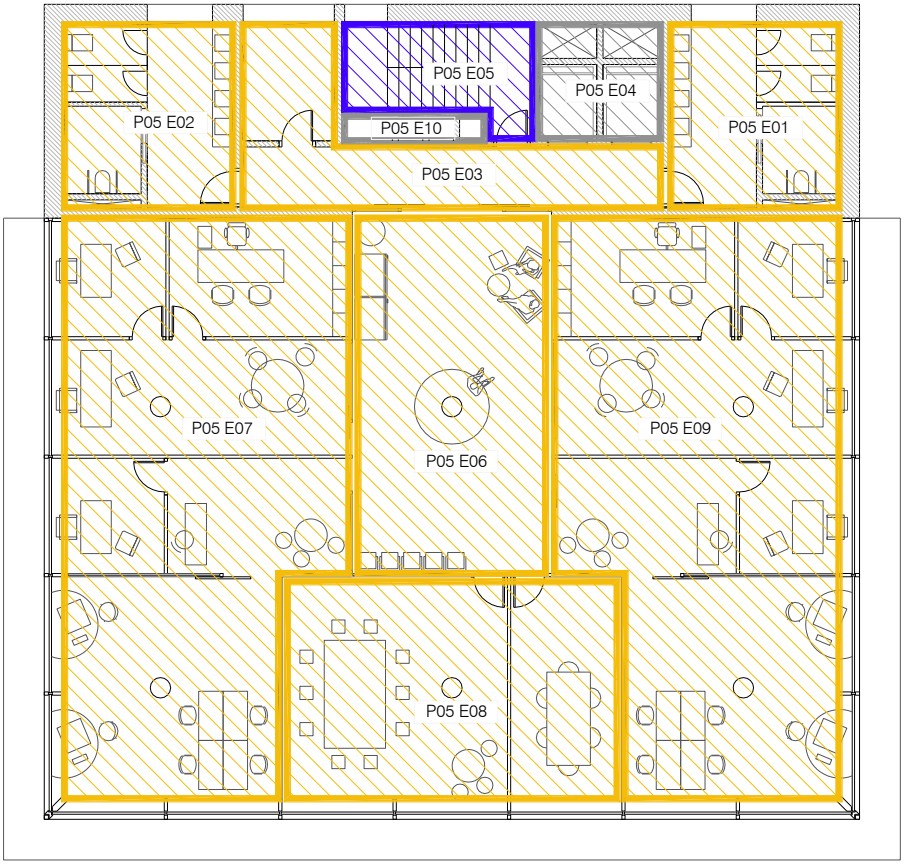
Reparto de espacios empleados en HULC. Planta Baja de acceso P02.



Reparto de espacios empleados en HULC. Planta primera P03.



Reparto de espacios empleados en HULC. Planta tipo P04.



Reparto de espacios empleados en HULC. Planta P05.

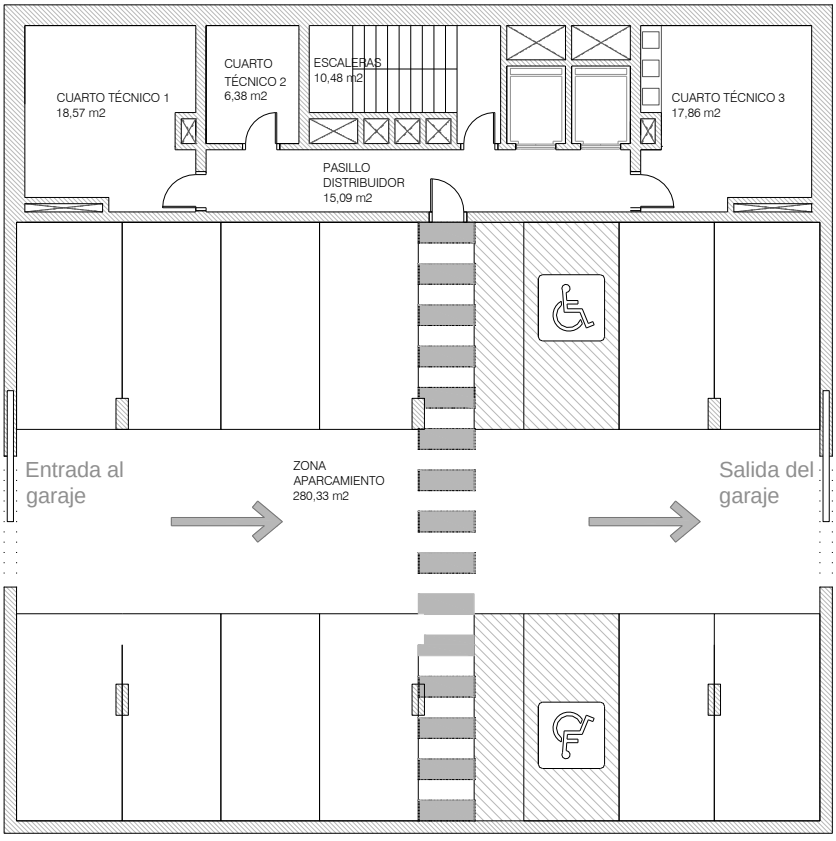
ARQ

B. ARQUITECTURA Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

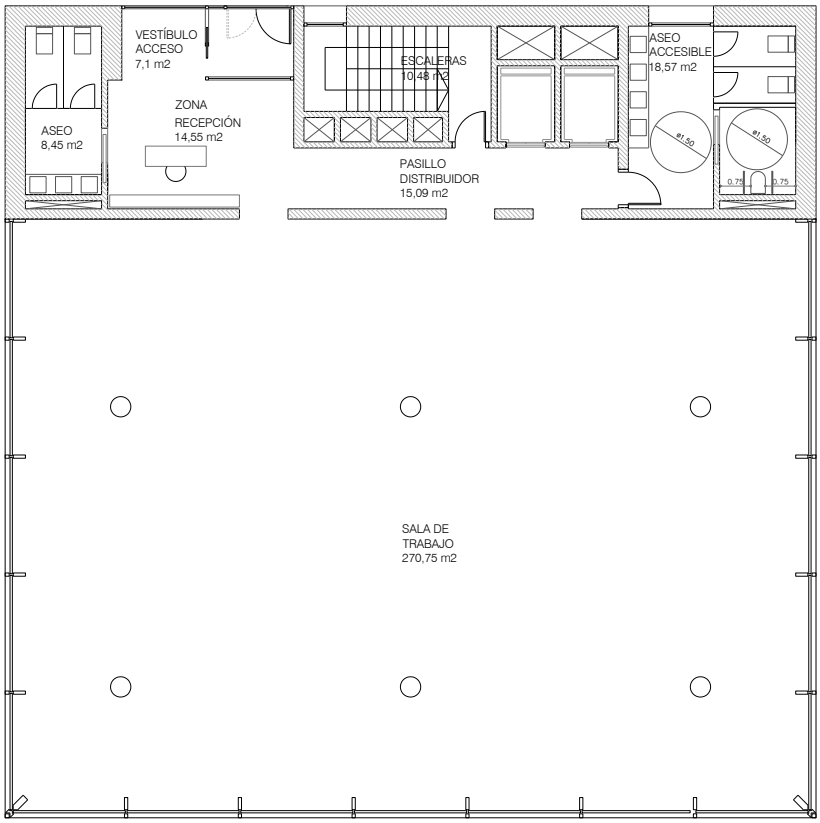
1. Planos: Situación y orientación. Plantas. Secciones. Alzados
2. Imágenes. Volumetría

PLANOS

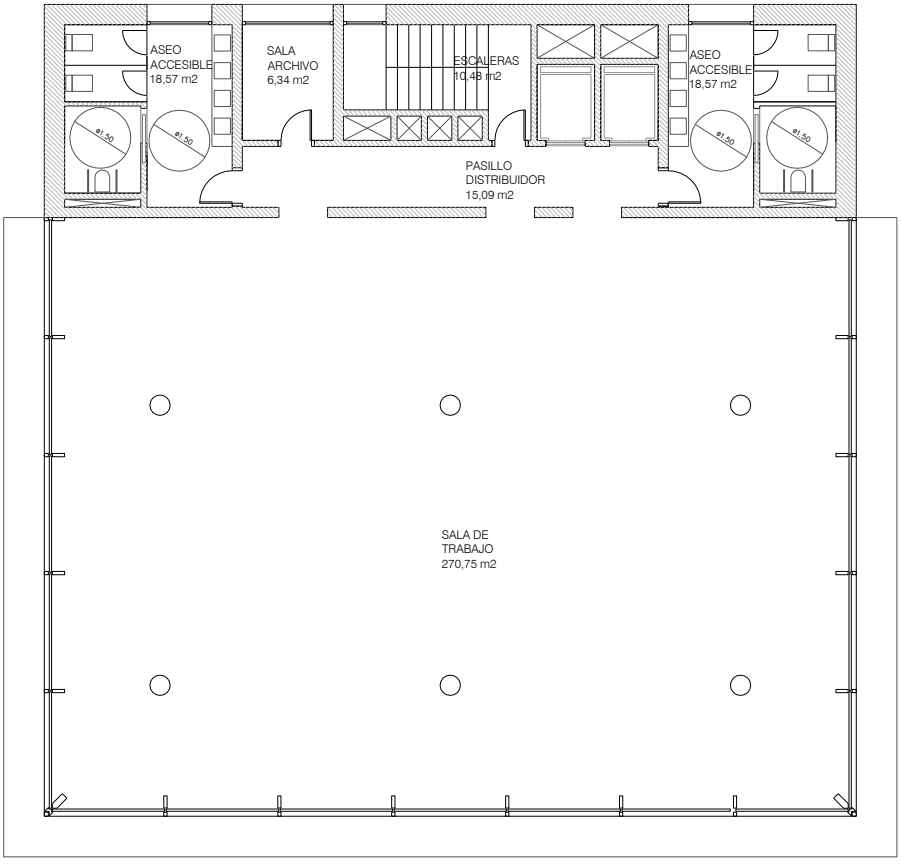
1. Planos: Situación y orientación. Plantas. Secciones. Alzados



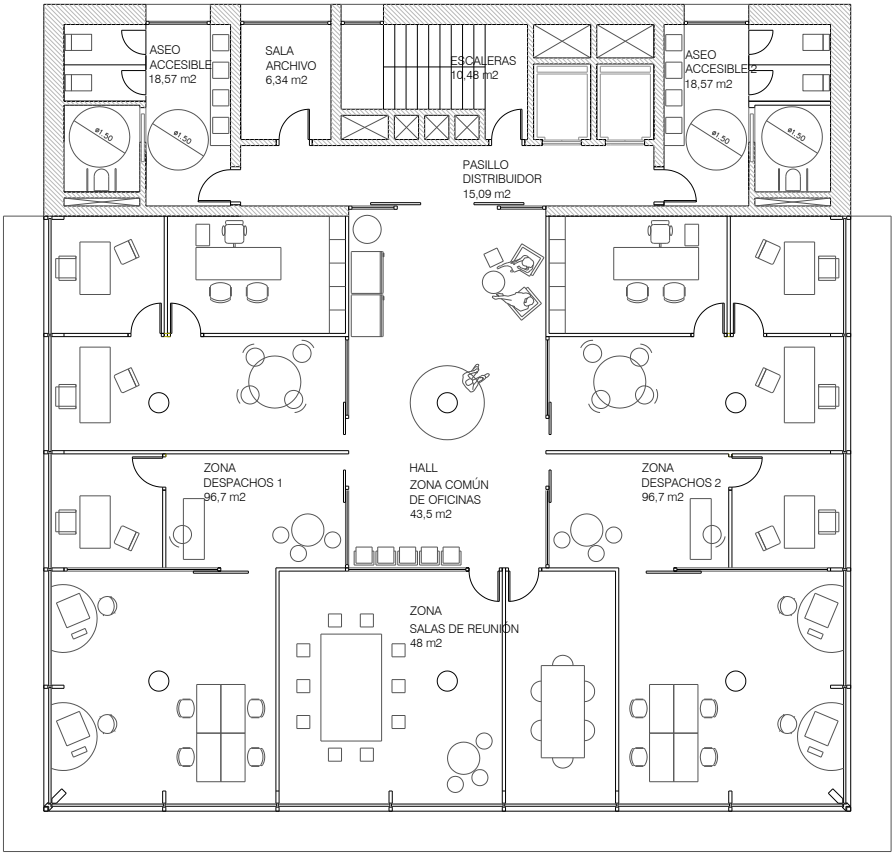
Planta sótano (orientada) dedicada a garaje y cuartos técnicos del edificio



Planta baja de acceso (orientada) dedicada a vestíbulo y zona de oficina y trabajo



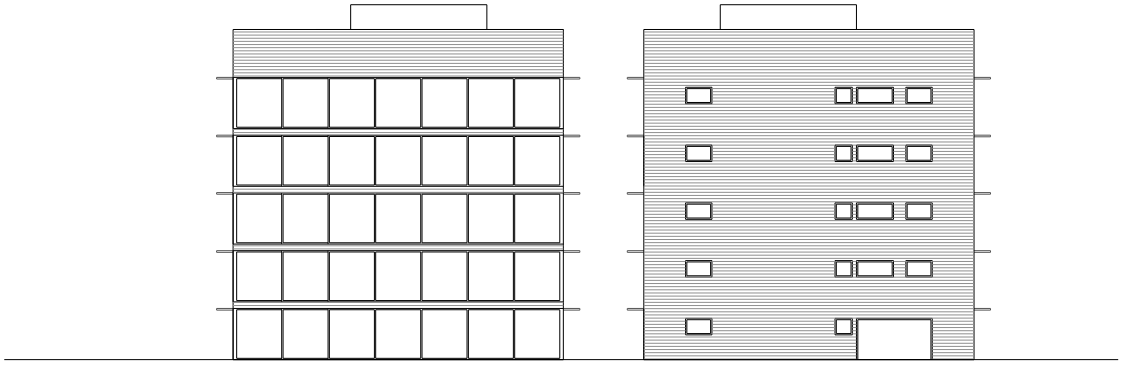
Planta tipo (orientada) plantas 1, 2 y 3 dedicadas a distribución y servicio y zona diáfana de oficina y trabajo



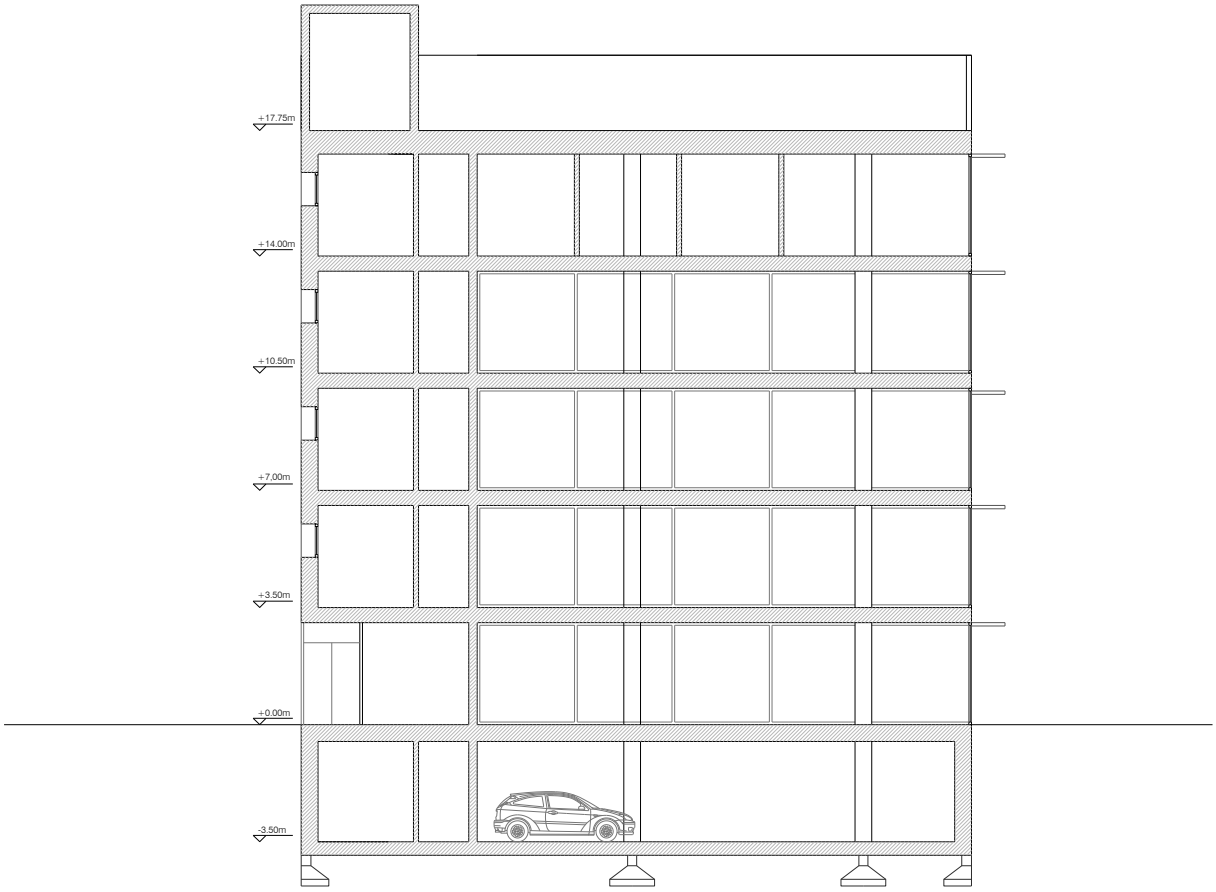
Planta 4 (orientada) dedicadas a despachos y salas de reuniones



Alzado este / Alzado oeste del edificio



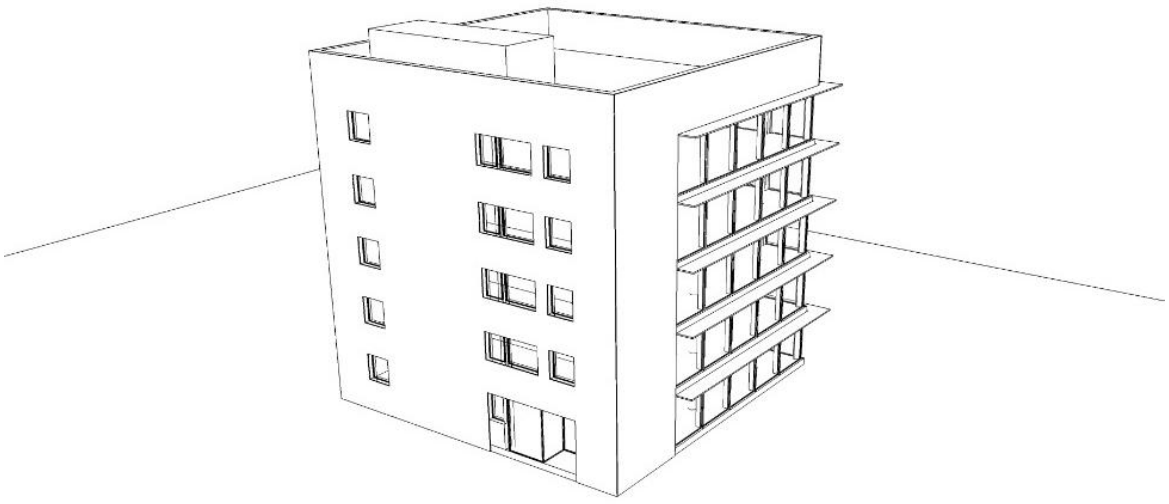
Alzado sur / Alzado norte del edificio

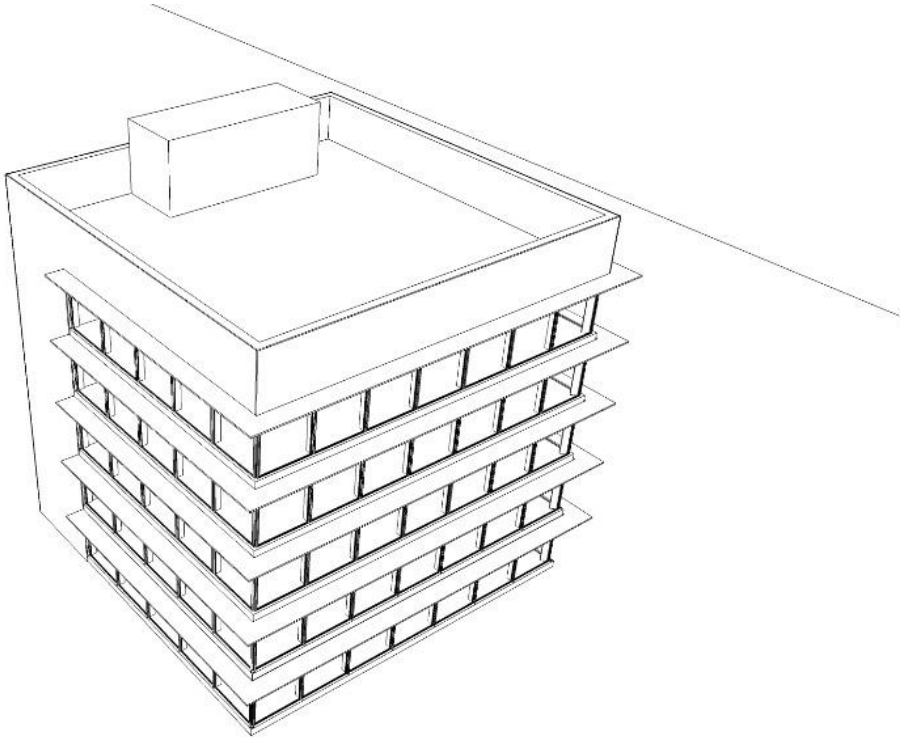


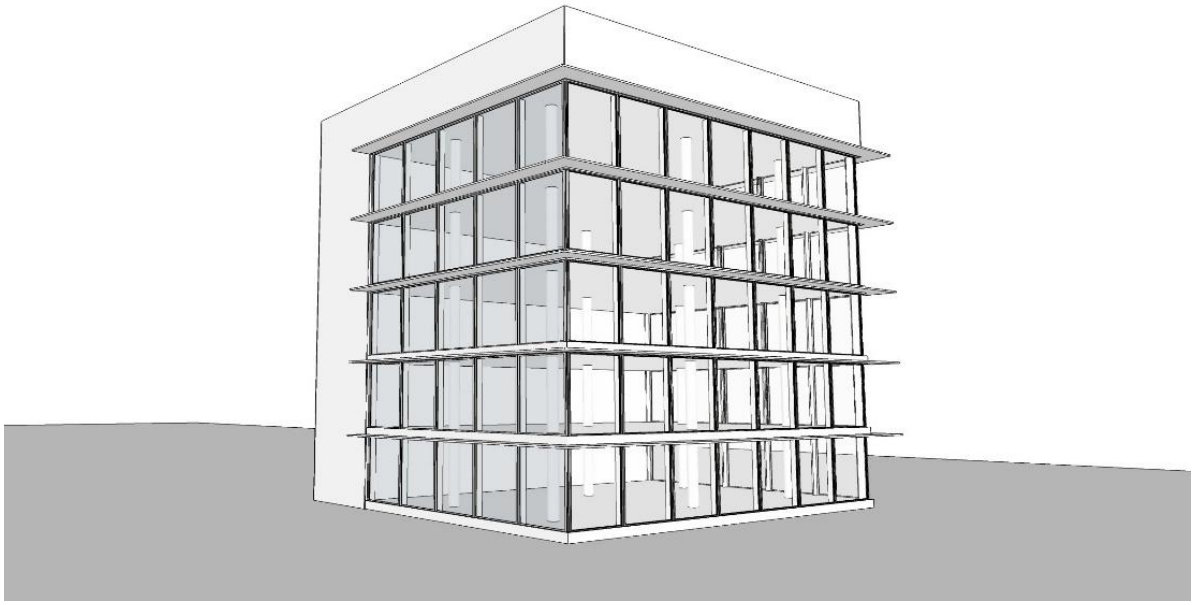
Sección trasversal del edificio

IMAGEN

2. Imagen. Volumetría







CONST

C. DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA

1. Composición de los cerramientos. Opacos y huecos
2. Modelo de puentes térmicos empleados según catálogo DA DB-HE / 3

En los siguientes apartados se describen y caracterizan todos los cerramientos que componen la envolvente y particiones del edificio. Así mismo, se ordenan las soluciones de puentes térmicos empleados tomando como referencia el catálogo de soluciones que figura en el documento de ayuda *DA DB-HE / 3 Puentes térmicos*. Esta relación de soluciones constructivas es la misma que se empleará en el levantamiento del modelo con la Herramienta Unificada Lider-Calener.

CERR

1. Composición de los cerramientos. Opacos y huecos

Constructivamente, el edificio se organiza mediante estructura de hormigón y muros exteriores con dos soluciones diferentes:

- En la parte opaca, fachada norte, parcialmente en la este y oeste y frentes de forjado de todas las plantas, mediante fachada de hormigón. En estas fachadas se aplicará una solución de doble hoja de paneles prefabricados con acabado fenólico tanto al interior como al exterior. Sobre la estructura portante del edificio se fija la perfilería que soporta la hoja de acabado exterior. La hoja interior, autoportante, se fija también mediante perfilería metálica entre forjados. En el modelo se ha simplificado el acabado interior ciego, siendo el mismo en todo el edificio.

- El resto de la envolvente exterior la constituye un muro cortina confinado entre forjados. Este muro cortina consta de la perfilería propia de la carpintería que soporta los vidrios, así como de la subestructura soporte del sistema anclada entre forjados.

- En relación con la configuración de la fachada, el edificio dispone de elementos horizontales en voladizo asociados al muro cortina de las zonas de trabajo de las distintas plantas. Estos elementos cumplen una función múltiple dentro de la solución arquitectónica adoptada: por un lado, actúan como dispositivos de protección solar, reduciendo la incidencia directa de la radiación sobre los cerramientos acristalados; por otro, permiten el mantenimiento y la limpieza exterior del propio muro cortina mediante pasarelas accesibles. Adicionalmente, aunque en el caso analizado no resulte estrictamente necesario desde el punto de vista reglamentario, al no superar el edificio los 2.500 m² construidos ni plantearse una sectorización independiente por plantas, dichos voladizos presentan una dimensión suficiente para contribuir a la separación vertical entre posibles sectores de incendio. En este sentido, su desarrollo horizontal alcanza 1,00 m, dimensión compatible con la distancia mínima exigida por el DB-SI para limitar la propagación vertical del fuego entre sectores superpuestos, siempre que dichos elementos se ejecuten con las condiciones de resistencia al fuego que resultasen exigibles en caso de sectorización.

El procedimiento de cálculo detallado de las transmitancias de cada cerramiento se puede consultar en el *DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. Las transmitancias reflejadas incluyen las resistencias superficiales del aire (R_{se} y R_{si}). En la sección de ayudas del volumen (I) *"Ejemplo 0, Vivienda unifamiliar mínima"* de esta guía se aplica dicho cálculo para varios ejemplos de cerramientos.

Respecto a la corrección de los valores de transmitancia atendiendo al contacto de cada cerramiento en su cara exterior, se puede seguir el procedimiento (*DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente)* en los casos referidos a cerramientos en contacto con el exterior o con el terreno.

Para los casos de cerramientos pertenecientes a la envolvente térmica y que están en contacto con espacios adyacentes, se pueden aplicar los siguientes criterios:

- Si el espacio adyacente se encuentra en las mismas condiciones de acondicionado en el horario de funcionamiento de la actividad del local interior de nuestra envolvente, consideraremos la separación entre ambos como medianera adiabática, es decir, en equilibrio térmico y sin flujo de calor entre ambos espacios. En nuestro ejemplo, al tratarse de un edificio exento no tenemos ningún cerramiento en esta situación.

- Para el caso de las medianeras pertenecientes a la envolvente térmica que separan espacios HABITABLES y los adyacentes NO HABITABLES se puede aplicar la metodología definida para estos casos en el *DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. No obstante, en la *Guía de Aplicación DB HE 2019 (versión 22 diciembre 2023)*, y en relación con la modelización de espacios adyacentes a la envolvente térmica, se desarrolla una nueva metodología de cálculo adaptada a la UNE EN ISO 6946:2021. Se recomienda consultar dentro de la citada guía el punto *4.9 Modelización de espacios adyacentes a la envolvente térmica* dentro del apartado *HE1 CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.* En el ejemplo anterior de esta guía en el número *"Ejemplos (IV) Local comercial"* se desarrolla el cálculo completo para varios cerramientos aplicando esta metodología.

En este ejemplo de edificio de oficinas, hemos optado por dejar fuera de la envolvente térmica el torreón de cubierta que remata el núcleo de comunicación vertical del edificio. El forjado que delimita el espacio interior y exterior de la envolvente en ese punto pertenece al caso de las medianeras entre los espacios HABITABLES de la escalera y los locales adyacentes NO HABITABLES del torreón de cubierta. Como hemos dicho, para este caso, se puede aplicar la metodología definida para estos casos en el *DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente* o bien la *Guía de Aplicación DB HE 2019 (versión 22 diciembre 2023).* En nuestro caso, además, como hemos simulado el edificio de manera completa, HULC realiza directamente la corrección de la transmitancia de este cerramiento. La transmitancia original de ese forjado es de 0,70 W/m²K, una vez corregido su valor pasa a ser de 0,54 W/m²K.

En efecto, esta situación además es crucial en nuestro ejemplo desde el punto de vista del cumplimiento de *Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica, Ulim [W/m²K].*

TIPO DE CERRAMIENTO	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (US, UM)	0,8	0,7	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (UC)	0,55	0,5	0,44	0,4	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (UT) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (UMD)	0,9	0,8	0,75	0,7	0,65	0,59
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (UH)*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,8
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%			5,7			

El valor de transmitancia del forjado que define la cubierta, pero que como elemento separador con el torreón constructivamente perdería los elementos de aislamiento que configuran la cubierta en el resto de su superficie, previsiblemente podría tener la misma composición que un forjado intermedio. En ese caso su transmitancia sería como hemos dicho de 0,70 W/m²K quedando fuera del cumplimiento de los valores límite de la *Tabla 3.1.1.a* para ese tipo de cerramiento y zona climática. No obstante, esta transmitancia corregida para su situación real, con un valor de **0,54 W/m²K** sí se encuentra por debajo de los valores límite establecidos.

Por otra parte, en nuestro ejemplo, y respecto a las particiones interiores que delimitan unidades del mismo uso, de distinto uso y de separación con zonas comunes, tenemos los siguientes casos:

- Separación entre elementos de diferente uso. Este es el caso del forjado que separa la planta baja, de uso administrativo, con el sótano de uso garaje e instalaciones.
- Particiones que en cada planta separan los usos administrativos (acondicionados) con las zonas comunes de planta, (no acondicionados y/o no habitables).

Recordemos que el edificio se ha considerado de una única propiedad y uso principal, el administrativo.

En efecto, en la *Guía de Aplicación DB HE 2019 (versión junio de 2022)*, en el punto *4.9 Modelización de espacios adyacentes a la envolvente térmica* dentro del apartado *HE1 CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA,* en el apartado, que se ocupa del caso de" otros espacios" distintos a los bajo cubierta, se encuadran las variantes de nuestro ejemplo y se procede de la siguiente forma:

> *El espacio adyacente se modela como si se tratara de una capa homogénea adicional con una resistencia térmica R_u obtenido mediante la siguiente fórmula:*
>
> $$R_u = \frac{A_i}{\sum_k (A_{e;k} \cdot U_{e;k}) + 0{,}33 \cdot n \cdot V}$$
>
> *Donde,*
>
> R_u*: es la resistencia térmica del espacio no acondicionado, en m²K/W*
>
> A_i*: es la superficie total de todos los elementos entre el ambiente interior y el espacio no acondicionado, en m²*
>
> $A_{e;k}$*: es la superficie del elemento k entre el espacio no acondicionado y el ambiente exterior, en m²*
>
> $U_{e;k}$*: es la trasmitancia térmica del elemento k entre el espacio no acondicionado y el ambiente exterior, en W/m²K (se puede tomar 2 W/m²K por defecto o si no se conoce)*
>
> $0{,}33$*: es el valor de la capacidad térmica del aire, en Wh/m³K*
>
> n*: es la tasa de ventilación del espacio no acondicionado, en renovaciones de aire por hora (se puede tomar 3 ren/h por defecto o si no se conoce)*
>
> V*: es el volumen del espacio no acondicionado, en m³*

Como simplificación, y a efectos únicamente de este cálculo, hemos considerado que el conjunto de espacios no habitables y no acondicionados formados en cada planta por el núcleo de escaleras y ascensor y patinillos técnicos constituyen un único espacio. En consecuencia, su volumen y superficie de envolvente en contacto con el exterior se tomarán constantes en cada planta. Todo esto aun sabiendo que el acabado interior de un patinillo técnico no va a ser el mismo de, por ejemplo, la caja de escalera. Se toma esta simplificación para evitar una partición en múltiples componentes de estas medianeras que no aportaría mucho desde el punto de vista de los valores obtenidos y complica enormemente el

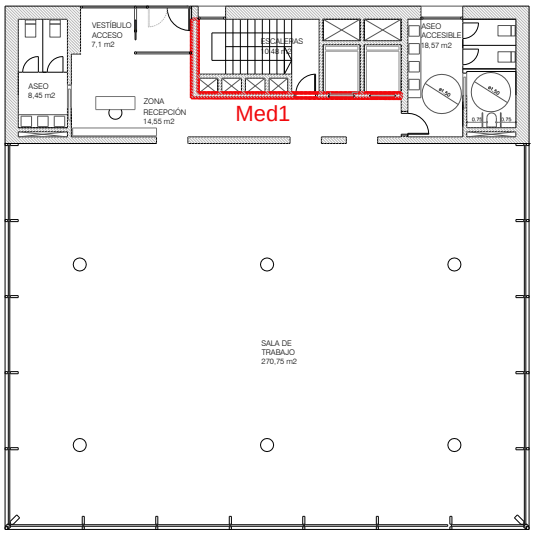
cálculo de cada elemento, que por otra parte ya ha sido abordado con ese detalle en números anteriores de esta guía.

Partición interior vertical entre vestíbulo-archivo-circulaciones con núcleo de comunicaciones y patinillos

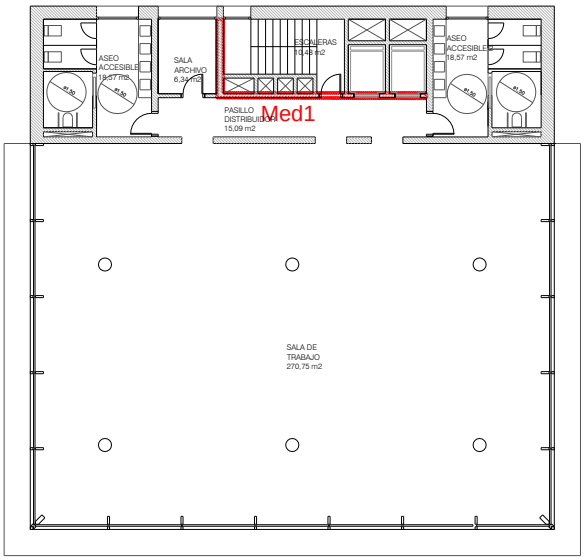
Gráficamente la medianera es la siguiente:

CERRAMIENTO Med1. Conecta usos administrativos (acondicionados) con las zonas comunes de planta, (no acondicionados y/o no habitables)

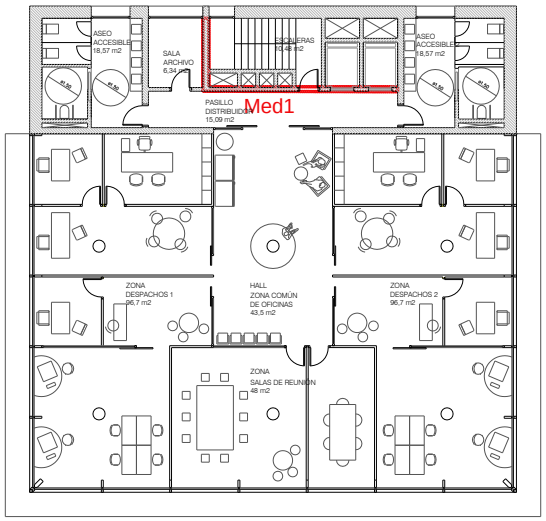
P02.PLANTA DE ACCESO (+0,00)



P03.PLANTA TIPO (+3,50)

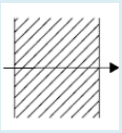


P04.PLANTA CUARTA (+14,00)



Med1
A_i= 35,10 m²
$A_{ek;}$= 24,40 m²
V= 66,67 m^3
U_{e}opacos;= 0,14 W/m²K
U_{e}huecos;= 0,70 W/m²K

Su transmitancia de partida, calculada aplicando el *DA DBHE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente* en su apartado *2.1.1 Cerramientos en contacto con el aire exterior* y tomando como resistencias superficiales los valores de la tabla 6. [m^2 K/ W] para particiones interiores, es la siguiente:

TRANSMITANCIA DEL CERRAMIENTO VERTICAL ENTRE VESTÍBULO-ARCHIVO-CIRCULACIONES CON NUCLEO DE COMUNICACIONES Y PATINILLOS								
Cerr.VERTICAL Flujo horizontal	R_{se} [m^2·K/W]	R_{si} [m^2·K/W]	CAPA	Descripción	e (m)	λ [W/mk]	R_T [m^2K/W]	U [W/m^2K]
	0,13	0,13	1	Panel de resina fenólica	0,015	0,3		0,3401
			2	Lana mineral	0,08	0,031		
			3	Panel de resina fenólica	0,015	0,3		
			4					
			5					
			6					
			7					
			8					

Sobre ese valor vamos a obtener la transmitancia corregida.

Aplicamos la expresión:

$$\mathbf{R_u} = \frac{A_i}{\sum_k (A_{e;k} \cdot U_{e;k}) + 0{,}33 \cdot n \cdot V}$$

Donde,

R_u*: es la resistencia térmica del espacio no acondicionado, en* m^2K/W

A_i*: es la superficie total de todos los elementos entre el ambiente interior y el espacio no acondicionado, en* m^2.

Considerando, como decíamos, tanto los espacios interiores como los espacios comunes como un solo espacio a cada lado de la medianera, la superficie de dicha medianera tiene una superficie total de **35,10 m²**.

$A_{e;k}$*: es la superficie del elemento k entre el espacio no acondicionado y el ambiente exterior, en* m^2

En este caso, la superficie de fachada perteneciente a los espacios que hemos agrupado como zonas comunes, tiene una superficie total de **24,4 m²**.

$U_{e;k}$*: es la transmitancia térmica del elemento k entre el espacio no acondicionado y el ambiente exterior, en* W/m^2K.

En nuestro caso se corresponde con la solución de "fachada" y su transmitancia es de **0,14 W/m²K**

0,33: es el valor de la capacidad térmica del aire, en Wh/m^3K

n: es la tasa de ventilación del espacio no acondicionado, en renovaciones de aire por hora (se puede tomar 3 ren/h por defecto o si no se conoce)

En este caso, tomaremos el valor por defecto de 3 ren/h.

V: es el volumen del espacio no acondicionado, en m^3

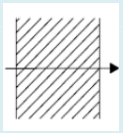
El volumen total del conjunto de zonas comunes es de **66,67 m³**

Trasladando todos estos valores a la expresión general obtenemos el valor de la resistencia térmica que aporta el espacio del núcleo de comunicaciones:

$$\mathbf{R_u} = \frac{A_i}{\sum_k (A_{e;k} \cdot U_{e;k}) + 0{,}33 \cdot n \cdot V} = \frac{35{,}10}{24{,}4 \cdot 0{,}14 + 0{,}33 \cdot 3 \cdot 66{,}67} = 0{,}478 \text{ m}^2\text{·K/W}$$

En consecuencia, incorporando esta capa "virtual" que supone la resistencia térmica equivalente del espacio no habitable/no acondicionado a la composición original del cerramiento, obtenemos que la transmitancia corregida es la siguiente:

TRANSMITANCIA CORREGIDA DEL CERRAMIENTO VERTICAL ENTRE VESTÍBULO-ARCHIVO-CIRCULACIONES CON NUCLEO DE COMUNICACIONES Y PATINILLOS

Cerr.VERTICAL Flujo horizontal	R_{se} [m^2·K/W]	R_{si} [m^2·K/W]
	0,13	0,13

CAPA	Descripción	e (m)	λ [W/mk]	R_T [m^2K/W]	U [W/m^2K]
1	Panel de resina fenólica	0,015	0,3		
2	Lana mineral	0,08	0,031		
3	Panel de resina fenólica	0,015	0,3		
8	R_U Resist. térmica local adyacente			0,478	0,2925
5					
6					
7					
8					

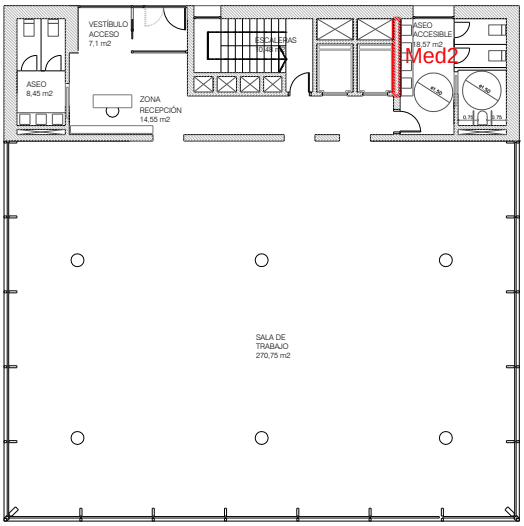
Este valor se incorpora a la ficha correspondiente de cada una de las soluciones constructivas afectadas.

Partición interior vertical entre aseos con núcleo de comunicaciones y patinillos

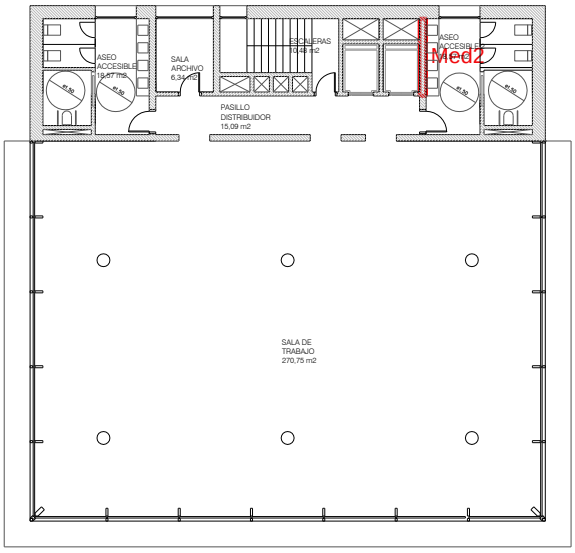
Gráficamente la medianera es la siguiente:

CERRAMIENTO Med2. Contacto aseos con núcleo de comunicaciones y patinillos

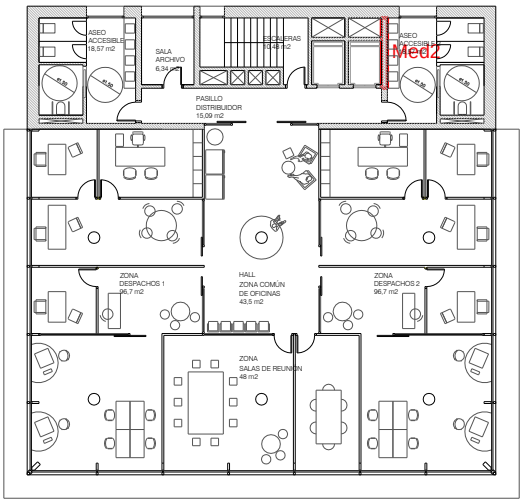
P02.PLANTA DE ACCESO (+0,00)



P03.PLANTA TIPO (+3,50)



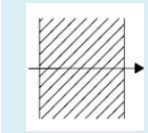
P04.PLANTA CUARTA (+14,00)



Med2
A_i= 9,15 m²
A_{ek}:= 24,40 m²
V= 66,67 m³
$U_e$opacos;= 0,14 W/m²K
$U_e$huecos;= 0,70 W/m²K

Su transmitancia de partida, calculada aplicando el *DA DBHE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente* en su apartado *2.1.1 Cerramientos en contacto con el aire exterior* y tomando como resistencias superficiales los valores de la tabla 6. [m² K/ W] para particiones interiores, es la siguiente:

TRANSMITANCIA DEL CERRAMIENTO VERTICAL ENTRE ASEOS CON NUCLEO DE COMUNICACIONES Y PATINILLOS

Cerr.VERTICAL Flujo horizontal	R_{se} [m²·K/W]	R_{si} [m²·K/W]	CAPA	Descripción	e (m)	λ [W/mk]	R_T [m²K/W]	U [W/m²K]
	0,13	0,13	1	Panel de resina fenólica	0,015	0,3		0,3401
			2	Lana mineral	0,08	0,031		
			3	Panel de resina fenólica	0,015	0,3		
			4					
			5					
			6					
			7					
			8					

Aplicamos la expresión:

$$\mathbf{R_u} = \frac{A_i}{\sum_k (A_{e;k} \cdot U_{e;k}) + 0{,}33 \cdot n \cdot V}$$

Donde, para este caso,

***R_u**: es la resistencia térmica del espacio no acondicionado, en m²K/W*

***A_i**: es la superficie total de todos los elementos entre el ambiente interior y el espacio no acondicionado, en m².*
Considerando, como decíamos, tanto los espacios interiores como los espacios comunes como un solo espacio a cada lado de la medianera, la superficie de dicha medianera tiene una superficie total de **9,15 m²**.

***$A_{e;k}$**: es la superficie del elemento k entre el espacio no acondicionado y el ambiente exterior, en m²*
En este caso, la superficie de fachada perteneciente a los espacios que hemos agrupado como zonas comunes, tiene una superficie total de **24,4 m²**.

***$U_{e;k}$**: es la transmitancia térmica del elemento k entre el espacio no acondicionado y el ambiente exterior, en W/m²K.*
En nuestro caso se corresponde con la solución de "fachada" y su transmitancia es de **0,14 W/m²K**
***0,33**: es el valor de la capacidad térmica del aire, en Wh/m³K*

***n**: es la tasa de ventilación del espacio no acondicionado, en renovaciones de aire por hora (se puede tomar 3 ren/h por defecto o si no se conoce)*
En este caso, tomaremos el valor por defecto de 3 ren/h.

***V**: es el volumen del espacio no acondicionado, en m³*

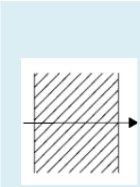
El volumen total del conjunto de zonas comunes es de 66,67 m³

Trasladando todos estos valores a la expresión general obtenemos el valor de la resistencia térmica que aporta el espacio del garaje:

$$R_u = \frac{A_i}{\sum_k (A_{e;k} \cdot U_{e;k}) + 0{,}33 \cdot n \cdot V} = \frac{9{,}15}{24{,}4 \cdot 0{,}14 + 0{,}33 \cdot 3 \cdot 66{,}67} = 0{,}131 \text{ m}^2\text{·K/W}$$

En consecuencia, incorporando esta capa "virtual" que supone la resistencia térmica equivalente del espacio no habitable/no acondicionado a la composición original del cerramiento, obtenemos que la transmitancia corregida es la siguiente:

TRANSMITANCIA CORREGIDA DEL CERRAMIENTO VERTICAL ENTRE ASEOS CON NUCLEO DE COMUNICACIONES Y PATINILLOS

Cerr.VERTICAL Flujo horizontal	R_{se} [m²·K/W]	R_{si} [m²·K/W]	CAPA	Descripción	e (m)	λ [W/mk]	R_T [m²K/W]	U [W/m²K]
	0,13	0,13	1	Panel de resina fenólica	0,015	0,3		0,3256
			2	Lana mineral	0,08	0,031		
			3	Panel de resina fenólica	0,015	0,3		
			8	R_U Resist. térmica local adyacente			0,131	
			5					
			6					
			7					
			8					

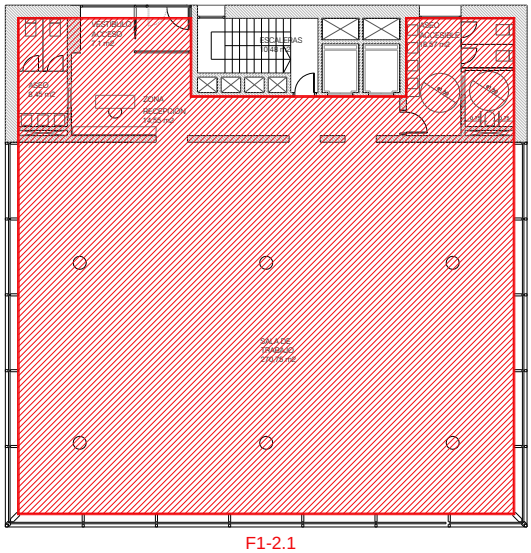
Este valor se incorpora a la ficha de la solución constructiva correspondiente.

Partición interior horizontal entre planta baja y sótano garaje

Gráficamente la partición es la siguiente:

CERRAMIENTO F1-2.1. Contacto planta baja con sótano garaje

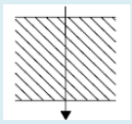
P02.PLANTA DE ACCESO (+0,00)



F1-2.1

A_i= 337,57 m²
$A_{ek;}$= 84,30 m²
V= 1181,55 m³
U_{e}opacos;= 0,39 W/m²K
U_{e}huecos;= 1,65 W/m²K

Su transmitancia de partida, calculada aplicando el *DA DBHE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente* en su apartado *2.1.1 Cerramientos en contacto con el aire exterior* y tomando como resistencias superficiales los valores de la tabla 6. [m² K/ W] para particiones interiores, es la siguiente:

TRANSMITANCIA DEL FORJADO QUE SEPARA PLANTA BAJA DEL SÓTANO GARAJE-CUARTOS DE INSTALACIONES								
Cerr.HORIZONTAL Flujo ascendente	R_{se} [m^2·K/W]	R_{si} [m^2·K/W]	CAPA	Descripción	e (m)	λ [W/mk]	R_T [m^2K/W]	U [W/m^2K]
	0,17	0,17	1	Panel de resina fenólica	0,02	0,3		0,309
			2	Cámara de aire ligeramente ventilada	0,1		0,09	
			3	Lana mineral	0,08	0,031		
			4	Forjado reticular	0,3	1,947		
			5					
			6					
			7					

Aplicamos la expresión:

$$\mathbf{R_u} = \frac{A_i}{\sum_k (A_{e;k} \cdot U_{e;k}) + 0{,}33 \cdot n \cdot V}$$

Donde, para este caso,

***R_u**: es la resistencia térmica del espacio no acondicionado, en m^2K/W*

***A_i**: es la superficie total de todos los elementos entre el ambiente interior y el espacio no acondicionado, en m^2.*
La superficie de dicha medianera, forjado entre ambas plantas, tiene una superficie total de **337,57 m²**.

***$A_{e;k}$**: es la superficie del elemento k entre el espacio no acondicionado y el ambiente exterior, en m^2*
En este caso, la superficie de fachada perteneciente a la planta sótano, lo constituyen las fachadas que recogen los dos accesos rodados de dicha planta sótano y tienen una superficie total de **84,30 m²**.

***$U_{e;k}$**: es la transmitancia térmica del elemento k entre el espacio no acondicionado y el ambiente exterior, en W/m^2K.*
En nuestro caso se corresponde con la solución de "fachada" y su transmitancia es de **0,39 W/m²K**

***0,33**: es el valor de la capacidad térmica del aire, en Wh/m^3K*

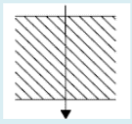
***n**: es la tasa de ventilación del espacio no acondicionado, en renovaciones de aire por hora (se puede tomar 3 ren/h por defecto o si no se conoce)*
En este caso, tomaremos el valor por defecto de 3 ren/h.

***V**: es el volumen del espacio no acondicionado, en m^3*
El volumen total del garaje es de **1.181,55 m³**

Trasladando todos estos valores a la expresión general obtenemos el valor de la resistencia térmica que aporta el espacio del garaje:

$$\mathbf{R_u} = \frac{A_i}{\sum_k (A_{e;k} \cdot U_{e;k}) + 0{,}33 \cdot n \cdot V} = \frac{337{,}57}{84{,}3 \cdot 0{,}39 + 0{,}33 \cdot 3 \cdot 1.181{,}55} = 0{,}28 \text{ m}^2\text{·K/W}$$

En consecuencia, incorporando esta capa "virtual" que supone la resistencia térmica equivalente del espacio no habitable del garaje a la composición original del cerramiento, obtenemos que la transmitancia corregida es la siguiente:

TRANSMITANCIA CORREGIDA DEL FORJADO QUE SEPARA PLANTA BAJA DEL SÓTANO GARAJE-CUARTOS DE INSTALACIONES								
Cerr.HORIZONTAL Flujo ascendente	R_{se} [m^2·K/W]	R_{si} [m^2·K/W]	CAPA	Descripción	e (m)	λ [W/mk]	R_T [m^2K/W]	U [W/m^2K]
	0,17	0,17	1	Panel de resina fenólica	0,02	0,3		0,285
			2	Cámara de aire ligeramente ventilada	0,1		0,09	
			3	Lana mineral	0,08	0,031		
			4	Forjado reticular	0,3	1,947		
			5	R_U Resist. térmica local adyacente			0,28	
			6					
			7					

Este valor se incorpora a la ficha correspondiente de cada una de las soluciones constructivas afectadas.

El resumen de los parámetros y detalles referidos a las soluciones constructivas empleadas en el edificio, incluidos sus puentes térmicos, se describen a continuación.

Cerramientos opacos

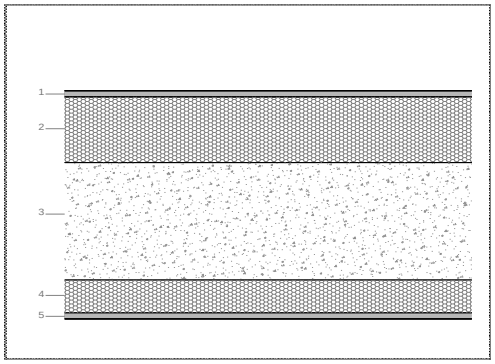
MURO EXTERIOR — M EXT

COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

capas	espesor (m)	Cond. Term. λ (W/m·K)	R. Térm. (m^2K/W)
1 Resina fenólica	0,02	0,300	
2 Lana mineral	0,14	0,031	
3 Hormigón armado	0,25	2,300	
4 Lana mineral	0,07	0,031	
5 Resina fenólica	0,02	0,300	
Total	**0,500**		

TRANSMITANCIA **0,14 W/m^2K**

SECCIÓN CONSTRUCTIVA



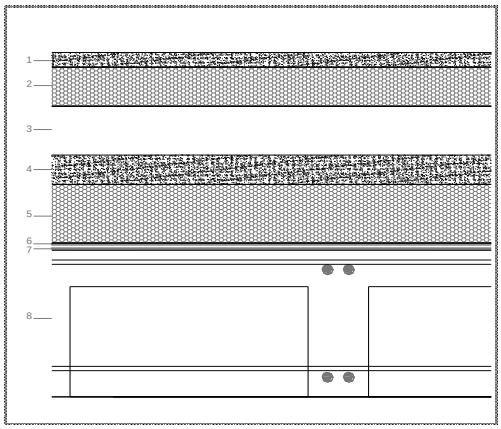
CUBIERTA PLANA — CUB PL

COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

capas	espesor (m)	Cond. Term. λ (W/m·K)	R. Térm. (m^2K/W)
1 Mortero de áridos ligeros	0,03	0,410	
2 XPS Expandido	0,08	0,034	
3 Cámara de aire ligeramente ventilada	0,10		0,090
4 Mortero de cemento	0,06	0,550	
5 XPS Expandido	0,12	0,034	
6 Betún fieltro o lámina	0,005	0,230	
7 Betún fieltro o lámina	0,005	0,230	
8 FR entrevigado de hormigón	0,30	1,947	
Total	**0,700**		

TRANSMITANCIA **0,15 W/m^2K**

SECCIÓN CONSTRUCTIVA



SOLERA CON TERRENO — SOL TRR

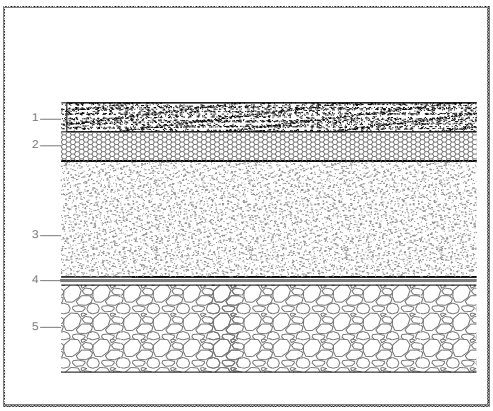
COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

capas	espesor (m)	Cond. Term. λ (W/m·K)	R. Térm. (m^2K/W)
1 Mortero de cemento	0,05	0,550	
2 XPS Expand. con dióxido de carbono	0,05	0,038	
3 Hormigón armado	0,20	2,500	
4 Lámina PVC	0,005	0,170	
5 Arena y grava	0,15	2,000	
Total	**0,455**		

TRANSMITANCIA* **0,56 W/m^2K**

(*) 0,25 W/m^2K

SECCIÓN CONSTRUCTIVA



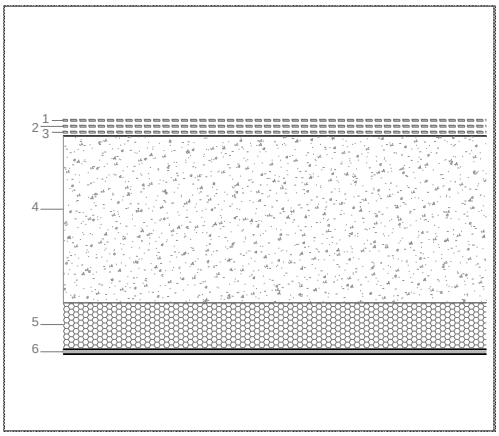
* Transmitancia corregida por contacto con el terreno

MURO CON TERRENO — M-TRR

COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

capas	espesor (m)	Cond. Term. λ (W/m·K)	R. Térm. (m^2K/W)
1 Cloruro de polivinilo PVC	0,005	0,170	
2 Betún fieltro o lámina	0,007	0,23	
3 Betún fieltro o lámina	0,001	0,23	
4 Hormigón armado	0,25	2,500	
5 Lana mineral	0,07	0,031	
6 Chapa de acero	0,001	50	
Total	0,334		

SECCIÓN CONSTRUCTIVA



TRANSMITANCIA* 0,39 W/m^2K

(*) 0,26 W/m^2K

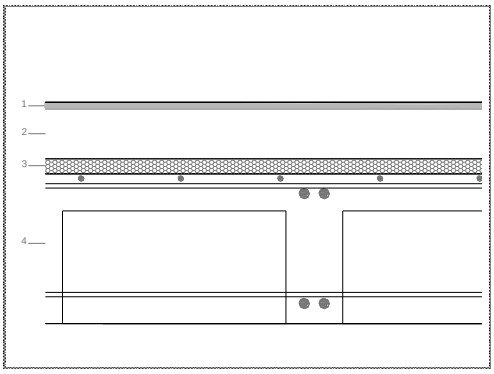
* Transmitancia corregida por contacto con el terreno

FORJADO INTERIOR ENTRE PLANTAS — FOR INT LOC-LOC

COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

capas	espesor (m)	Cond. Term. λ (W/m·K)	R. Térm. (m^2K/W)
1 Resina fenólica	0,02	0,300	
2 Cámara de aire ligeramente ventilada	0,10		0,090
3 Lana mineral	0,03	0,031	
4 FR entrevigado de hormigón	0,30	1,947	
Total	0,450		

SECCIÓN CONSTRUCTIVA



TRANSMITANCIA 0,67 W/m^2K

(*) 0,54 W/m^2K

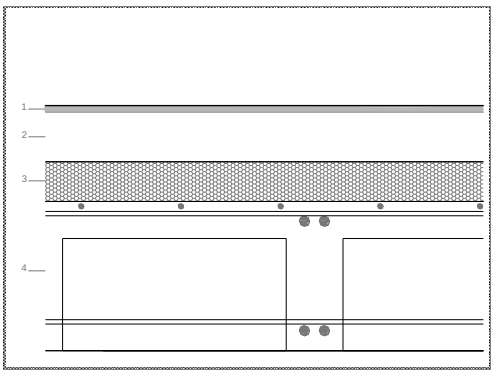
* Transmitancia corregida por contacto entre espacio no acondicionado (núcleo) con torreón de cubierta (no habitable) en planta cuarta

FORJADO CON SÓTANO — FOR INT LOC-VIV

COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

capas	espesor (m)	Cond. Term. λ (W/m·K)	R. Térm. (m^2K/W)
1 Resina fenólica	0,02	0,300	
2 Cámara de aire ligeramente ventilada	0,10		0,090
3 Lana mineral	0,08	0,031	
4 FR entrevigado de hormigón	0,30	1,947	
Total	0,500		

SECCIÓN CONSTRUCTIVA



TRANSMITANCIA 0,31 W/m^2K

(*) 0,285 W/m^2K

* Transmitancia corregida por contacto con espacio no habitable

TABIQUE INTERIOR — TAB INT

COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

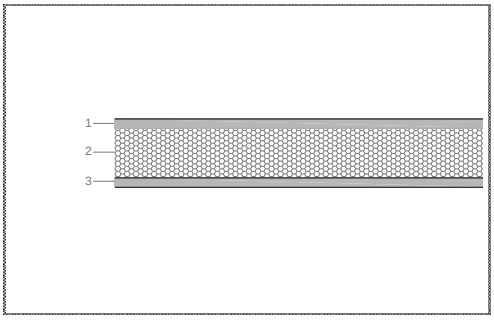
capas	espesor (m)	Cond. Term. λ (W/m·K)	R. Térm. (m^2K/W)
1 Resina fenólica	0,015	0,300	
2 MW Lana mineral	0,08	0,041	
3 Resina fenólica	0,015	0,300	
Total	**0,07**		

TRANSMITANCIA 0,34 W/m^2K

(*) 0,29 W/m^2K

(**) 0,32 W/m^2K

SECCIÓN CONSTRUCTIVA



* Transmitancia corregida por contacto de usos administrativos con zonas comunes de planta

** Transmitancia corregida por contacto de aseos con núcleo de comunicaciones y patinillos

Huecos

CONFIGURACIÓN HUECOS VENTANA TIPO — N

La posición relativa de las carpinterías en el muro es alineada a su cara interior

VIDRIO

Tipo de vidrio	Triples bajo emisivo < 0,03
Composición	4-16 Argón-4-16 Argón-4
Factor solar (ggl;wi)	0,4
Transmitancia térmica	0,6 W/m^2K
Retranqueo plano del vidrio	0,42

Protecciones móviles

Elemento	Estor interior
Color	Pastel
ggl;sh,wi	0,38

MARCO

Material	Marco metálico
Rotura pte. térmico	SI
Color carpintería	Gris oscuro
Absortividad	0,9
Trasmitancia térmica	0,7 W/m^2K
Porcentaje marco	35 % del hueco
Incremento transmitancia por intercalarios	10 %

Permeabilidad al aire	3 $m^3/h·m^2$
	Clase 4
U_{HUECO}	0,70 $W/m^2·K$

CONFIGURACIÓN HUECOS MURO CORTINA — S/E/O

La posición relativa de las carpinterías en el muro es alineada a su cara interior

VIDRIO

Tipo de vidrio	Triple bajo emisivo < 0,03
Composición	4-16 Argón-4-16 Argón-4
Factor solar (ggl;wi)	0,405
Transmitancia térmica	0,6 W/m^2K
Transmisión luminosa	50 %
Retranqueo plano del vidrio	0,1

Protecciones móviles

Elemento	Integrado
Color	Pastel
ggl;sh,wi	0,11

MARCO

Material	Marco metálico
Rotura pte. térmico	SI
Color carpintería	Gris oscuro
Absortividad	0,9
Trasmitancia térmica	0,7 W/m^2K
Porcentaje marco	15 % del hueco
Incremento transmitancia por intercalarios	10 %

Permeabilidad al aire	3 $m^3/h·m^2$
	Clase 4
U_{HUECO}	0,68 $W/m^2·K$

CONFIGURACIÓN HUECO PUERTA ACCESO A EDIFICIO — PTA ACC

La posición relativa de las carpintería en el muro es alineada a su cara interior

VIDRIO

Tipo de vidrio	Doble bajo emisivo < 0,03	
Composición	4-16 Argón-44,2	
Factor solar (ggl;wi)	0,58	
Transmitancia térmica	2,4	W/m^{2}K
Retranqueo plano del vidrio	0,1	
Protecciones móviles		
Elemento	-	
Color	-	
ggl;sh,wi	0,63	

MARCO

Material	Marco acero	
Rotura pte. térmico	NO	
Color carpintería	Gris oscuro	
Absortividad	0,9	
Trasmitancia térmica	2,2	W/m^{2}K
Porcentaje marco	10	% del hueco
Incremento transmitancia por intercalarios	10	%

Permeabilidad al aire	60 m^3/h·m^2
U_{HUECO}	2,62 W/m^2·K

CONFIGURACIÓN HUECO PUERTA ACCESO A GARAJE — PTA ACC GARJ

La posición relativa de las carpintería en el muro es alineada a su cara interior

VIDRIO

Tipo de vidrio	-	
Composición	-	
Factor solar (ggl;wi)	-	
Transmitancia térmica	-	W/m^{2}K
Retranqueo plano del vidrio	-	
Protecciones móviles		
Elemento	-	
Color	-	
ggl;sh,wi	-	

MARCO

Material	Marco acero	
Rotura pte. térmico	NO	
Color carpintería	Gris oscuro	
Absortividad	0,9	
Trasmitancia térmica	1,5	W/m^{2}K
Porcentaje marco	100	% del hueco
Incremento transmitancia por intercalarios	10	%

Permeabilidad al aire	60 m^3/h·m^2
U_{HUECO}	1,65 W/m^2·K

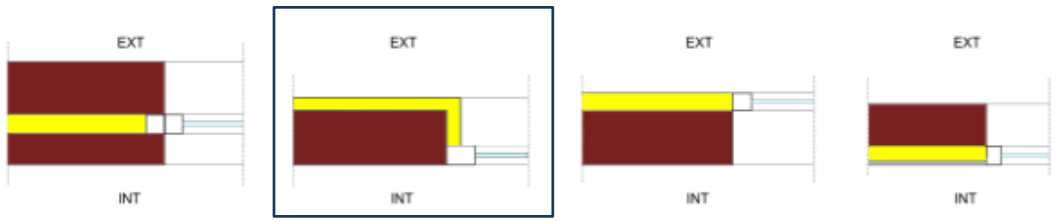
PTES

2. Modelo de puentes térmicos empleados según catálogo DA DB-HE / 3

JAMBAS EN HUECOS DE FACHADA

CON CONTINUIDAD ENTRE AISLAMIENTO DE FACHADA Y LA CARPINTERÍA (Grupo 1)

TABLA ASIMILABLE DA DB-HE/3

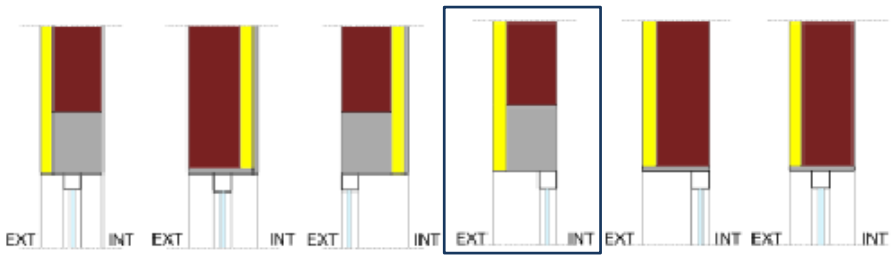


TRANSIMTANCIA TÉRMICA LINEAL	Ψ	0,01 W/mK

DINTELES EN PUERTA DE ENTRADA

SIN CONTINUIDAD ENTRE AISLAMIENTO DE FACHADA Y LA CARPINTERÍA (Grupo 2)

TABLA ASIMILABLE DA DB-HE/3

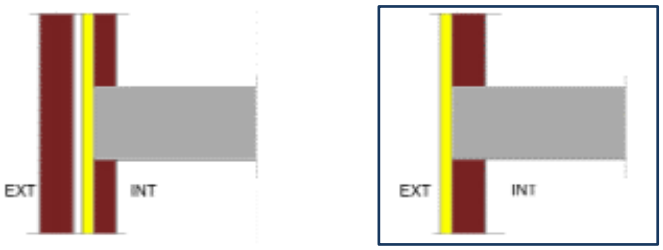


TRANSIMTANCIA TÉRMICA LINEAL	Ψ	0,11 W/mK

FRENTES DE FORJADO

CON CONTINUIDAD DEL AISLAMIENTO DE FACHADA (GRUPO 1) *

TABLA ASIMILABLE DA DB-HE/3

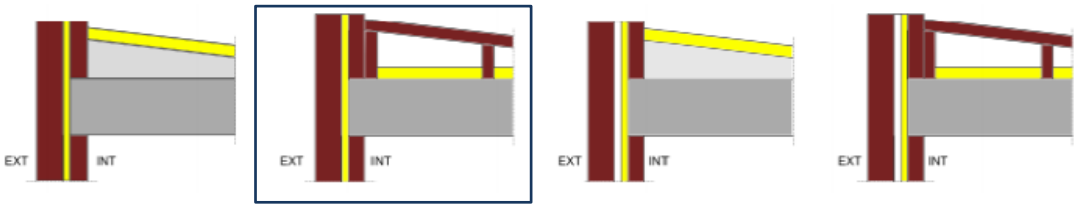


TRANSIMTANCIA TÉRMICA LINEAL	Ψ	0,05 W/mK

CUBIERTAS PLANAS

CON CONTINUIDAD ENTRE EL AISLAMIENTO DE FACHADA Y EL DE CUBIERTA (GRUPO 1)*

TABLA ASIMILABLE DA DB-HE/3



TRANSIMTANCIA TÉRMICA LINEAL	Ψ	0,26 W/mK

SIST

D. SISTEMAS ACTIVOS DEL EDIFICIO

1. Ventilación
2. Acondicionamiento de invierno y de verano
3. Producción de ACS
4. Producción de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos
5. Instalación de iluminación de las zonas comunes del edificio
6. Infraestructura de recarga de vehículos eléctricos

Atendiendo a las características climáticas de la zona en las que teóricamente se encuentra el edificio, el uso y la ocupación previstas, así como a las opciones más adecuadas en cuanto a las fuentes de energía final a utilizar, se proponen los sistemas que se describen a continuación. Considerando las condiciones climáticas de la zona D3 en la que se ubica el edificio, las características de su envolvente muy acristalada y la actividad que se va a desarrollar en el edificio, se prevé una demanda importante de refrigeración y también considerable de calefacción.

Se ha previsto un sistema centralizado de calefacción y refrigeración con producción de energía mediante bomba de calor aerotérmica aire-agua, con circuitos de agua (4 tubos) que alimentan las baterías de frío y calor de las climatizadoras interiores. Las climatizadoras interiores se repartirán según la zonificación prevista: en total 10 zonas atendiendo a las características de cada planta. Las unidades exteriores de los equipos cuentan con espacio reservado en cubierta para su alojamiento. Las unidades interiores transferirán la energía a un caudal de aire que se distribuirá a los locales acondicionados de cada planta mediante una red de conductos y los difusores necesarios. Las UTA´s de cada zona tomarán aire de renovación de la fachada norte en cada planta y los caudales de retorno se conducirán a cubierta una vez hayan pasado por el recuperador de cada UTA. Se puede considerar, por tanto, el sistema como *"todo aire*[2]*"pues es aire lo que llega a las unidades terminales de los locales.*

Las unidades terminales, de acuerdo con todo lo anterior, serán difusores de aire para la red de impulsión y rejillas de retorno para la extracción de aire de los locales.

La toma de aire exterior se podría realizar desde la cubierta o desde la fachada norte en la zona de servicios de cada planta. La expulsión se haría en todo caso en cubierta, previa recuperación de la energía térmica del aire expulsado.

La preparación de ACS, dada la reducida demanda y la estructura de funcionamiento prevista para el edificio, se realiza mediante acumuladores eléctricos dispuestos en el falso techo del núcleo de cuartos húmedos de cada planta (2 por planta). El total es de 10 termos eléctricos.

El consumo eléctrico de las bombas de calor, así como el de la iluminación artificial del edificio y el de los acumuladores eléctricos de ACS, contará con la aportación renovable de producción de energía eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos instalados en la cubierta del edificio. Como se ha explicado, la azotea del edificio albergará todos los equipos de las instalaciones que requieran contacto con el

[2] Sistemas que emplean el aire como fluido caloportador o de transporte de la energía térmica a los espacios que se quieren acondicionar. En estos casos los emisores o unidades terminales suelen ser difusores, rejillas, toberas, etc.

exterior o, como es el caso de los paneles fotovoltaicos, el acceso solar necesario. La producción de energía eléctrica en estos paneles se evalúa más adelante.

En cuanto a los sistemas de iluminación del edificio, se describen en el apartado correspondiente, partiendo, como ya se ha dicho, de un importante acceso a la iluminación natural debido a la gran superficie acristalada de las fachadas del edificio. En general, las luminarias del sistema artificial serán del tipo led de bajo consumo. El análisis completo de la instalación formará parte del estudio del cumplimiento de los apartados relativos a la *Sección HE 3 Condiciones de las instalaciones de iluminación*.

VENT

1. Ventilación

La instalación de ventilación que se ha considerado está integrada en el sistema de climatización "todo aire", que ya contempla la impulsión de aire a los locales con el objeto de neutralizar las cargas térmicas previstas.

En cada planta se dispondrá de las climatizadoras necesarias que incorporan las baterías y el recuperador de calor que gestiona la entrada y salida de aire de las zonas previstas en cada planta. La impulsión de aire se realiza mediante conductos desde la climatizadora hasta los locales. La extracción, también conducida, se realiza dese los locales de la planta hasta las UTAs y desde estas la expulsión a cubierta. El caudal de suministro será el mayor de los tres siguientes:

- el necesario para renovar el aire interior (ventilar),
- el necesario para neutralizar las cargas de calefacción o,
- el necesario para neutralizar las cargas de refrigeración.

Para este uso concreto y en esta zona climática, es muy probable que el mayor de los tres sea el necesario para neutralizar las cargas de refrigeración. El aire impulsado, en ese caso, incluirá el caudal necesario de aire exterior y el resto podrá ser recirculado del procedente de los locales de la zona. Existe otra opción que consiste en que todo el aire introducido en los locales sea aire exterior, incrementando, en ese caso, el gasto energético. No obstante, si la eficacia del recuperador es alta puede hacer menos significativo este incremento en el consumo. En el anexo del cálculo de esta instalación se realizará un pequeño análisis de esta consideración.

A la hora de establecer las condiciones en las que se produce la renovación del aire interior mediante el sistema previsto, este edificio de oficinas se rige por las determinaciones especificadas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). En su *INSTRUCCIÓN TÉCNICA IT 1. DISEÑO Y DIMENSIONADO* y en concreto en el apartado *IT 1.1.4.2 Exigencia de calidad del aire interior, IT 1.1.4.2.1 Generalidades*, se dice lo siguiente:

> *1. En los edificios de viviendas, a los locales habitables del interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes se consideran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la Sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.*
> *2. El resto de edificios dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes, de acuerdo con lo que se establece en el apartado 1.4.2.2 y siguientes. A los efectos de cumplimiento de este apartado se considera válido lo establecido en el procedimiento de la UNE-EN 13779.*

En el apartado *IT 1.1.4.2.2 Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios*, se fija la categoría de calidad del aire interior (IDA) que como mínimo se deberá alcanzar. Dichas categorías son las siguientes:

CALIDAD DEL AIRE INTERIOR (IDA)	Ejemplo de usos
IDA 1 Aire de óptima calidad	Hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías
IDA 2 Aire de buena calidad	Oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas
IDA 3 Aire de calidad media	Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores
IDA 4 Aire de calidad baja	

Categorías de calidad del aire interior según R.I.T.E.

En principio, las actividades previstas, oficina, se entiende que se trata de una actividad de trabajo con estancias prolongadas de los ocupantes y por tanto le corresponde un IDA 2.

A la hora de fijar el caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior que se indican en el cuadro anterior, se calculará de acuerdo con alguno de los cinco métodos que se indican en el apartado *IT 1.1.4.2.3 Caudal mínimo del aire exterior de ventilación* de la citada Instrucción del RITE. Allí se establecen 5 métodos de cálculo para alcanzar las categorías fijadas anteriormente. Estos métodos se dividen en dos grupos: los que se basan en procedimientos directos de control de la calidad del aire y por otra parte los indirectos, estimando caudales de renovación atendiendo a la ocupación o a las superficies de los locales.

En este tipo de uso (oficinas) donde la principal fuente de emisión de contaminantes es la presencia de personas, cuya actividad metabólica además es inferior a 1,2 met[3], se recomienda realizar el cálculo de la renovación de aire necesaria mediante el método indirecto basado en la ocupación y la superficie de los locales, según tengan o no, una ocupación permanente de personas.

En la *Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior, en dm³/s por persona* del citado apartado *IT 1.1.4.2.3 Caudal mínimo del aire exterior de ventilación* del RITE se fijan los caudales para los locales con ocupación:

CATEGORÍA	dm³/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Estos caudales son válidos para una actividad metabólica de alrededor de 1,2 met. En nuestro caso, considerando una actividad administrativa convencional, se entiende que no se superará dicho valor.

Para los locales sin ocupación permanente de personas, se ha de considerar la *Tabla 1.4.2.4 Caudales de aire exterior por unidad de superficie de locales no dedicados a ocupación humana permanente* de la misma *Instrucción técnica IT 1. Diseño y dimensionado del RITE.* Los valores son los siguientes:

[3] Factor metabólico de una persona sedentaria en descanso (1 met = 58,2 W/m²)

CATEGORÍA	$dm^3/(s \cdot m^2)$
IDA 1	No aplicable
IDA 2	0,83
IDA 3	0,55
IDA 4	0,28

Siendo estas las consideraciones de proyecto, sería muy recomendable en el funcionamiento ordinario del sistema, un control de la calidad del aire en tiempo real. Estos sistemas permiten un control permanente de la calidad del aire interior y optimizan el consumo energético relacionado. Dentro de los métodos directos que plantea el RITE, se encuentra el método por concentración de CO_2, que establece los valores limite que se recogen en la tabla 1.4.2.3 del mismo apartado de la *Instrucción técnica IT 1. Diseño y dimensionado*:

CATEGORÍA	ppm (*)
IDA 1	350
IDA 2	500
IDA 3	800
IDA 4	1.200

(*) Concentración de CO_2 (en partes por millón en volumen) por encima de la concentración en el aire exterior

Respecto a la calidad del aire de extracción, que condicionara los movimientos de aire en el interior del edificio, así como las condiciones de expulsión, el RITE en el apartado *IT 1.1.4.2.5 Aire de extracción* lo clasifica de la siguiente forma:

CALIDAD DEL AIRE INTERIOR (IDA)	Característica y ejemplo de usos
AE 1 bajo nivel de contaminación	Aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas. Por ejemplo: oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales sin emisiones específicas, espacios de uso público, escaleras y pasillos.
AE 2 moderado nivel de contaminación	Aire de locales ocupado con más contaminantes que la categoría anterior. Por ejemplo: restaurantes, habitaciones de hoteles, vestuarios, aseos, cocinas domésticas (excepto campana extractora), bares, almacenes.
AE 3 alto nivel de contaminación	Aire que procede de locales con producción de productos químicos, humedad, etc. Por ejemplo: saunas, cocinas industriales, imprentas, habitaciones destinadas a fumadores.
AE 4 muy alto nivel de contaminación	Aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada. Por ejemplo: extracción de campanas, aparcamientos, locales para manejo de pinturas y solventes, locales donde se guarda lencería sucia, locales de almacenamiento de residuos de comida, locales de fumadores de uso continuo, laboratorios químicos.

En cuanto a las restricciones de desplazamiento de aire entre locales (aire de transferencia), precauciones en el paso por recuperador de calor, etc., en ese mismo apartado del RITE se hacen las siguientes puntualizaciones:

1. ……
2. *El caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 dm^3/s por m^2 de superficie en planta.*

3. *Sólo el aire de categoría AE 1, exento de humo de tabaco, puede ser retornado a los locales.*
4. *El aire de categoría AE 2 puede ser empleado solamente como aire de transferencia de un local hacia locales de servicio, aseos y garajes.*
5. *El aire de las categorías AE 3 y AE 4 no puede ser empleado como aire de recirculación o de transferencia.*
6. *Cuando se mezclen aires de extracción de diferentes categorías el conjunto tendrá la categoría del más desfavorable; si las extracciones se realizan de manera independiente, la expulsión hacia el exterior del aire de las categorías AE3 y AE4 no puede ser común a la expulsión del aire de las categorías AE1 y AE2, para evitar la posibilidad de contaminación cruzada.*

Para establecer la ocupación vinculada al sistema de ventilación tenemos que distinguir dos escenarios:

1. Por una parte, el del funcionamiento ordinario del edificio para el que se considerará la misma ocupación que se contemplan en el cálculo del CFI. Los valores de esta configuración son los valores que introduciremos en el perfil de uso de HULC. La tabla resumen de este escenario es la siguiente:

CAUDALES DE VENTILACIÓN CON OCUPACIÓN MEDIA

LOCALES					OCUPACIÓN	CARACTERIZACIÓN DE LOS CAUDALES DE VENTILACIÓN										
Programa del local			Superficie ÚTIL	Volumen de aire interior	Ocpación prevista por perfil de uso	Categorías del aire		Tasa de ventilación según IDA $dm^3/s{\cdot}p$	Tasa de ventilación según IDA $dm^3/s{\cdot}m^2$	Caudales mínimos de ventilación						
Pl.	ESPACIO	Nomenclatura en planos	(m^2)	(m^3)	nº p.	Interior	Extracción			Admisión dm^3/s	Extracción dm^3/s	Extracción m^3/s	Extracción m^3/h	$m^3/h{\cdot}m^2$	Renov./h (h^{-1})	
Planta baja	P02 E01	Aseo de planta	8,69	26,50		IDA 2	AE 2		0,55	4,8	26,1	0,026	93,85	10,80	3,5	(*)
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	36,11	110,14		IDA 2	AE 1		0,55	19,9	19,9	0,020	71,50	1,98	0,6	
	P02 E05	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	273,13	833,05	16	IDA 2	AE 1	12,5		200,0	200,0	0,200	720,00	2,64	0,9	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,60	1.029,68	16					235,5	304,9	0,305	1.097,79	3,25	1,1	
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P03 E04	Distribuidor de planta	25,12	76,62		IDA 2	AE 1		0,55	13,8	13,8	0,014	49,74	1,98	0,6	
	P03 E01	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	833,05	16	IDA 2	AE 1	12,5		200,0	200,0	0,200	720,00	2,64	0,9	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,59	1.029,65	16					235,5	331,8	0,332	1.194,61	3,54	1,2	
Planta tipo (2as-3as)	P04 E03	Aseo accesible 2	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P04 E04	Distribuidor de planta	25,12	76,62		IDA 2	AE 1		0,55	13,8	13,8	0,014	49,74	1,98	0,6	
	P04 E01	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	833,05	16	IDA 2	AE 1	12,5		200,0	200,0	0,200	720,00	2,64	0,9	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,59	1.029,65	16					235,5	331,8	0,332	1.194,61	3,54	1,2	
OTALES PARA DOS PLANTAS IGUALES. X 2			675,18	2.059,30	32					470,91	663,67	0,664	2389,22		2,3	
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P05 E03	Distribuidor de planta	25,12	76,62		IDA 2	AE 1		0,55	13,8	13,8	0,014	49,74	1,98	0,6	
	P05 E01	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P05 E07	Despachos 1	91,32	278,53	9	IDA 2	AE 1	12,5		112,5	112,5	0,113	405,00	4,43	1,5	
	P05 E09	Despachos 2	91,32	278,53	9	IDA 2	AE 1	12,5		112,5	112,5	0,113	405,00	4,43	1,5	
	P05 E06	Hall zona despachos	43,92	133,96		IDA 2	AE 1		0,55	24,2	24,2	0,024	86,96	1,98	0,6	
	P05 E08	Salas de reuniones	46,56	142,01	23	IDA 2	AE 1	12,5		287,5	287,5	0,288	1.035,00	22,23	7,3	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,58	1.029,62	41					572,1	668,5	0,668	2.406,57	7,13	2,3	
TOTALES DEL EDIFICIO			**1.687,95**	**5.148,25**	**105**					**1.513,9**	**1.968,9**	**1,969**	**7.088,19**		**1,38**	

Los aseos y en particular las cabinas de inodoro, deben mantener su espacio en depresión respecto a los locales adyacentes. Con este objetivo se propone que reciban aire de transferencia de los locales contiguos y que en los locales con presencia de inodoros se realice exclusivamente extracción. En consecuencia:

(*) En zonas de aseos se ha considerado un caudal mínimo de extracción de 3 l/s m^2 (según el RITE el caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 l/s por m^2) o 15 l/s (como caudal mínimo recomendado). Tomaremos el mayor de los dos opciones para cada aseo.

Recordemos que el sistema de ventilación integrado en el sistema de climatización "todo aire" incorpora recuperador de calor con una eficacia del 75%

2. El segundo escenario recoge una ocupación más intensiva y es la que necesitamos para realizar el cálculo de cargas térmicas del edificio y que nos sirve para estimar la potencia necesaria en los equipos de climatización. En este escenario partimos como referencia de las ratios de ocupación que establece el CTE DB SI Seguridad en caso de incendio y se ha considerado además tanto el carácter simultáneo o alternativo de la ocupación en las diferentes zonas del edificio, la superficie útil de cada una de ellas, así como el régimen de actividad y de uso previsto. La tabla resumen para este segundo escenario es la siguiente:

CAUDALES DE VENTILACIÓN CON OCUPACIÓN MÁXIMA

LOCALES					OCUPACIÓN	CARACTERIZACIÓN DE LOS CAUDALES DE VENTILACIÓN										
Programa del local			Superficie ÚTIL	Volumen de aire interior	Ocpación máxima prevista	Categorías del aire		Tasa de ventilación según IDA $dm^3/s·p$	Tasa de ventilación según IDA $dm^3/s·m^2$	Caudales mínimos de ventilación						
Pl.	ESPACIO	Nomenclatura en planos	(m^2)	(m^3)	nº p.	Interior	Extracción			Admisión dm^3/s	Extracción dm^3/s	Extracción m^3/s	Extracción m^3/h	$m^3/h·m^2$	Renov./h (h^{-1})	
Planta baja	P02 E01	Aseo de planta	8,69	26,50		IDA 2	AE 2		0,55	4,8	26,1	0,026	93,85	10,80	3,5	(*)
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	36,11	110,14	4	IDA 2	AE 1	12,5		50,0	50,0	0,050	180,00	4,98	1,6	
	P02 E05	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	273,13	833,05	27	IDA 2	AE 1	12,5		337,5	337,5	0,338	1.215,00	4,45	1,5	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,60	1.029,68	31					403,1	472,6	0,473	1.701,29	5,04	1,7	
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P03 E04	Distribuidor de planta	25,12	76,62		IDA 2	AE 1		0,55	13,8	13,8	0,014	49,74	1,98	0,6	
	P03 E01	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	833,05	27	IDA 2	AE 1	12,5		337,5	337,5	0,338	1.215,00	4,45	1,5	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,59	1.029,65	27					373,0	469,3	0,469	1.689,61	5,00	1,6	
Planta tipo (2ª-3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P04 E04	Distribuidor de planta	25,12	76,62		IDA 2	AE 1		0,55	13,8	13,8	0,014	49,74	1,98	0,6	
	P04 E01	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	833,05	27	IDA 2	AE 1	12,5		337,5	337,5	0,338	1.215,00	4,45	1,5	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,59	1.029,65	27					373,0	469,3	0,469	1.689,61	5,00	1,6	
OTALES PARA DOS PLANTAS IGUALES. X 2			675,18	2.059,30	54					745,91	938,67	0,939	3379,22		3,3	
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P05 E03	Distribuidor de planta	25,12	76,62		IDA 2	AE 1		0,55	13,8	13,8	0,014	49,74	1,98	0,6	
	P05 E01	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P05 E07	Despachos 1	91,32	278,53	9	IDA 2	AE 1	12,5		112,5	112,5	0,113	405,00	4,43	1,5	
	P05 E09	Despachos 2	91,32	278,53	9	IDA 2	AE 1	12,5		112,5	112,5	0,113	405,00	4,43	1,5	
	P05 E06	Hall zona despachos	43,92	133,96		IDA 2	AE 1		0,55	24,2	24,2	0,024	86,96	1,98	0,6	
	P05 E08	Salas de reuniones	46,56	142,01	23	IDA 2	AE 1	12,5		287,5	287,5	0,288	1.035,00	22,23	7,3	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,58	1.029,62	41					572,1	668,5	0,668	2.406,57	7,13	2,3	
TOTALES DEL EDIFICIO			1.687,95	5.148,25	153					2.094,1	2.549,1	2,549	9.176,69		1,78	

Los aseos y en particular las cabinas de inodoro, deben mantener su espacio en depresión respecto a los locales adyacentes. Con este objetivo se propone que reciban aire de transferencia de los locales contiguos y que en los locales con presencia de inodoros se realice exclusivamente extracción. En consecuencia:

(*) En zonas de aseos se ha considerado un caudal mínimo de extracción de 3 l/s m^2 (según el RITE el caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 l/s por m^2) o 15 l/s (como caudal mínimo recomendado). Tomaremos el mayor de los dos opciones para cada aseo.

Recordemos que el sistema de ventilación integrado en el sistema de climatización "todo aire" incorpora recuperador de calor con una eficacia del 75%

Como en este caso la ventilación está asociada al sistema de climatización por aire, en dicho apartado se comprobará si estos caudales son suficientes para neutralizar las cargas térmicas de verano e invierno. Como no parece lo más probable, se establecerán, en ese caso, los caudales de suministro necesarios, pero garantizando siempre la renovación de aire mínima calculada anteriormente. Como ya se ha dicho, puede optarse por la recirculación de una parte del aire extraído de los locales, manteniendo el caudal de ventilación necesario.

Las zonas sin ocupación permanente tienen el mismo tratamiento en ambos escenarios y se les aplica los criterios que establece para ellas el RITE y que se han detallado en los párrafos anteriores.

Respecto a la recuperación de calor del aire expulsado el RITE en su apartado IT 1.2.4.5.2 Recuperación de calor del aire de extracción dice lo siguiente:

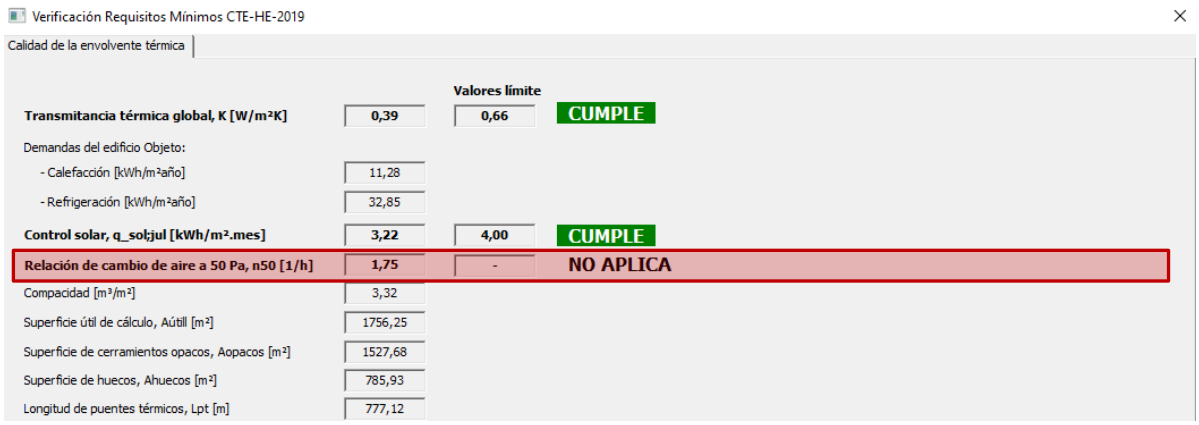
1. *En los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a* ***0,28 m³/s****, de acuerdo con lo establecido en el reglamento de diseño ecológico para las unidades de ventilación, se recuperará la energía del aire expulsado.*
2. *Las unidades de ventilación bidireccionales, o los componentes para ventilación de las unidades de tratamiento de aire de los sistemas todo aire, cumplirán los requisitos establecidos en los reglamentos europeos de diseño ecológico que les sean de aplicación.*
   En el proyecto o memoria técnica, para aquellos casos en que los equipos dispongan de etiquetado energético, se indicará su clase. Además, se indicará la información que aparece en la ficha de producto exigida por el reglamento de etiquetado energético que aplique.
3. *En las piscinas climatizadas, la energía térmica contenida en el aire expulsado deberá ser recuperada, con una eficiencia mínima y unas pérdidas máximas de presión iguales a las indicadas en la tabla 2.4.5.1 para más de 6.000 horas anuales de funcionamiento, en función del caudal.*

Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m³/s)									
	>0,5...1,5		>1,5...3,0		>3,0...6,0		>6,0...12		> 12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
≤ 2.000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
> 2.000... 4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
> 4.000... 6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
> 6.000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

4. *Alternativamente al uso del aire exterior, el mantenimiento de la humedad relativa del ambiente puede lograrse por medio de una bomba de calor, dimensionada específicamente para esta función, que enfríe, deshumedezca y recaliente el mismo aire del ambiente en ciclo cerrado.*

En nuestro caso, el caudal de aire extraído de los locales y expulsado al exterior será como mínimo de **2,549 m³/s** por lo que será necesario incorporar recuperador de calor en la instalación. Las condiciones de recuperación se fijan en el *REGLAMENTO (UE) No 1253/2014 DE LA COMISIÓN de 7 de julio de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a los requisitos de diseño ecológico aplicables a las unidades de ventilación*. En su *Anexo III: Requisitos específicos de diseño ecológico aplicables a las unidades de ventilación NO residenciales, según el artículo 3, apartados 2 y 4* se establece que la eficiencia térmica mínima de todos los sistemas de recuperación de calor, excepto los móviles, en unidades de ventilación bidireccionales será como mínimo del **73%**. En nuestro caso, para el cálculo del ejemplo, emplearemos un rendimiento del **75%.**

Es conveniente señalar que la utilización de sistemas de recuperación de calor implica la necesidad de controlar la permeabilidad del edificio para conseguir que los caudales de aire pasen realmente por dicho sistema y se consiga su eficacia. Por ello, deben conseguirse unos valores de permeabilidad (n_{50}) reducidos. Si bien en este caso, al tratarse de un uso distinto al residencial no es exigible, se recomienda su control en cualquier proyecto y obra, bien mediante el cálculo teórico (se puede aproximar a partir del *artículo 2 del Anejo H del DBHE*) y/o mediante un control estricto de la ejecución de la obra. En diferentes fases de la ejecución se pueden verificar, mediante el método de presurización con ventilador, los valores de renovación, que se recomienda que sean inferiores a 1 ren/h (el ejemplo tiene un valor teórico de n_{50} de 1,75).



Resultados obtenidos de la simulación del edificio con HULC.

CLIMA

2. Acondicionamiento de invierno y verano

Considerando las condiciones del clima en el que nos encontramos (en este caso D3) y la carga interna característica de este tipo de uso, las exigencias de calefacción serán, en principio, algo menos importantes que las de refrigeración. Disponemos además de una gran superficie acristalada en las fachadas del edificio que favorece las ganancias debidas a la radiación solar. No obstante, si la transmitancia térmica de estos vidrios y su carpintería no es suficientemente baja penalizará también de forma considerable su comportamiento en periodos fríos.

En consecuencia, se propone un sistema de climatización (invierno y verano) por aire, independiente para varias zonas cada planta que, como se ha dicho anteriormente, está alimentado por un equipo de bomba de calor aerotérmica con unidad exterior en cubierta y circuitos de agua que alimentan a las climatizadoras de cada zona. Dichas unidades interiores disponen de recuperador de energía para los flujos de ventilación y baterías (2) de frío y de calor alimentadas a 4 tubos por los circuitos de agua desde las unidades exteriores de las bombas de calor.

Todos los locales de cada planta se consideran “acondicionados”, con las siguientes excepciones:

- NO HABITABLES: núcleo de ascensores y patinillos técnicos en todas las plantas.
- Habitables NO ACONDICIONADOS: La escalera de evacuación del edificio.

Los aseos de cada planta serán acondicionados, pero sin unidades terminales de impulsión de aire. Estos espacios disponen exclusivamente de extracción de aire en cada cabina de inodoro para asegurar que se encuentran en depresión respecto al resto de la planta. Recibirán aire de transferencia de los espacios colindantes para su acondicionamiento indirecto. Sus cargas térmicas sí han sido tenidas en cuenta a la hora de establecer los caudales de impulsión necesarios en los locales adyacentes (distribuidor de circulación de planta).

El programa de simulación HULC calcula, con los datos geométricos, climáticos, constructivos y de uso, las ganancias y pérdidas que se producen en cada espacio, pero, para hacer un dimensionado de los sistemas, tal y como establece el RITE, se debe hacer una estimación de las cargas térmicas máximas que se han de neutralizar para mantener las condiciones de confort interior en el escenario más desfavorable. Por lo tanto, es necesario realizar un cálculo de las cargas térmicas de invierno y de verano que se obtienen para la combinación simultánea más desfavorable de las condiciones interiores y exteriores en cada periodo. Tras este análisis, se podrán prescribir los sistemas y equipos más adecuados para cada una de las instalaciones. También se podrán determinar las potencias de las unidades terminales y/o los caudales necesarios para transportar la energía térmica a los locales.

No obstante, en un régimen ordinario, las instalaciones de climatización del edificio no funcionarán siempre al 100% o al máximo de su capacidad, sino que, dependiendo del perfil de uso y de las condiciones climáticas exteriores, lo harán mayoritariamente a “cargas parciales” y tendrán un determinado consumo. Para el cálculo de esta parte, más compleja, es para la que recurrimos a un software específico (HULC en nuestro caso) que simule y calcule correctamente los valores de consumo de energía primaria que puedan compararse con los límites reglamentarios y justificar el cumplimiento normativo.

Para obtener las cargas térmicas de los diferentes locales de esta parte del edificio, en el apartado 3 de las AYUDAS de esta guía, se desarrolla su cálculo tanto para calefacción como para refrigeración. Sus valores más importantes se resumen aquí en los siguientes cuadros:

INVIERNO. CALEFACCIÓN.

PLANTA BAJA. BALANCE DE CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN POR ESPACIOS

LOCAL			APORTE DE CALOR INTERNO				PERDIDAS DE CALOR			CARGAS TOTALES PLANTA		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	aporte sensible Iluminación (W)	aporte sensible ocupación (W)	aporte latente ocupación (W)	aporte sensible equipos (W)	Pérdidas por cerramientos (W)	Pérdidas sensibles ventilación (W)	Pérdidas latentes ventilación (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta baja	P02 E01	Aseo de planta	0,87	0,00	0,00	0,43	-128,74	-163,49	-0,11	- 290,93	- 0,11	- 291,03
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	1,81	15,00	11,00	5,42	-751,83	-313,56	-0,21	- 1.043,17	10,79	- 1.032,38
	P02 E05	Aseo accesible 1	1,97	0,00	0,00	0,98	-312,92	-370,06	-0,24	- 680,03	- 0,24	- 680,28
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	68,28	101,25	74,25	204,85	-4093,90	-2116,53	-1,39	- 5.836,05	72,86	- 5.763,19
TOTALES			**72,92**	**116,25**	**85,25**	**211,25**	**- 5.287,40**	**- 2.963,64**	**-1,95**	**-7.850,19**	**83,30**	**-7.766,88**

PLANTA PRIMERA. BALANCE DE CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN POR ESPACIOS

LOCAL			APORTE DE CALOR INTERNO				PERDIDAS DE CALOR			CARGAS TOTALES PLANTA		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	aporte sensible Iluminación (W)	aporte sensible ocupación (W)	aporte latente ocupación (W)	aporte sensible equipos (W)	Pérdidas por cerramientos (W)	Pérdidas sensibles ventilación (W)	Pérdidas latentes ventilación (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	1,97	0,00	0,00	0,98	-113,70	-370,06	-0,24	-480,81	-0,24	-481,05
	P03 E04	Distribuidor de planta	1,26	0,00	0,00	1,26	-267,97	-86,64	-0,06	-352,10	-0,06	-352,16
	P03 E01	Aseo accesible 1	1,97	0,00	0,00	0,98	-176,85	-370,06	-0,24	-543,97	-0,24	-544,21
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	68,28	101,25	74,25	204,85	-2215,98	-2116,53	-1,39	-3958,13	72,86	-3885,27
TOTALES			**73,47**	**101,25**	**74,25**	**208,07**	**-2.774,50**	**-2.943,30**	**-1,93**	**-5.335,01**	**72,32**	**-5.262,69**

PLANTA TIPO. BALANCE DE CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN POR ESPACIOS

LOCAL			APORTE DE CALOR INTERNO				PERDIDAS DE CALOR			CARGAS TOTALES PLANTA		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	aporte sensible Iluminación (W)	aporte sensible ocupación (W)	aporte latente ocupación (W)	aporte sensible equipos (W)	Pérdidas por cerramientos (W)	Pérdidas sensibles ventilación (W)	Pérdidas latentes ventilación (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta tipo (2ª-3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	1,97	0,00	0,00	0,98	-113,70	-370,06	-0,24	-480,81	-0,24	-481,05
	P04 E04	Distribuidor de planta	1,26	0,00	0,00	1,26	-267,97	-86,64	-0,06	-352,10	-0,06	-352,16
	P04 E01	Aseo accesible 1	1,97	0,00	0,00	0,98	-176,85	-370,06	-0,24	-543,97	-0,24	-544,21
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	68,28	101,25	74,25	204,85	-2215,98	-2116,53	-1,39	-3958,13	72,86	-3885,27
TOTALES			**73,47**	**101,25**	**74,25**	**208,07**	**-2.774,50**	**-2.943,30**	**-1,93**	**-5.335,01**	**72,32**	**-5.262,69**
X	**2**	**TOTALES 3 PLANTAS**	**146,95**	**202,50**	**148,50**	**416,14**	**- 5.549,00**	**- 5.886,60**	**- 3,86**	**- 10.670,02**	**144,64**	**- 10.525,38**

PLANTA CUARTA. BALANCE DE CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN POR ESPACIOS

LOCAL			APORTE DE CALOR INTERNO				PERDIDAS DE CALOR			CARGAS TOTALES PLANTA		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	aporte sensible Iluminación (W)	aporte sensible ocupación (W)	aporte latente ocupación (W)	aporte sensible equipos (W)	Pérdidas por cerramientos (W)	Pérdidas sensibles ventilación (W)	Pérdidas latentes ventilación (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	1,97	0,00	0,00	0,98	-193,36	-370,06	-0,24	-560,48	-0,24	-560,72
	P05 E03	Distribuidor de planta	1,26	0,00	0,00	1,26	-368,52	-86,64	-0,06	-452,65	-0,06	-452,71
	P05 E01	Aseo accesible 1	1,97	0,00	0,00	0,98	-259,53	-370,06	-0,24	-626,64	-0,24	-626,88
	P05 E07	Despachos 1	22,83	33,75	24,75	68,49	-1283,01	-705,51	-0,46	-1863,45	24,29	-1839,17
	P05 E09	Despachos 2	22,83	33,75	24,75	68,49	-1283,01	-705,51	-0,46	-1863,45	24,29	-1839,17
	P05 E06	Hall zona despachos	2,20	0,00	0,00	32,94	-150,01	-151,49	-0,10	-266,36	-0,10	-266,46
	P05 E08	Salas de reuniones	11,64	86,25	63,25	34,92	-574,49	-1802,97	-1,18	-2244,65	62,07	-2182,59
TOTALES			**64,69**	**153,75**	**112,75**	**208,06**	**-4.111,94**	**-4.192,25**	**-2,75**	**-7.877,69**	**110,00**	**-7.767,69**
							PÉRDIDAS TOTALES EN EL EDIFICIO			-31.732,90	410,26	-31.322,64

VERANO. REFRIGERACIÓN.

PLANTA BAJA. RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA REFRIGERACIÓN. VERANO

LOCAL			ENVOLVENTE		VENTILACIÓN		CARGAS INTERNAS				CARGAS TOTALES REFRIGERACIÓN		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	ganancias sensibles por cerramientos (W)	ganancias sensibles radiación huecos (W)	Ganancias sensibles ventilación (W)	Ganancias latentes ventilación (W)	aporte sensible ocupación (W)	aporte latente ocupación (W)	aporte sensible Iluminación (W)	aporte sensible equipos (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta baja	P02 E01	Aseo de planta	75,91	-	69,17	0,04	-	-	17,38	8,69	171,15	0,04	171,19
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	324,27	115,64	132,66	0,07	300,00	220,00	36,11	108,33	1.017,02	220,07	1.237,09
	P02 E05	Aseo accesible 1	154,13	17,76	156,57	0,09	-	-	39,34	19,67	387,47	0,09	387,56
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	2.381,87	12.684,53	895,46	0,50	2.025,00	1.485,00	1.365,65	4.096,95	23.449,45	1.485,50	24.934,94
TOTALES			**2.936,19**	**12.817,93**	**1.253,85**	**0,69**	**2.325,00**	**1.705,00**	**1458,48**	**4233,64**	**25.025,09**	**1.705,69**	**26.730,78**

PLANTA PRIMERA. RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA REFRIGERACIÓN. VERANO

LOCAL			ENVOLVENTE		VENTILACIÓN		CARGAS INTERNAS				CARGAS TOTALES REFRIGERACIÓN		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	ganancias sensibles por cerramientos (W)	ganancias sensibles radiación huecos (W)	Ganancias sensibles ventilación (W)	Ganancias latentes ventilación (W)	aporte sensible ocupación (W)	aporte latente ocupación (W)	aporte sensible Iluminación (W)	aporte sensible equipos (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	78,64	17,77	156,57	0,09	-	-	39,34	19,67	311,98	0,09	312,07
	P03 E04	Distribuidor de planta	114,10	27,78	36,66	0,02	-	-	25,12	25,12	228,78	0,02	228,80
	P03 E01	Aseo accesible 1	105,92	18,00	156,57	0,09	-	-	39,34	19,67	339,49	0,09	339,58
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	1.712,45	12.449,50	895,46	0,50	2.025,00	1.485,00	1.365,65	4.096,95	22.545,00	1.485,50	24.030,50
TOTALES			**2.011,10**	**12.513,05**	**1.245,24**	**0,69**	**2.025,00**	**1.485,00**	**1469,45**	**4161,41**	**23.425,25**	**1.485,69**	**24.910,94**

PLANTA TIPO. RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA REFRIGERACIÓN. VERANO

	LOCAL		ENVOLVENTE		VENTILACIÓN		CARGAS INTERNAS				CARGAS TOTALES REFRIGERACIÓN		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	ganancias sensibles por cerramientos (W)	ganancias sensibles radiación huecos (W)	Ganancias sensibles ventilación (W)	Ganancias latentes ventilación (W)	aporte sensible ocupación (W)	aporte latente ocupación (W)	aporte sensible Iluminación (W)	aporte sensible equipos (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta tipo (2ª-3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	78,64	17,77	156,57	0,09	-	-	39,34	19,67	311,98	0,09	312,07
	P04 E04	Distribuidor de planta	114,10	27,78	36,66	0,02	-	-	25,12	25,12	228,78	0,02	228,80
	P04 E01	Aseo accesible 1	105,92	18,00	156,57	0,09	-	-	39,34	19,67	339,49	0,09	339,58
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	1.712,45	12.449,50	895,46	0,50	2.025,00	1.485,00	1.365,65	4.096,95	22.545,00	1.485,50	24.030,50
	TOTALES		**2.011,10**	**12.513,05**	**1.245,24**	**0,69**	**2.025,00**	**1.485,00**	**1469,45**	**4161,41**	**23.425,25**	**1.485,69**	**24.910,94**
X	**2**	**TOTALES 3 PLANTAS**	**4.022,21**	**25.026,10**	**2.490,48**	**1,38**	**4.050,00**	**2.970,00**	**2.938,90**	**8.322,82**	**46.850,51**	**2.971,38**	**49.821,89**

PLANTA CUARTA. RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA REFRIGERACIÓN. VERANO

	LOCAL		ENVOLVENTE		VENTILACIÓN		CARGAS INTERNAS				CARGAS TOTALES REFRIGERACIÓN		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	ganancias sensibles por cerramientos (W)	ganancias sensibles radiación huecos (W)	Ganancias sensibles ventilación (W)	Ganancias latentes ventilación (W)	aporte sensible ocupación (W)	aporte latente ocupación (W)	aporte sensible Iluminación (W)	aporte sensible equipos (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	173,80	17,54	156,6	0,09	-	-	39,34	19,67	406,91	0,09	407,00
	P05 E03	Distribuidor de planta	230,42	28,51	36,7	0,02	-	-	25,12	25,12	345,83	0,02	345,85
	P05 E01	Aseo accesible 1	188,14	17,76	156,6	0,09	-	-	39,34	19,67	421,48	0,09	421,56
	P05 E07	Despachos 1	1.093,13	10.020,11	298,5	0,17	675,00	495,00	456,60	1.369,80	13.913,12	495,17	14.408,29
	P05 E09	Despachos 2	1.194,10	1.216,71	298,5	0,17	675,00	495,00	456,60	1.369,80	5.210,70	495,17	5.705,86
	P05 E06	Hall zona despachos	201,59	-	64,1	0,04	-	-	43,92	658,80	968,40	0,04	968,44
	P05 E08	Salas de reuniones	434,32	1.206,60	762,8	0,42	1.725,00	1.265,00	232,80	698,40	5.059,92	1.265,42	6.325,34
	TOTALES		**3.515,51**	**12.507,23**	**1.773,64**	**0,98**	**3.075,00**	**2.255,00**	**1293,72**	**4161,26**	**26.326,36**	**2.255,98**	**28.582,35**
							GANANCIAS TOTALES EN EL EDIFICIO				**121.627,21**	**8.418,75**	**130.045,96**

El conjunto del edificio se ha dividido en 10 zonas cada una de ellas dependiente de un subsistema de climatización. Estas zonas agrupan espacios que comparten demandas similares y perfiles de uso y ocupación también similares. Fundamentalmente se realiza una división por plantas y por zona de servicios o zona de trabajo.

En las siguientes tablas se resume el reparto de zonas con los espacios que componen cada una de ellas y los caudales de suministro necesarios en cada espacio y cuyo valor se justifica en el anexo de cálculo mencionado anteriormente:

SISTEMA 1. Planta Baja ZONA DE SERVICIOS				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P02 E01	Aseo de planta	UT 3	0,31	0,18	183,45	50,26	93,85	183,00
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	UT 2	1,07	1,03	641,51	290,83	180,00	642,00
	P02 E05	Aseo accesible 1	UT 1	0,72	0,40	428,08	113,79	212,44	428,00
	TOTALES			**2,10**	**1,61**				**1.253,00**

SISTEMA 2. Planta Baja ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	UT 4	6,05	23,54	3.610,57	6.788,95	1.215,00	6.789,00
	TOTALES			**6,05**	**23,54**				**6.789,00**

SISTEMA 3. Planta Primera ZONA DE SERVICIOS				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P03 E03	Aseo accesible 2	UT 7	0,52	0,33	309,14	97,03	212,44	309,00
	P03 E04	Distribuidor de planta	UT 6	0,36	0,23	215,38	68,84	49,74	215,00
	P03 E01	Aseo accesible 1	UT 5	0,58	0,36	346,85	105,17	212,44	347,00
	TOTALES			**1,46**	**0,92**				**871,00**

SISTEMA 4. Planta Primera ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	UT 8	4,17	22,63	2.489,42	6.528,10	1.215,00	6.528,00
	TOTALES			**4,17**	**22,63**				**6.528,00**

SISTEMA 5. Planta Tipo ZONA DE SERVICIOS				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P04 E03	Aseo accesible 2	UT 11	0,52	0,33	309,14	97,03	212,44	309,00
	P04 E04	Distribuidor de planta	UT 10	0,36	0,23	215,38	68,84	49,74	215,00
	P04 E01	Aseo accesible 1	UT 9	0,58	0,36	346,85	105,17	212,44	347,00
	TOTALES			**1,46**	**0,92**				**871,00**

SISTEMA 6. Planta Tipo ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	UT 12	4,17	22,63	2.489,42	6.528,10	1.215,00	6.528,00
	TOTALES			**4,17**	**22,63**				**6.528,00**

SISTEMA 7. Planta Cuarta ZONA DE SERVICIOS				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P05 E02	Aseo accesible 2	UT 16	0,60	0,42	356,71	125,14	212,44	357,00
	P05 E03	Distribuidor de planta	UT 15	0,46	0,35	275,41	103,50	49,74	275,00
	P05 E01	Aseo accesible 1	UT 14	0,66	0,44	396,21	129,45	212,44	396,00
	P05 E06	Hall zona despachos	UT 13	0,28	0,97	168,06	288,68	86,96	289,00
	TOTALES			**2,00**	**2,18**				**1.317,00**

SISTEMA 8. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. DESPACHOS 1. OESTE				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P05 E07	Despachos 1	UT 17	1,93	13,94	1.154,63	4.092,51	405,00	4.093,00
	TOTALES			**1,93**	**13,94**				**4.093,00**

SISTEMA 9. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. SALA DE REUNIONES				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P05 E08	Salas de reuniones	UT 18	2,42	5,14	1.447,73	1.300,42	1.035,00	1.448,00
	TOTALES			**2,42**	**5,14**				**1.448,00**

SISTEMA 10. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. DESPACHOS 2. ESTE				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P05 E09	Despachos 2	UT 19	1,93	5,24	1.154,63	1.491,98	405,00	1.492,00
	TOTALES			**1,93**	**5,24**				**1.492,00**

Considerando todo lo anterior, se realiza una caracterización de los equipos necesarios para neutralizar las cargas térmicas de cada espacio y suministrar los caudales de aire requeridos en cada una de las zonas. En el anexo de cálculo de equipos del capítulo de AYUDAS de esta guía se realiza un cálculo detallado de todo el proceso hasta obtener la potencia necesaria en cada una de las baterías de las climatizadoras previstas.

Las siguientes tablas resumen las características principales de las climatizadoras previstas para cada zona del edificio:

SISTEMA 1. Planta Baja ZONA DE SERVICIOS				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P02 E01	Aseo de planta	UT 3	0,31	0,18	183,45	50,26	93,85	183,00
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	UT 2	1,07	1,03	641,51	290,83	180,00	642,00
	P02 E05	Aseo accesible 1	UT 1	0,72	0,40	428,08	113,79	212,44	428,00
		TOTALES		**2,10**	**1,61**				**1.253,00**

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(W)	1.611,48						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	220,22									
efect.	0,88	13,25	1.253,00	14,65	57,25	41,75	**6,47**	**1,62**	5,27	1,20

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	1.253,00	26,00	35,00	49,00	**5,85**	**1,46**	5,85	-

SISTEMA 2. Planta Baja ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	UT 4	6,05	23,54	3.610,57	6.788,95	1.215,00	6.789,00
		TOTALES		**6,05**	**23,54**				**6.789,00**

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	23.538,99						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	1.485,55									
efect.	0,94	13,50	6.789,00	14,87	57,25	43,25	**31,68**	**7,92**	28,04	3,64

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	6.789,00	26,00	35,00	49,00	**31,68**	**7,92**	31,68	-

SISTEMA 3. Planta Primera ZONA DE SERVICIOS				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P03 E03	Aseo accesible 2	UT 7	0,52	0,33	309,14	97,03	212,44	309,00
	P03 E04	Distribuidor de planta	UT 6	0,36	0,23	215,38	68,84	49,74	215,00
	P03 E01	Aseo accesible 1	UT 5	0,58	0,36	346,85	105,17	212,44	347,00
		TOTALES		**1,46**	**0,92**				**871,00**

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	915,23						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	0,21									
efect.	1,00	13,80	871,00	15,14	57,25	42,75	**4,21**	**1,05**	3,52	0,69

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	871,00	26,00	35,00	49,00	**4,06**	**1,02**	4,06	-

SISTEMA 4. Planta Primera ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	UT 8	4,17	22,63	2.489,42	6.528,10	1.215,00	6.528,00
	TOTALES			4,17	22,63				6.528,00

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	22.634,54						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	1.485,55									
efect.	0,94	13,50	6.528,00	14,87	57,25	43,25	30,46	7,62	26,96	3,50

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	6.528,00	26,00	35,00	49,00	30,46	7,62	30,46	-

SISTEMA 5. Planta Tipo ZONA DE SERVICIOS				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P04 E03	Aseo accesible 2	UT 11	0,52	0,33	309,14	97,03	212,44	309,00
	P04 E04	Distribuidor de planta	UT 10	0,36	0,23	215,38	68,84	49,74	215,00
	P04 E01	Aseo accesible 1	UT 9	0,58	0,36	346,85	105,17	212,44	347,00
	TOTALES			1,46	0,92				871,00

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	915,23						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	0,21									
efect.	1,00	13,80	871,00	15,14	57,25	42,75	4,21	1,05	3,52	0,69

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	871,00	26,00	35,00	49,00	4,06	1,02	4,06	-

SISTEMA 6. Planta Tipo ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	UT 12	4,17	22,63	2.489,42	6.528,10	1.215,00	6.528,00
	TOTALES			4,17	22,63				6.528,00

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	22.634,54						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	1.485,55									
efect.	0,94	13,50	6.528,00	14,87	57,25	43,25	30,46	7,62	26,96	3,50

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	6.528,00	26,00	35,00	49,00	30,46	7,62	30,46	-

SISTEMA 7. Planta Cuarta ZONA DE SERVICIOS				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P05 E02	Aseo accesible 2	UT 16	0,60	0,42	356,71	125,14	212,44	357,00
	P05 E03	Distribuidor de planta	UT 15	0,46	0,35	275,41	103,50	49,74	275,00
	P05 E01	Aseo accesible 1	UT 14	0,66	0,44	396,21	129,45	212,44	396,00
	P05 E06	Hall zona despachos	UT 13	0,28	0,97	168,06	288,68	86,96	289,00
		TOTALES		**2,00**	**2,18**				**1.317,00**

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	2.184,01						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	0,25									
efect.	1,00	13,80	1.317,00	15,14	57,25	42,75	**6,37**	**1,59**	5,32	1,04

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	1.317,00	26,00	35,00	49,00	**6,15**	**1,54**	6,15	-

SISTEMA 8. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. DESPACHOS 1. OESTE				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P05 E07	Despachos 1	UT 17	1,93	13,94	1.154,63	4.092,51	405,00	4.093,00
		TOTALES		**1,93**	**13,94**				**4.093,00**

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	13.942,97						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	495,18									
efect.	0,97	13,70	4.093,00	15,05	57,25	43,50	**18,76**	**4,69**	16,66	2,10

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	4.093,00	26,00	35,00	49,00	**19,10**	**4,78**	19,10	-

SISTEMA 9. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. SALA DE REUNIONES				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P05 E08	Salas de reuniones	UT 18	2,42	5,14	1.447,73	1.300,42	1.035,00	1.448,00
		TOTALES		**2,42**	**5,14**				**1.448,00**

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	5.136,20						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	1.265,46									
efect.	0,80	11,90	1.448,00	13,43	57,25	39,25	**8,69**	**2,17**	6,00	2,69

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	1.448,00	26,00	35,00	49,00	**6,76**	**1,69**	6,76	-

SISTEMA 10. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. DESPACHOS 2. ESTE				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P05 E09	Despachos 2	UT 19	1,93	5,24	1.154,63	1.491,98	405,00	1.492,00
		TOTALES		**1,93**	**5,24**				**1.492,00**

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	5.240,55						**POT. FRIG. (kW)**	**CONSUMO (kW)**		
Σ C. latentes Ef.(kW)	495,18									
efect.	0,91	13,35	1.492,00	14,74	57,25	42,50	**7,34**	**1,83**	6,23	1,11

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	**CONSUMO (kW)**		
15,80	12,30	27,50	1.492,00	26,00	35,00	49,00	**6,96**	**1,74**	6,96	-

A partir de los valores de potencia térmica y caudal de suministro necesarios para cada sistema, se identifican en el mercado los equipos disponibles de producción, UTA´s y resto de equipos cuyas prestaciones se ajusten a dichas necesidades. Una vez seleccionados los equipos comerciales, se incorporan el resto de los parámetros técnicos asociados a los mismos, tales como caudal nominal, potencia, rendimientos, eficiencia en la recuperación y otras características específicas. En nuestro caso hemos optado por trabajar con unos valores teóricos y que se corresponden con los valores estrictos obtenidos en el cálculo.

En las tablas que se muestran a partir de la página siguiente, se resumen los parámetros principales que definen los sistemas de acondicionamiento seleccionados de cada planta y que son los que se han incorporado en el módulo de CALENER VYP para la simulación del modelo de este edificio.

SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

Lo componen en realidad 10 sistemas independientes que agrupan cada uno de ellos las diferentes zonas que resultan compatibles en cuanto a planta en la que se ubican, carga interna, orientación, etc. La producción térmica se realiza mediante bombas de calor (BDC) cuyas unidades exteriores se situan en cubierta. Mediante circuitos de agua estas BDC alimentan las baterías de las unidades interiores, climatizadoras, una por zona, y que reciben además aire exterior de renovación, sin recirculación y con recuperador de calor (eficiencia 75%). Desde las climatizadoras los caudales de aire tratado se distribuyen a los locales mediante conductos de impulsión y red de retorno para devolver el aire a la climatizadora que recupera su energía antes de expulsarlo nuevamente en cubierta.

SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN PLANTA BAJA

SISTEMA 1. Planta baja ZONA DE SERVICIOS

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P02 E01		183,00	93,85
P02 E06	*	642,00	180,00
P02 E05		428,00	212,44
Totales		**1.253,00**	**486,29**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	6,47	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	5,27	kW
Consumo de refrigeración nominal	1,62	kW
Capacidad calorífica nominal	5,85	kW
Consumo de calefacción nominal	1,46	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMA 2. Planta Baja ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P02 E07	*	6.789,00	1.215,00
Totales		**6.789,00**	**1.215,00**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	31,68	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	28,04	kW
Consumo de refrigeración nominal	7,92	kW
Capacidad calorífica nominal	31,68	kW
Consumo de calefacción nominal	7,92	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN PLANTA PRIMERA

SISTEMA 3. Planta Primera ZONA DE SERVICIOS

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P03 E03		309,00	212,44
P03 E04	*	215,00	49,74
P03 E01		347,00	212,44
Totales		**871,00**	**474,61**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	4,21	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	3,52	kW
Consumo de refrigeración nominal	1,05	kW
Capacidad calorífica nominal	4,06	kW
Consumo de calefacción nominal	1,02	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMA 4. Planta Primera ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P03 E02	*	6.528,00	1.215,00
Totales		**6.528,00**	**1.215,00**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	30,46	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	26,96	kW
Consumo de refrigeración nominal	7,62	kW
Capacidad calorífica nominal	30,46	kW
Consumo de calefacción nominal	7,62	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN PLANTA TIPO

SISTEMA 5. Planta Tipo ZONA DE SERVICIOS

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P04 E03		309,00	212,44
P04 E04	*	215,00	49,74
P04 E01		347,00	212,44
Totales		**871,00**	**474,61**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	4,21	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	3,52	kW
Consumo de refrigeración nominal	1,05	kW
Capacidad calorífica nominal	4,06	kW
Consumo de calefacción nominal	1,02	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMA 6. Planta Tipo ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P04 E02	*	6.528,00	1.215,00
Totales		**6.528,00**	**1.215,00**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	30,46	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	26,96	kW
Consumo de refrigeración nominal	7,62	kW
Capacidad calorífica nominal	30,46	kW
Consumo de calefacción nominal	7,62	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN PLANTA CUARTA

SISTEMA 7. Planta Cuarta ZONA DE SERVICIOS

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P05 E02		357,00	212,44
P05 E03	*	275,00	49,74
P05 E01		396,00	212,44
P05 E06		289,00	86,96
Totales		**1.317,00**	**561,57**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	6,37	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	5,32	kW
Consumo de refrigeración nominal	1,59	kW
Capacidad calorífica nominal	6,15	kW
Consumo de calefacción nominal	1,54	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMA 8. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. DESPACHOS 1. OESTE

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P05 E07	*	4.093,00	405,00
Totales		**4.093,00**	**405,00**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	18,76	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	16,66	kW
Consumo de refrigeración nominal	4,69	kW
Capacidad calorífica nominal	19,10	kW
Consumo de calefacción nominal	4,78	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMA 9. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. SALA DE REUNIONES

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P05 E08	*	1.448,00	1.035,00
Totales		**1.448,00**	**1.035,00**

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	8,69	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	6,00	kW
Consumo de refrigeración nominal	2,17	kW
Capacidad calorífica nominal	6,76	kW
Consumo de calefacción nominal	1,69	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMA 10. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. DESPACHOS 2. ESTE

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P05 E09	*	1.492,00	405,00
Totales		**1.492,00**	**405,00**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	7,34	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	6,23	kW
Consumo de refrigeración nominal	1,83	kW
Capacidad calorífica nominal	6,96	kW
Consumo de calefacción nominal	1,74	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

ACS

3. Producción de ACS

Dada la escasa demanda estimada para el edificio, el sistema de preparación de ACS se propone mediante acumuladores eléctricos, conocidos habitualmente como "termos eléctricos". Si bien, la producción de energía mediante el efecto Joule de las resistencias de cada acumulador no es la solución más eficiente, puede resultar interesante para perfiles de pequeña demanda como la de este edificio que además está segregada por plantas que gestionan propietarios o inquilinos diferentes. Por otra parte, se dispondrá de energía eléctrica producida en el propio edificio mediante paneles fotovoltaicos que contribuirán, con la consideración de fuente de energía renovable, en la demanda de este servicio.

Se prevé la disposición de un acumulador eléctrico en cada uno de los aseos de planta del edificio. Se situarán en el falso techo de estos espacios.

El volumen de acumulación para los termos eléctricos elegidos será de 30 litros cada uno. El volumen total de acumulación en cada planta será de 60 litros y de 300 litros para todo el edificio.

La potencia de cada uno de los depósitos es de 1.500 W.

El espesor de aislamiento de sus paredes será de 35 mm de PUR y una transmitancia estimada del conjunto de U= 0,71 W/m^2· K. La superficie de su envolvente es de 1,0472 m^2.

Por tanto,

$$U \cdot A = 0{,}74 \text{ W/K}$$

La contribución renovable sobre la demanda de ACS se obtiene de la producción de energía eléctrica de los paneles fotovoltaicos que se incorporan en cubierta, en la misma proporción que el consumo eléctrico de ACS con respecto al consumo eléctrico total de usos EPB del edificio.

En virtud de lo establecido en la exigencia *HE 4 de contribución mínima mediante fuentes renovables en la producción de ACS*, se admite cualquier fuente de energía renovable producida en el propio edificio o su entorno próximo. En concreto en el apartado 2 Caracterización de la exigencia, el texto dice:

> *"Los edificios satisfarán sus necesidades de ACS y de climatización de piscina cubierta empleando en gran medida energía procedente de fuentes renovables o procesos de cogeneración renovables; bien generada en el propio edificio o bien a través de la conexión a un sistema urbano de calefacción"*

En el apartado 3 de cuantificación de dicha exigencia punto 3.1 1) se concreta lo siguiente:

> *"La contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables cubrirá al menos el* **70%** *de la demanda energética anual para ACS y para climatización de piscina, obtenida a partir de los valores mensuales, e incluyendo las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación. Esta contribución mínima podrá reducirse al* **60%** *cuando la demanda de ACS sea inferior a 5000 l/d.*
>
> *Se considerará únicamente la aportación renovable de la energía con origen in situ o en las proximidades del edificio, o procedente de biomasa sólida."*

Como veremos en detalle en el apartado de justificación del cumplimiento del *DB HE 4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria*, se ha partido de una ocupación media tipo, la misma que se utiliza en el cálculo del CFI (ver anexo en el capítulo de AYUDAS). Este criterio parece razonable en este tipo de edificios con consumo de ACS muy bajo.

Atendiendo a este criterio se ha considerado que el edificio tiene un perfil de ocupación muy similar en las plantas baja, 1ª, 2ª y 3ª y para ellas se ha definido un sistema por cada unidad de almacenamiento, completando un total de 8 sistemas iguales. Para la planta 4ª, con una ocupación diferente, se han considerado dos sistemas iguales, uno por cada termo eléctrico de los dos que hay por planta.

En el cuadro resumen que se incluye a continuación, se especifican todos los valores y características que definen la instalación.

PRODUCCIÓN Y PREPARACIÓN DE ACS

Sistema de producción mediante acumuladores eléctricos (10) que aportan la energía necesaria para la preparación del ACS. Apoyo en su consumo eléctrico mediante paneles solares fotovoltaicos.

PRODUCCIÓN SISTEMA CONVENCIONAL: Acum. eléctrico

Características de los acumuladores eléctricos

Potencia de cada acumulador	1,5	KW
Rendimiento	0,92	
Coef. perdidas acumulador (A·U):	0,74	W/ºC
Volumen de cada depósito:	30	litros

DEMANDA DE ACS (Anejo F Demanda de referencia de ACS)

Cálculo demanda de referencia a 60 ºC

Ocupantes (*)	105	
Necesidades de ACS	2	l/p·día
Demanda diaria de ACS	210	l/día

Estimación de perdidas

Estimación de perdidas debidas a distribución y recirculación (10%)	21	l/día
Total Demanda de ACS	**231**	**l/día**

(*) Ocupación media según cálculos relizados para el CFI (Ver anexo de cálculo en el apartado de AYUDAS) de 16 personas por planta en las plantas baja, primera, segunda y tercera y 41 personas en la planta cuarta de despachos. Se utilizan las demandas orientativas de ACS para usos distintos al residencial privado (oficinas) que figuran en el anejo F (Tabla b) DB HE, en este caso 2 litros por persona y día. A la hora de incorporar estos datos en HULC se ha optado por introducir 8 sistemas iguales correspondientes a las plantas baja, 1ª, 2ª y 3ª (2 sistemas iguales por planta) y dos sitemas iguales en la planta cuarta, cada uno de ellos con la demanda correspondiente en función de su ocupación parcial vinculada.

Sistema TIPO 1. Planta baja, primera y planta tipo (2ª y 3ª)

Número de sistemas iguales	8	
Potencia de cada acumulador	1,5	KW
Rendimiento nominal	0,92	
Volumen de cada depósito:	30	litros
Coef. perdidas acumulador (A·U):	0,74	W/ºC
Ocupantes en cada sistema	8	pers.
Demanda (incluidas pérdidas)	17,6	l/día
Tª de distribución:	60	ºC
Tª de utilización:	60	ºC
Demanda total (8 sistemas iguales)	140,8	l/día

Sistema TIPO 2. Planta cuarta

Número de sistemas iguales	2	
Potencia de cada acumulador	1,5	kW
Rendimiento nominal	0,92	
Volumen de cada depósito:	30	litros
Coef. perdidas acumulador (A·U):	0,74	W/ºC
Ocupantes en cada sistema	20,5	pers.
Demanda (incluidas pérdidas)	45,1	l/día
Tª de distribución:	60	ºC
Tª de utilización:	60	ºC
Demanda total (2 sistemas iguales)	90,2	l/día

La demanda conjunta del edificio es de **231 l/día**, inferior a 5.000 litros al día, por lo que la contribución exigible será del **60 %** de la demanda anual, incluyendo las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación. Las pérdidas debidas a distribución y recirculación se incorporan estimadas ya en este cuadro. En el apartado dedicado a la justificación del cumplimiento de la *Sección HE 4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria* se completan los cálculos de pérdidas en lo que se refiere a la acumulación y se comprueba el cumplimiento de esta exigencia.

FOTO

4. Producción de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos

El edificio incorpora un campo de paneles solares fotovoltaicos para la producción de energía eléctrica destinada a los consumos eléctricos del edificio. Con ellos se pretende compensar parcialmente el consumo que se produce en las bombas de calor de los sistemas de calefacción-refrigeración de cada planta del edificio, de los acumuladores eléctricos de preparación del ACS y de la iluminación general.

Los paneles se disponen sobre la azotea técnica del edificio. La disposición es con una mínima inclinación de 10º y orientación pura a sur. Los paneles se encuentran elevados sobre soportes para evitar la obstrucción que pueda suponer el peto perimetral de cubierta. Se ha considerado para los cálculos una superficie útil de captación de 79.02 m² distribuida en 84 paneles de 500 W de potencia pico cada uno.

Los datos de producción se han obtenido empleando la aplicación PVGIS que se encuentra disponible en el siguiente enlace web:

http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/

El resto de los datos y características principales de la instalación figuran en el siguiente cuadro:

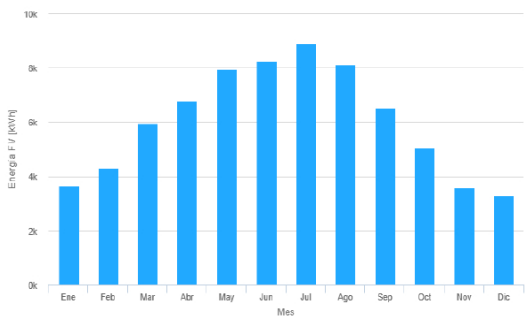
INSTALACIÓN PANELES FOTOVOLTAICOS

Se incorporan paneles solares fotovoltaicos en cubierta. Se disponen elevados con una mínima inclinación de 10º para evitar obstrucciones entre los paneles por lo que se asumen ciertas pérdidas debidas a la falta de una inclinación más adecuada.

DATOS DE PARTIDA

Latitud/longitud:	40.477,-3.686	
Horizonte:	calculado	
Tecnología FV	Silicio cristalino	
Instalado:	42	KWp
Superf. estimada de captación	79,02	m²
Perdidas del sistema	14	%
Ángulo de inclinación	10	º
Ángulo azimut	0	º

Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Producción anual	56.965,37	KWh
Irradiación anual	1.777,99	KWh/m²
Irradiación diaria med. anual	4,87	KWh/m²·d
Variarición interaual	1345,72	KWh

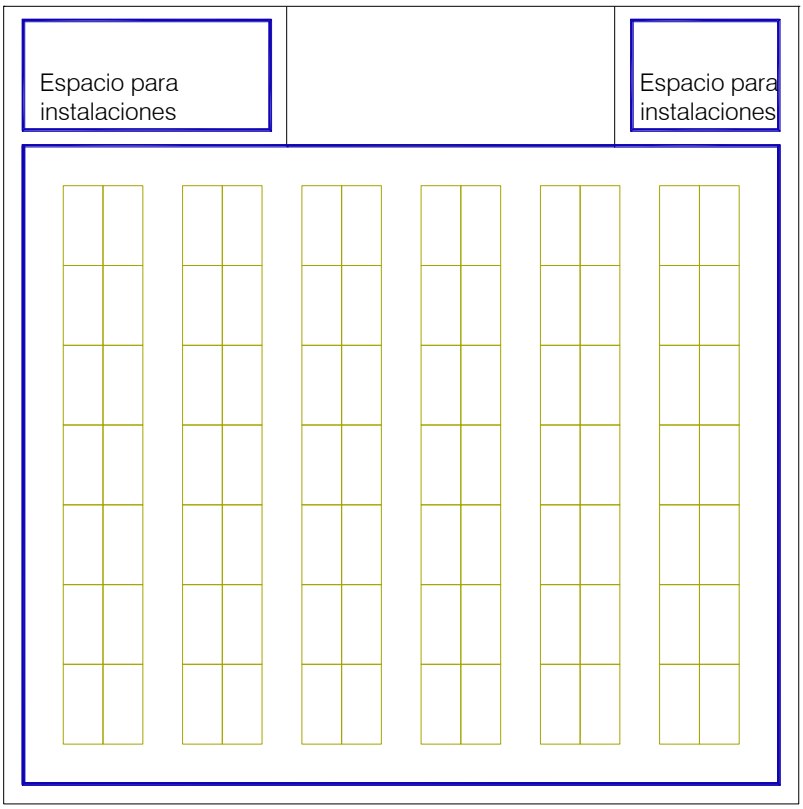
CAMBIOS EN LA PRODUCCIÓN debidos a:

Águlo de incidencia	-3,8 %
Efectos espectrales	0,30 %
Temperatura y baja irradiancia	-8,07 %
Pérdidas totales	-23,72 %

ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y RADIACIÓN SOLAR MENSUAL

Mes	KWh	KWh/m²
Enero	2.368,7	71,3
Febrero	3.060,1	90,5
Marzo	4.601,0	136,4
Abril	5.548,7	168,3
Mayo	6.713,2	208,6
Junio	7.078,0	226,5
Julio	7.579,0	247,0
Agosto	6.704,7	217,3
Septiembre	5.114,2	160,9
Octubre	3.712,0	114,2
Noviembre	2.427,2	73,6
Diciembre	2.058,6	63,3
Totales y medias	**56.965,4**	**148,2**

Una posible disposición de los paneles considerados se representa en el siguiente esquema de la cubierta del edificio:



Programa de usos previstos en la cubierta del edificio

La conexión de los paneles fotovoltaicos se realiza al cuadro general del edificio, por lo que la producción se reparte de manera proporcional a los consumos eléctricos de cada servicio a la hora de cumplimiento del HE4.

ILUMIN

5. Instalación de iluminación en edificio de oficinas

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL EN TODAS LAS ZONAS DEL EDIFICIO

Sistema de iluminación artificial de complemento a la luz natural disponible en las diferentes zonas del edificio. Se trata, en general, de luminarias tipo led con sistema de control de presencia temporizado en aseos y zonas sin ocupación permanente. Sistema de compensación de la luz natural de tal manera que la iluminación artificial se activa exclusivamente cuando la luz natural no proporciona la iluminación necesaria en cada ámbito.

DATOS DE LA INSTALACIÓN EN CADA UNA DE LAS PLANTAS Y ZONAS

Tipo de luminarias previstas en todas las zonas	led

Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	(m^2)	Iluminancia media (lux)	Lúmenes	Potencia (W/m^2)	Potencia Total (W)
P.sótar	P01 E01	Aparcamiento	349,61	200	69.922	1,0	349,61
	P01 E02	Escaleras	11,38	100	1.138	1,0	11,38
						TOTAL PLANTA	360,99
Planta acceso	P02 E01	Aseo de planta	8,69	200	1.738	2,0	17,38
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	36,11	100	3.611	1,0	36,11
	P02 E06	Aseo accesible 1	19,67	200	3.934	2,0	39,34
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	273,13	500	136.565	5,0	1.365,65
	P02 E02	Escalera	11,38	100	1.138	1,0	11,38
						TOTAL PLANTA	1.469,86
Planta primera	P03 E03	Aseo accesible 2	19,67	200	3.934	2,0	39,34
	P03 E04	Distribuidor de planta	25,12	100	2.512	1,0	25,12
	P03 E01	Aseo accesible 1	19,67	200	3.934	2,0	39,34
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	500	136.565	5,0	1.365,65
	P03 E06	Escalera	11,38	100	1.138	1,0	11,38
						TOTAL PLANTA	1.480,83
Planta tipo (x2)	P04 E03	Aseo accesible 2	19,67	200	3.934	2,0	39,34
	P04 E04	Distribuidor de planta	25,12	100	2.512	1,0	25,12
	P04 E01	Aseo accesible 1	19,67	200	3.934	2,0	39,34
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	500	136.565	5,0	1.365,65
	P04 E06	Escalera	11,38	100	1.138	1,0	11,38
		Segunda igual:	348,97			TOTAL PLANTA	1.480,83
				TOTAL PARA DOS PLANTAS IGUALES		X 2	2.961,66
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	19,67	200	3.934	2,0	39,34
	P05 E03	Distribuidor de planta	25,12	100	2.512	1,0	25,12
	P05 E01	Aseo accesible 1	19,67	200	3.934	2,0	39,34
	P05 E07	Despachos 1	91,32	500	45.660	5,0	456,60
	P05 E09	Despachos 2	91,32	500	45.660	5,0	456,60
	P05 E06	Hall zona de despachos	43,92	100	4.392	1,0	43,92
	P05 E08	Sala de reuniones	46,56	500	23.280	5,0	232,80
	P05 E05	Escalera	11,38	100	1.138	1,0	11,38
						TOTAL PLANTA	1.305,10
	TOTALES		2.105,84				7.578,44

CONTROL Y GESTIÓN DE LA INSTALACIÓN EN TODAS LAS ZONAS

Dispone de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico	SI	en todos los casos
Dispone cada zona de encendido y apagado por detección de presencia temporizado	SI	aseos, vestuarios y paso
Dispone cada zona de encendido por horario centralizado en cada cuadro eléctrico	SI	resto de espacios
Dispone de sistema de aprovechamiento de la iluminación natural donde exista	SI	excepto aseo pl. baja

En el edificio se ha previsto un sistema de iluminación adecuado a las necesidades propias de la actividad que se va a desarrollar. Debido a la gran superficie de huecos previstos, habitual en este tipo de edificios, se prevé un buen aprovechamiento de la luz natural y el complemento de esta mediante la instalación de un sistema de iluminación artificial. El acceso a la luz natural se produce principalmente en las fachadas sur, este y oeste donde se dispone de muro cortina confinado entre forjados. La fachada norte dispone de huecos de menores dimensiones y una proporción hueco/cerramiento mucho menor.

En la planta sótano, dedicada a garaje e instalaciones, no existen huecos de iluminación natural y se depende totalmente de la iluminación artificial.

Todos los espacios que disponen de acceso a la luz natural (excepto aseos y zonas de servicio) dispondrán de un sistema de compensación y regulación de las luminarias que complemente, exclusivamente cuando sea necesario, la iluminancia prevista y que no se puede alcanzar mediante la iluminación natural recibida a través de los huecos de fachada de cada espacio. Los aseos se excluyen de la incorporación de estos sistemas de regulación para el aprovechamiento de la luz natural debido al tamaño reducido de sus huecos y el perfil de uso de estos espacios con ocupación ocasional y alternativa a la de los espacios principales del uso administrativo. Por todo lo anterior, se estima suficiente medida para la correcta gestión de la luz artificial en estos espacios, la incorporación de sistemas automáticos de detección de presencia de personas para el encendido y apagado de luminarias. El resto de los datos y características principales de la instalación figuran en el cuadro que figura al inicio de este apartado. Los valores que figuran en dicho cuadro varían de los empleados en el apartado de ayudas dedicado al cálculo de la carga interna media (C_{FI}). En el cálculo del C_{FI} se han utilizado valores medios recomendados, mientras que, en este aparatado, nos hemos basado en valores concretos de luminarias comerciales que se incorporarían al proyecto. Del número de luminarias y de la suma de sus potencias se obtiene, por ejemplo, la potencia total que se pretende instalar en cada espacio.

Respecto a los valores de iluminación necesarios en los diferentes locales, hay que decir que el *CTE DB HE* en su sección *HE 3 Condiciones de las instalaciones de iluminación*, no regula los niveles mínimos de iluminación. El *Anejo IV del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*, aporta niveles mínimos de iluminación en los lugares de trabajo. También la *UNE-EN 12464-1 Luz e iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: lugares de trabajo en interiores,* se puede utilizar como referencia en este y otros aspectos para definir la instalación de iluminación más adecuada en cada caso. La sección SUA4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada, del DB-SUA, establece condiciones para el alumbrado normal en zonas de circulación y para el alumbrado de emergencia que deben tenerse también en cuenta.

En nuestro ejemplo, a la hora de fijar la iluminancia de referencia en cada espacio, hemos aplicado los criterios que se establecen en el *Anejo IV del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.* En nuestro caso hemos consideramos para los diferentes locales del edificio las siguientes exigencias visuales mínimas:

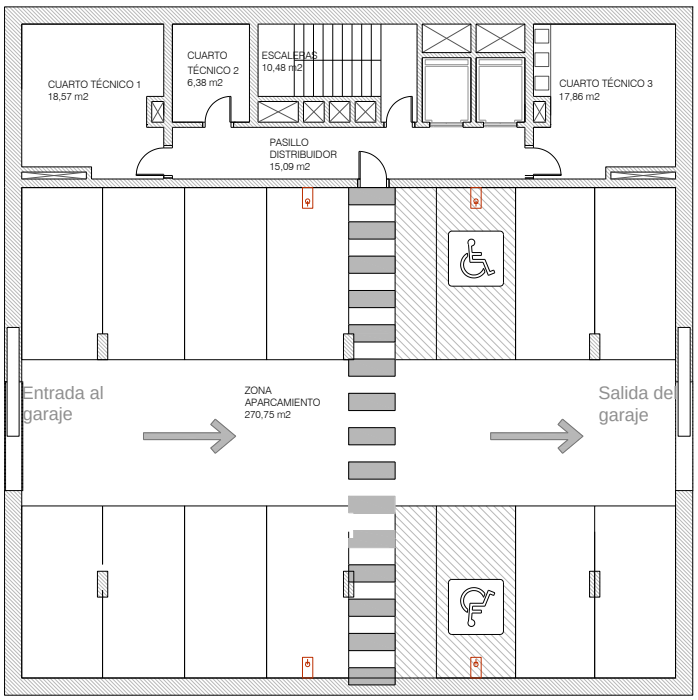
	Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
	Zonas donde se ejecuten tareas con:	
	1.º Bajas exigencias visuales	100
Zonas de aseo →	2.º Exigencias visuales moderadas	200
Zonas de trabajo →	3.º Exigencias visuales altas	500
	4.º Exigencias visuales muy altas	1.000
	Áreas o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

R VEH

6. Infraestructura de recarga de vehículos eléctricos

Como se justificará más adelante en el apartado de *CTE DB HE6 Dotaciones mínimas para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos* de este documento, el edificio de oficinas objeto consta de un total de 14 plazas de aparcamiento en su planta sótano; de estas 14 plazas, 4 de ellas cuentan con estación de recarga.

Se muestra a continuación, la ubicación de las estaciones de recarga en la planta sótano de aparcamiento del edificio objeto:



Infraestructura de Recarga para Vehículo Eléctrico (IRVE)

El edificio, además de las 4 estaciones de recarga proyectadas, cuenta con que el resto de las plazas (10) quedarán dotadas con infraestructura de canalización preparada para la futura instalación de IRVE, cumpliendo con las exigencias del CTE DB-HE6 para edificios de uso distinto al residencial.

Dotación: 4 plazas con estación de recarga, las dos accesibles y dos más.

CUMPLE

SECCIÓN 2. CUMPLIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS

HE1	Condiciones para el control de la demanda energética
HE2	Condiciones de las instalaciones térmicas
HE3	Condiciones de las instalaciones de iluminación
HE4	Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria
HE5	Generación mínima de energía eléctrica procedente de fuentes renovables
HE6	Dotaciones mínimas para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos
HE0	Limitación del consumo energético.
RES	Resumen del cumplimiento de todos los indicadores de cada sección

A continuación, se realiza la comprobación del cumplimiento de cada una de las exigencias y en cada una de ellas de los valores límite e indicadores que resultan de aplicación a este ejemplo. Esta comprobación se realiza considerando las condiciones geométricas y constructivas y las características de los sistemas de acondicionamiento que se han descrito como punto de partida en los apartados anteriores.

Para este número de la *Guía de ejemplos* se aplica el *CTE DB HE Ahorro de energía en su versión del 22 diciembre 2023*.

De manera simultánea a los cálculos y justificaciones que se detallan en los siguientes apartados, se ha simulado el modelo en HULC tal y como se describe en el capítulo de AYUDAS de esta guía. Los resultados obtenidos, figuran como referencia en algunos apartados del cumplimiento.

HE1

HE1.CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

1. Preparación de datos previos a la comprobación
2. Condiciones de la envolvente térmica
3. Limitación de descompensaciones
4. Limitación de condensaciones de la envolvente térmica
5. Comentarios

Esta exigencia se encarga del control sobre el comportamiento de la envolvente y las particiones interiores que separan unidades de igual o diferente uso. La estructura de esta sección es la siguiente:

1. Condiciones de la envolvente térmica. En este apartado se fijan diferentes valores límite que persiguen una calidad mínima de la envolvente térmica del edificio. A su vez, este apartado se divide en tres bloques, cada uno encargado del control de un aspecto concreto de la envolvente térmica:
    - Transmitancia de la envolvente térmica.
      Se limitan las transferencias de energía por conducción a través de la envolvente del edificio. Por una parte, se fijan valores límite de transmitancia térmica (U_{lim}) para cada elemento que compone dicha envolvente térmica. Además, se fija un valor límite para la transmitancia media ponderada por superficie de la envolvente térmica. Para el cálculo simplificado de este indicador se consideran exclusivamente las superficies de la envolvente en contacto con el exterior o terreno. Los valores límite de este parámetro dependerán del uso del edificio y de su compacidad, calculada en función del trazado de la envolvente térmica y computando en este caso, exclusivamente las superficies en contacto con el exterior o terreno.

    - Control solar de la envolvente térmica.
      En este apartado se fija un valor límite bajo las condiciones del mes de julio en la localidad de proyecto, para la radiación incidente que penetra en el edificio con todas sus protecciones móviles activadas.

    - Permeabilidad al aire de la envolvente térmica.
      Se establecen dos indicadores encargados de limitar los flujos de aire incontrolados a través de la envolvente. Uno específico para los huecos y otro global para el conjunto de la envolvente térmica (opacos y huecos). Este último es de aplicación exclusivamente a edificios nuevos de uso residencial privado con una superficie útil total superior a 120 m^2.

2. Limitación de descompensaciones entre unidades del mismo uso, o de usos diferentes.
   Se establecen valores límite de transmitancia (U_{lim}) para todas las particiones interiores que separan unidades del mismo uso o unidades de diferente uso entre ellas y unidades de uso con las zonas comunes del edificio.

3. Limitación de condensaciones (intersticiales) en la envolvente térmica
   Se trata de justificar la inexistencia de dichas condensaciones o en el caso de existir, se ha de justificar que no producirán una merma significativa en las prestaciones térmicas del elemento de la envolvente afectado o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil.

En primer lugar, vamos a describir de forma detallada la posición, geometría y composición de cada uno de los elementos de la envolvente térmica del edificio.

La caracterización de la envolvente térmica que necesitamos para realizar la comprobación completa de esta exigencia requiere de los siguientes datos:

- Definición geométrica de la envolvente:
    - Superficie de los cerramientos.
      Respecto a la superficie de los diferentes cerramientos, su medición no plantea mayor problema y queda reflejada en las tablas. La altura de los cerramientos es la misma de la planta a la que pertenece y se realiza midiendo la distancia entre el suelo terminado

de la planta inferior al suelo terminado de la planta inmediatamente superior. La superficie total de un cerramiento la componen su parte opaca más la de los huecos si los hubiera. Posteriormente se realiza el desglose entre opacos y huecos.

- Composición de la envolvente:
  - Transmitancia térmica [U][4] de cada elemento o cerramiento perteneciente a la envolvente o a las particiones interiores que separan unidades de uso y de estas con zonas comunes del edificio. Se obtiene a partir de las características y composición de los cerramientos. Valor de [U] expresado en $W/m^2 \cdot K$.

    Normalmente los cerramientos opacos, ya pertenezcan a la envolvente o a particiones interiores, estarán compuestos de varias "hojas" y diferentes materiales. El cálculo de la transmitancia de estos elementos se describe detalladamente en el documento de ayuda *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. También en el primer volumen de esta guía y en el apartado de ayudas e incorpora un resumen y varios ejemplos de cálculo.

    Para el caso particular de las medianeras entre los espacios ACONDICIONADOS y los locales adyacentes NO HABITABLES se puede aplicar también la metodología definida para estos casos en el *DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. No obstante, en la *Guía de Aplicación DB HE 2019* (versión junio de 2022), y en relación con la modelización de espacios adyacentes a la envolvente térmica, se desarrolla una nueva metodología de cálculo adaptada a la *UNE EN ISO 6946:2021*. Se recomienda consultar dentro de la citada guía el punto 4.9 Modelización de espacios adyacentes a la envolvente térmica dentro del apartado HE1 CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA. También en la *Guía de aplicación Ejemplo 3 local en bajo comercial (Volumen IV)* se incorporan varios ejemplos de cálculo aplicando esta metodología.

    Respecto a la transmitancia en huecos, también se desarrolla la metodología de cálculo en el documento de ayuda *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.*

  - Coeficiente de transmisión térmico lineal o transmitancia térmica lineal[5] en puentes térmicos. [**Ψ**, (W/m·K)]

    Respecto a la transmitancia térmica lineal, la metodología de cálculo se desarrolla en el documento de ayuda DA DB-HE / 3 *Puentes térmicos*. En este mismo documento se incluye un catálogo que recoge los valores aproximados de la transmitancia térmica lineal [**Ψ**] para las soluciones constructivas más comunes. Los valores de este catálogo son los que se han aplicado a las diferentes soluciones constructivas del ejemplo que se está evaluando, así como en la simulación realizada en la Herramienta Unificada Lider Calener.

[4] flujo de calor, en régimen estacionario, para un área y diferencia de temperaturas unitarias de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.
[5] flujo de calor, en régimen estacionario, para una longitud y diferencia de temperaturas unitarias de los medios situados a cada lado del puente térmico que se considera.

- Permeabilidad al paso de aire de la envolvente térmica. Como se ha explicado anteriormente, afecta tanto a los huecos como al conjunto de la envolvente térmica del edificio.
    - La permeabilidad de los huecos se caracteriza mediante ensayo y una presión diferencial de 100 Pa expresada en [$m^3/h \cdot m^2$].
    - Para el cálculo de la permeabilidad del conjunto de la envolvente térmica, el DB HE, en su *Anejo H Determinación de la permeabilidad al aire del edificio*, establece los métodos para obtener el valor de la relación del cambio de aire a 50 Pa, [n_{50}] expresado en [h^{-1}]. Este indicador no es de aplicación a este edificio de oficinas, pues solo se exige a edificios nuevos de uso residencial privado con una superficie útil total superior a 120 m^2, pero sí es recomendable alcanzar un valor bajo que permita el correcto uso de los recuperadores de calor.

- Volumen que encierra la E.T.

  Respecto al cálculo del volumen encerrado dentro de la envolvente térmica, debemos precisar dos definiciones que matizan el concepto según el caso y el parámetro a evaluar. Estas dos definiciones de volúmenes a considerar son las siguientes:

  - *Volumen encerrado en la E.T.* (empleado por ejemplo para el cálculo de la compacidad). El que encierra en su totalidad la envolvente térmica, incluyendo volumen ocupado por forjados y cubierta.
  - *Volumen de "aire interior"* que recoge el volumen "útil" de los espacios, es decir, descontando del volumen total el espacio que ocupan los forjados y la cubierta. Lo utilizaremos en el cálculo de la permeabilidad al aire del conjunto de la envolvente térmica [n_{50}].

- Compacidad.

  Establece la relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica y la superficie de esta (V/A) ($m^3/m^2 = m$). Se trata de una característica esencial de la "forma" del edificio. Si tenemos en cuenta que los flujos de calor entre el interior del edificio y el exterior se produce a través de su piel, esta relación es determinante a la hora de evaluar su comportamiento. Su inverso es el "índice de forma" (A/V) ($m^2/m^3 = m^{-1}$).

  La compacidad se define en el Anejo A Terminología de la siguiente forma:

  > *Compacidad (V/A): Relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica (V) del edificio (o parte del edificio) y la suma de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente térmica ($A = \Sigma Ai$). Se expresa en m^3/m^2.*
  >
  > *Por tanto, para el cálculo de la compacidad, se excluye el cómputo del área de los cerramientos y de las particiones interiores en contacto con otros edificios o con espacios adyacentes exteriores a la envolvente térmica.*

  Por tanto, el área computable de la envolvente térmica es exclusivamente la que está en contacto con el aire exterior o el terreno.

  Respecto al volumen, es el que encierra la envolvente térmica en su totalidad (incluyendo forjados interiores y cubiertas).

  Con este criterio se definirá su valor que será determinante en el cálculo y aplicación de varios indicadores de la exigencia de *Condiciones para el control de la demanda energética DB HE 1.*

DAT

1. Preparación de datos previos a la comprobación

Definición de la Envolvente Térmica (E.T.)

El concepto de envolvente térmica se define en el *Anejo C. Consideraciones para la definición de la envolvente térmica,* de la siguiente forma:

> *La envolvente térmica está compuesta por todos los cerramientos y particiones interiores, incluyendo sus puentes térmicos, que delimitan todos los espacios habitables del edificio o parte del edificio. No obstante, a criterio del proyectista:*
>
> *a) podrá incluirse alguno o la totalidad de los espacios no habitables.*
>
> *…….*
>
> *b) podrán excluirse espacios tales como:*
>
> *i) espacios habitables que vayan a permanecer no acondicionados durante toda la vida del edificio, tales como escaleras, ascensores o, pasillos no acondicionados,*
>
> *ii) espacios muy ventilados, con una ventilación permanente de, al menos, 10 dm^3/s por m^2 de área útil de dicho espacio,*
>
> *iii) espacios con grandes aberturas permanentes al exterior, de al menos 0,003 m^2 por m^2 de área útil de dicho espacio.*

En este caso, edificio exento de oficinas con sótano de espacios principalmente no habitables, se plantea la posibilidad de incorporar o no esta planta dentro de la envolvente térmica del edificio.

No obstante, si recordamos la definición de espacio habitable del *Anejo A. Terminología del CTE DB HE*, respecto a la definición de recinto habitable:

> ***Recinto habitable**: recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:*
>
> *a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;*
> *b) aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;*
> *c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario;*
> *d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;*
> *e) cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso;*
> ***f) zonas comunes de circulación en el interior de los edificios;***
> *g) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.*

Es decir, el distribuidor de planta sótano ha de tener en cualquier caso la condición de recinto habitable. Por tanto, en consideración de lo anterior y favoreciendo la simplicidad geométrica que buscamos en este ejemplo, incluiremos el total de la planta sótano dentro de la envolvente del edificio. La consecuencia primera que se deriva de esta decisión es que nos veremos obligados a tratar sus cerramientos en contacto con el terreno.

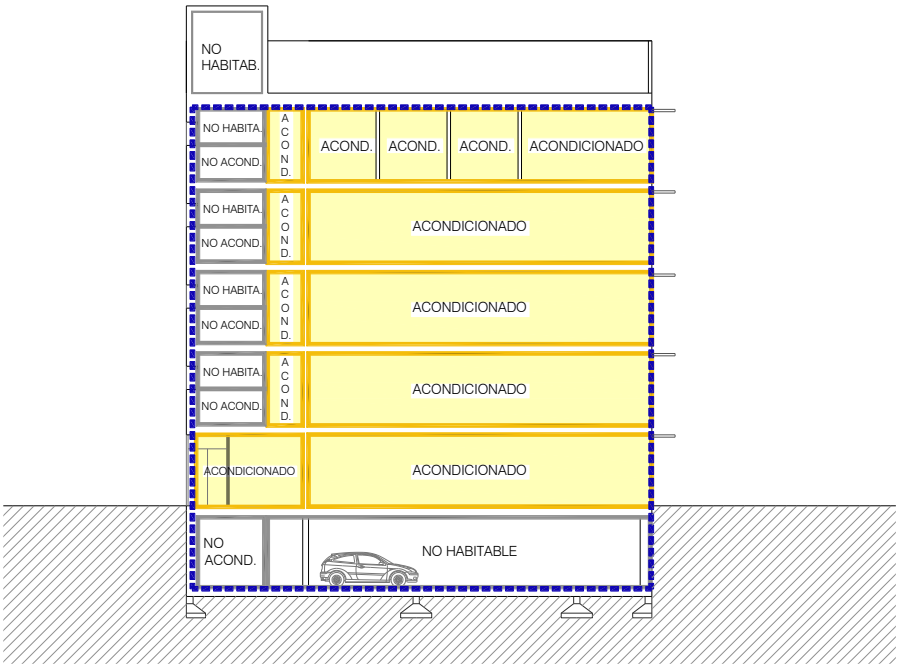
En el resto de las plantas del edificio delimitaremos como espacios no habitables los destinados a caja de ascensor y patinillos técnicos y los incluiremos igualmente dentro de la envolvente térmica.

CONFIGURACIÓN DE ESTUDIO

La configuración quedaría de la siguiente forma:

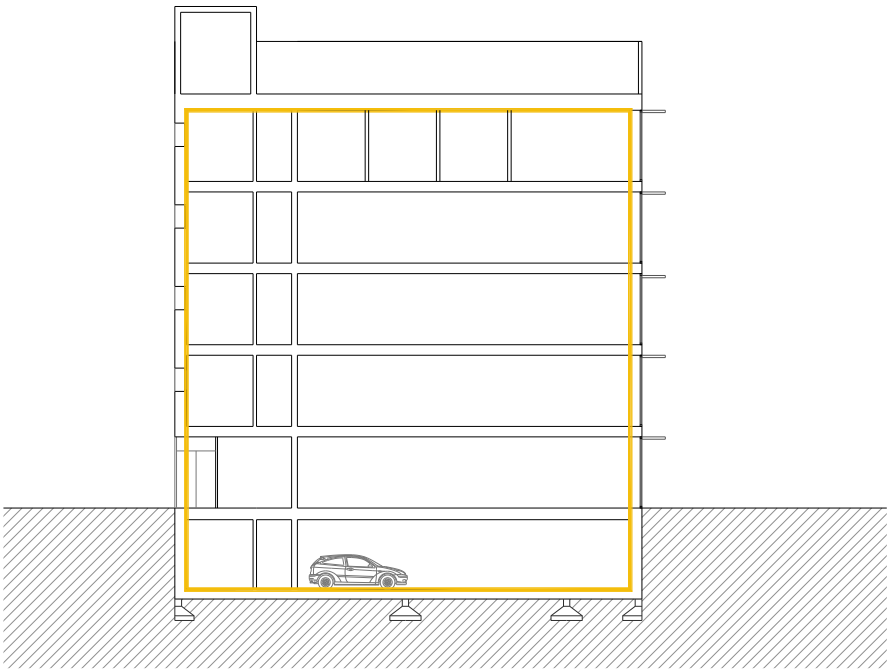
- TRAZADO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA: la envolvente térmica incluye:
  - Todos los espacios de las plantas sobre rasante.
  - Todos los espacios de la planta sótano.

En este caso la envolvente térmica del edificio coincide con su envolvente constructiva. Gráficamente el trazado de la envolvente resulta de la siguiente forma:

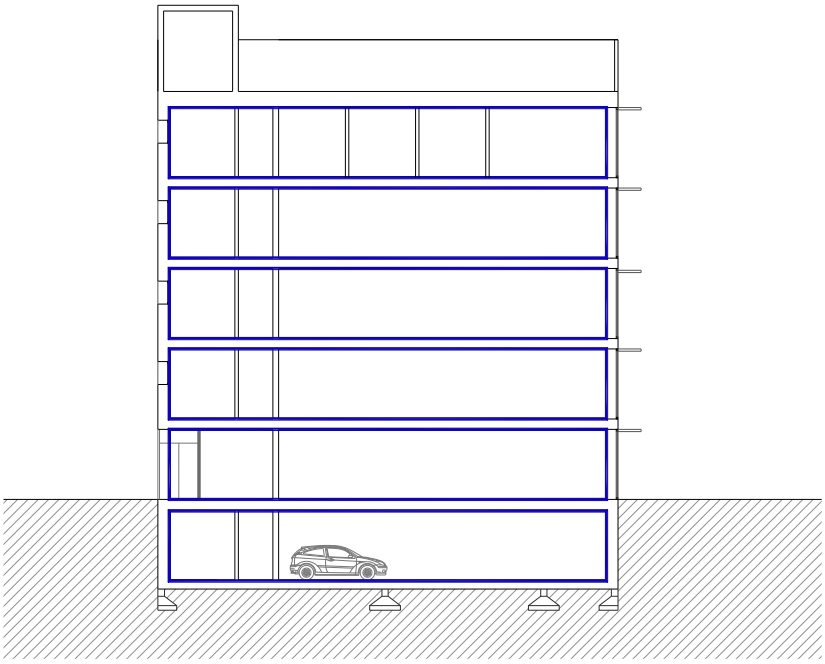


Una vez definida la envolvente térmica, podemos obtener su superficie y el volumen encerrado y así calcular el valor de compacidad para este modelo. Este cálculo se incorpora en las tablas que figuran más adelante en el texto. Respecto al volumen a considerar, ha de ser el que hemos definido como "volumen encerrado en la E.T.".

Se representa gráficamente a continuación en el esquema de la sección del edificio:



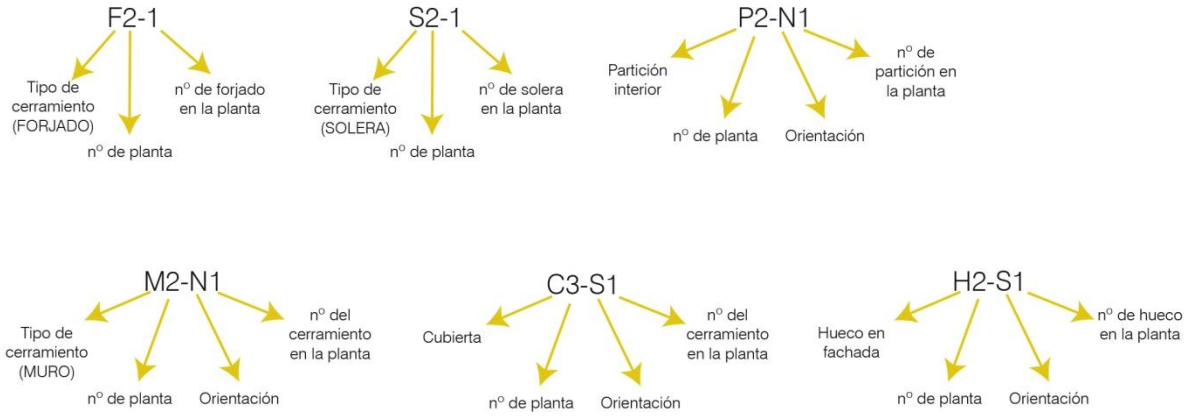
A efectos del cálculo de la permeabilidad global del edificio se ha de considerar el que hemos llamado "volumen de aire interior". Es decir, descontando el volumen que ocupan los forjados de división horizontal, así como la cubierta del edificio. Se representa gráficamente en el siguiente esquema:



En las tablas de caracterización de la envolvente aparecerán en cada caso con esta nomenclatura de "volumen encerrado en la ET" y "volumen de aire interior".

Caracterización de la envolvente térmica

Es necesario identificar en primer lugar cada uno de los elementos de la envolvente térmica, para ello, se les ha asignado un código que responde al siguiente criterio:

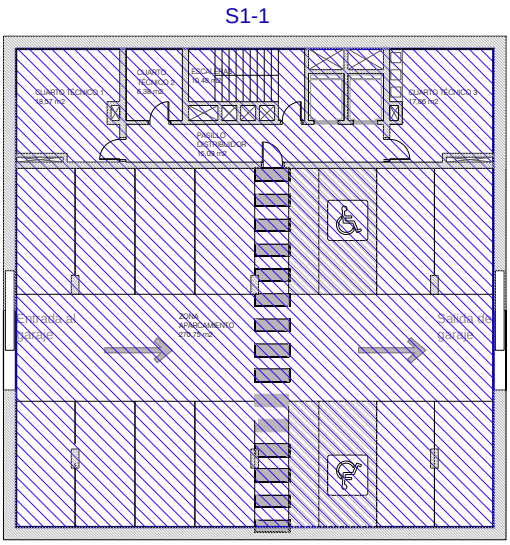


Una segunda cuestión importante, como se comentaba en apartados anteriores, es identificar la posición exacta dentro de la E.T. de cada uno de estos elementos. En los siguientes gráficos 3D y plantas del edificio, se sitúan y referencian cada uno de dichos componentes de la E.T. del edificio.

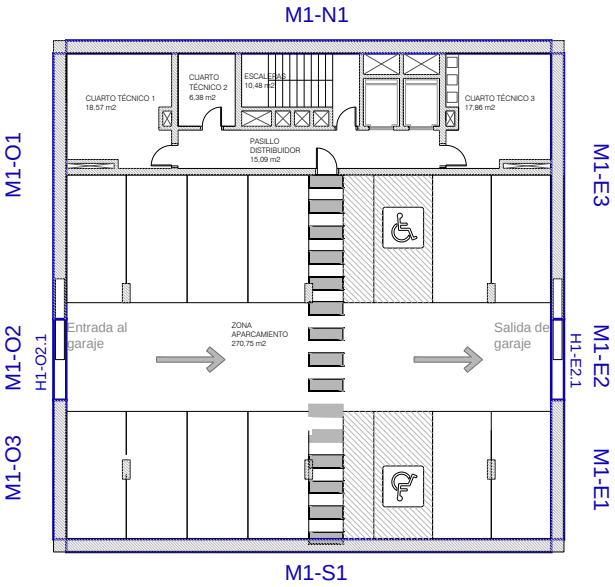
Posteriormente y mediante tablas, se relacionan y caracterizan todos los elementos de dicha envolvente térmica tal y como ha sido definida. La caracterización incluye todos los parámetros que vamos a

necesitar para el cálculo de cada indicador en la justificación del cumplimiento. Las tablas están organizadas por plantas. Dichas plantas, están numeradas y nombradas de abajo hacia arriba tal y como se van creando en la herramienta HULC.

P01.PLANTA SÓTANO (-3,5)



Suelos planta 1

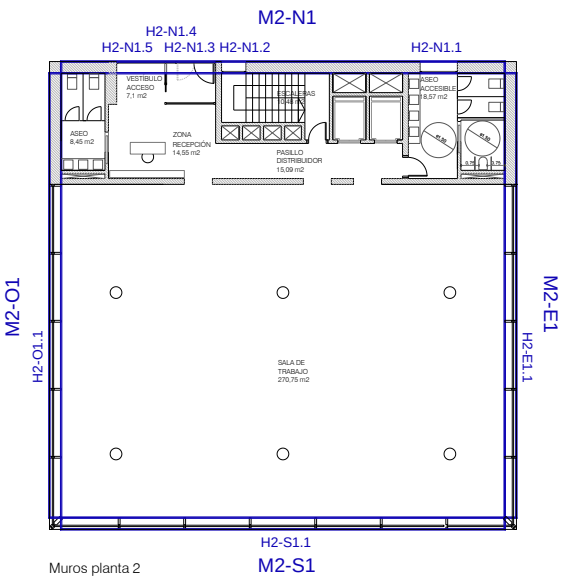


Muros planta 1

Elementos de la envolvente en contacto con el aire exterior o terreno

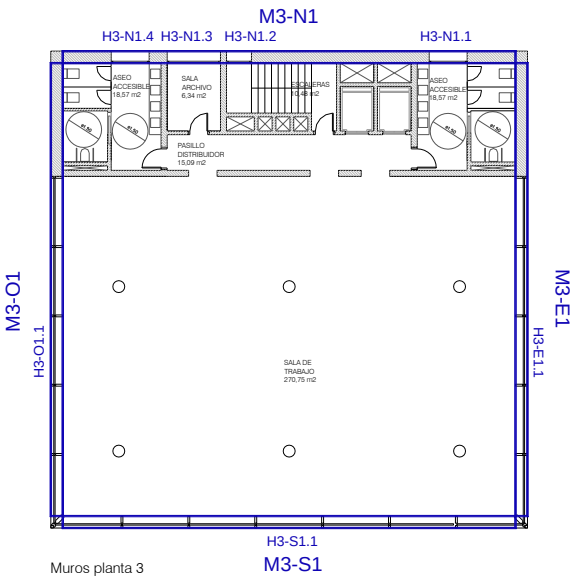
Elementos de la envolvente en contacto con otro espacio

P02.PLANTA DE ACCESO (+0,00)



Muros planta 2

P03.PLANTA PRIMERA (+3,50)

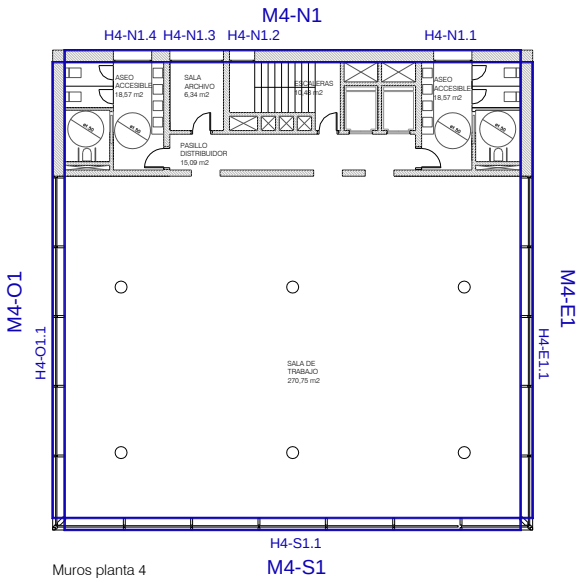


Muros planta 3

Elementos de la envolvente en contacto con el aire exterior o terreno

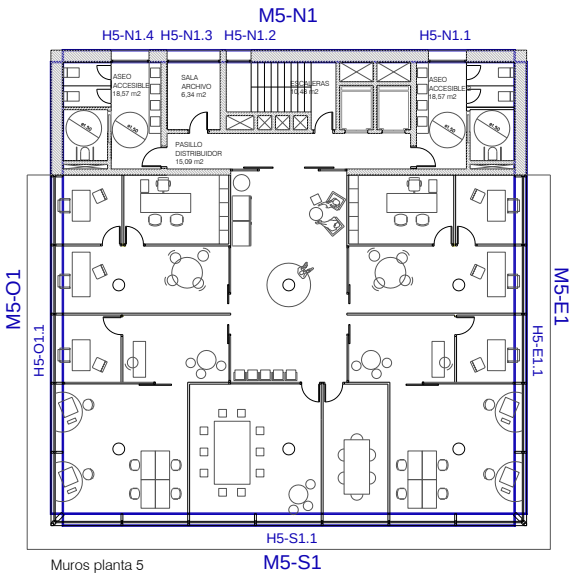
Elementos de la envolvente en contacto con otro espacio

P04.PLANTA TIPO (+7,00)



Muros planta 4

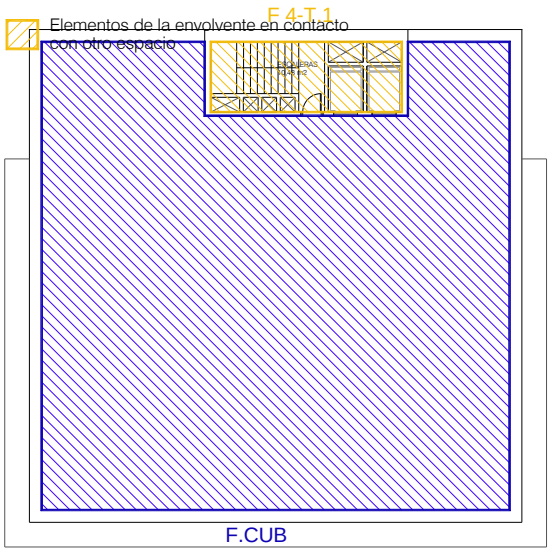
P05.PLANTA CUARTA (+14,00)



Muros planta 5

Elementos de la envolvente en contacto con el aire exterior o terreno

Elementos de la envolvente en contacto con otro espacio

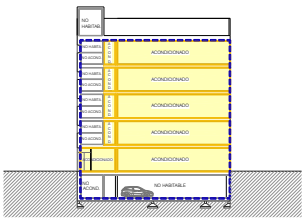


Techos planta 4

Elementos de la envolvente en contacto con el aire exterior o terreno

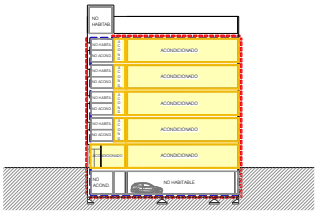
Elementos de la envolvente en contacto con otro espacio

En las siguientes tablas, se caracteriza la envolvente térmica: superficie y geometría de sus componentes, volumen encerrado, etc. Con esos valores referidos a la configuración inicial propuesta, se obtiene la compacidad del edificio.



GEOMETRÍA Y COMPACIDAD

Acondicionados: zonas de trabajo y oficina, espacios distribuidores, y aseos de planta.
No acondicionados: núcleo vertical de escaleras
N.H.: núcleo vertical del ascensor, patinillos de instalaciones, aparcamiento y torreón de cubierta
Envolvente térmica según esquema



PLANTAS	ESPACIOS	IDENTIFICACIÓN	TIPO DE ESPACIO	¿∈ a ET? ∈ ET=1 ∉ ET=0	Sup.Planta dentro ET (m^2)	COMPUTA Sup. Útil Si=1 No=0	Sup.ÚTIL dentro ET (m^2)	Altura planta y espacios (m)	Volumen ∈ ET (m^3)	Altura libre planta (m)	Volumen, de "aire interior" ∈ ET (m^3)
P01											
	P01 E01	Garaje/cuart. técnicos	NO HABIT.	1	349,61	0	0,00	3,50	1223,64	3,00	1048,83
	P01 E02	Escaleras	NO ACOND.	1	11,38	1	11,38	3,50	39,83	3,00	34,14
TOTALES PLANTA 01					**360,99**		11,38		**1263,47**		**1082,97**
P02											
	P02 E01	Aseo de planta	ACOND	1	8,69	1	8,69	3,50	30,42	3,05	26,50
	P02 E02	Escaleras	NO ACOND.	1	11,38	1	11,38	3,50	39,83	3,05	34,71
	P02 E03	Patinillos	NO HABIT.	1	2,71	0	0,00	3,50	9,49	3,05	8,27
	P02 E04	Ascensor	NO HABIT.	1	9,31	0	0,00	3,50	32,59	3,05	28,40
	P02 E05	Aseo accesible 1	ACOND	1	19,67	1	19,67	3,50	68,85	3,05	59,99
	P02 E06	Vestíbulo zona acceso	ACOND	1	36,10	1	36,10	3,50	126,35	3,05	110,11
	P02 E07	Zona oficina (panorama)	ACOND	1	273,13	1	273,13	3,50	955,94	3,05	833,03
TOTALES PLANTA 02					**360,99**		348,97		**1263,45**		**1101,00**
P03											
	P03 E01	Aseo accesible 1	ACOND	1	19,67	1	19,67	3,50	68,85	3,05	59,99
	P03 E02	Zona oficina (panorama)	ACOND	1	273,13	1	273,13	3,50	955,94	3,05	833,03
	P03 E03	Aseo accesible 2	ACOND	1	19,67	1	19,67	3,50	68,85	3,05	59,99
	P03 E04	Distribuidor	ACOND	1	25,12	1	25,12	3,50	87,92	3,05	76,62
	P03 E05	Ascensor	NO HABIT.	1	9,31	0	0,00	3,50	32,59	3,05	28,40
	P03 E06	Escaleras	NO ACOND.	1	11,38	1	11,38	3,50	39,83	3,05	34,71
	P03 E07	Patinillos	NO HABIT.	1	2,71	0	0,00	3,50	9,49	3,05	8,27
TOTALES PLANTA 03					**360,99**		348,97		**1263,45**		**1101,00**
P04	**(Planta tipo x2)**										
	P04 E01	Aseo accesible 1	ACOND	1	19,67	1	19,67	3,50	68,85	3,05	59,99
	P04 E02	Zona oficina (panorama)	ACOND	1	273,13	1	273,13	3,50	955,94	3,05	833,03
	P04 E03	Aseo accesible 2	ACOND	1	19,67	1	19,67	3,50	68,85	3,05	59,99
	P04 E04	Distribuidor	ACOND	1	25,12	1	25,12	3,50	87,92	3,05	76,62
	P04 E05	Ascensor	NO HABIT.	1	9,31	0	0,00	3,50	32,59	3,05	28,40
	P04 E06	Escaleras	NO ACOND.	1	11,38	1	11,38	3,50	39,83	3,05	34,71
	P04 E07	Patinillos	NO HABIT.	1	2,71	0	0,00	3,50	9,49	3,05	8,27
TOTALES PLANTA 04					360,99		348,97		1263,45		1101,00
			Multilicador x2		**721,97**		697,93		**2526,90**		**2202,01**
P05											
	P05 E01	Aseo accesible 1	ACOND	1	19,67	1	19,67	3,75	73,76	3,05	59,99
	P05 E02	Aseo accesible 2	ACOND	1	19,67	1	19,67	3,75	73,76	3,05	59,99
	P05 E03	Distribuidor	ACOND	1	25,12	1	25,12	3,75	94,20	3,05	76,62
	P05 E04	Ascensor	NO HABIT.	1	9,31	0	0,00	3,75	34,91	3,05	28,40
	P05 E05	Escaleras	NO ACOND.	1	11,38	1	11,38	3,75	42,68	3,05	34,71
	P05 E06	Hall zona oficinas	ACOND	1	43,92	1	43,92	3,75	164,70	3,05	133,96
	P05 E07	Despachos 1	ACOND	1	91,32	1	91,32	3,75	342,45	3,05	278,53
	P05 E08	Sala de reuniones	ACOND	1	46,56	1	46,56	3,75	174,60	3,05	142,01
	P05 E09	Despachos 2	ACOND	1	91,32	1	91,32	3,75	342,45	3,05	278,53
	P05 E10	Patinillos	NO HABIT.	1	2,71	0	0,00	3,75	10,16	3,05	8,27
TOTALES PLANTA 05					**360,98**		348,96		**1353,68**		**1100,99**
P06											
	P06 E01	Salida a cubierta	NO HABIT.	0	23,40	0	0,00	3,75	0,00	3,05	0,00
TOTALES PLANTA 06					**23,40**		0,00		**0,00**		**0,00**
TOTALES EDIFICIO					2189,31		1756,20		7670,93		6587,98

Por tanto, el cálculo de la compacidad del edificio queda como se detalla en la siguiente tabla:

CÁLCULO DE LA COMPACIDAD

Código de cerramiento	Tipo de Contacto	Descripción	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Sup. Total Cerramiento (incluidos huecos) (m^2)	¿∈ a ET? ∈ ET=1 ∉ ET=0	Sup. E.T. (m^2)	COMPUT COMPAC (*) SI=1 NO=0	S. COMPUT. COMPACIDAD (m^2)
PLANTA SÓTANO- APARCAMIENTO Y CUARTOS TÉCNICOS										
M1.S1	TERRENO	M.SÓTANO		19,00	3,50	66,50	1	66,50	1	66,50
M1.E1	TERRENO	M.SÓTANO		5,44	3,50	19,04	1	19,04	1	19,04
M1.E2	EXTERIOR	M.SÓTANO		3,16	3,50	11,06	1	11,06	1	11,06
M1.E3	EXTERIOR	M.SÓTANO		10,40	3,50	36,40	1	36,40	1	36,40
M1.N1	TERRENO	M.SÓTANO		19,00	3,50	66,50	1	66,50	1	66,50
M1.O1	EXTERIOR	M.SÓTANO		10,4	3,50	36,40	1	36,40	1	36,40
M1.O2	EXTERIOR	M.SÓTANO		3,16	3,50	11,06	1	11,06	1	11,06
M1.O3	TERRENO	M.SÓTANO		5,44	3,50	19,04	1	19,04	1	19,04
S1-1	TERRENO	SUELO	varias dimensiones			361,00	1	361,00	1	361,00
F1-2.1	OTRO ESPAC.	TECHO	varias dimensiones			361,00	1	361,00	0	0,00
TOTALES PLANTA 01						**988,00**		**988,00**		**627,00**
PLANTA ACCESO A EDIF DE OFICINAS. P02										
M2.S1	EXTERIOR	M, FACHADA		19,00	3,50	66,50	1	66,50	1	66,50
M2.E1	EXTERIOR	M, FACHADA		19,00	3,50	66,50	1	66,50	1	66,50
M2.N1	EXTERIOR	M, FACHADA		19,00	3,50	66,50	1	66,50	1	66,50
M2.O1	EXTERIOR	M, FACHADA		19,00	3,50	66,50	1	66,50	1	66,50
F2-3.1	OTRO ESPAC.	TECHO	varias dimensiones			361,00	1	361,00	0	0,00
TOTALES PLANTA 02						**627,00**		**627,00**		**266,00**
PLANTA PRIMERA. P03										
M3.S1	EXTERIOR	M, FACHADA		19,00	3,50	66,50	1	66,50	1	66,50
M3.E1	EXTERIOR	M, FACHADA		19,00	3,50	66,50	1	66,50	1	66,50
M3.N1	EXTERIOR	M, FACHADA		19,00	3,50	66,50	1	66,50	1	66,50
M3.O1	EXTERIOR	M, FACHADA		19,00	3,50	66,50	1	66,50	1	66,50
F3-4.1	OTRO ESPAC.	TECHO	varias dimensiones			361,00	1	361,00	0	0,00
TOTALES PLANTA 03						**627,00**		**627,00**		**266,00**
PLANTA TIPO. P04										
M4.S1	EXTERIOR	M, FACHADA		19,00	3,50	66,50	1	66,50	1	66,50
M4.E1	EXTERIOR	M, FACHADA		19,00	3,50	66,50	1	66,50	1	66,50
M4.N1	EXTERIOR	M, FACHADA		19,00	3,50	66,50	1	66,50	1	66,50
M4.O1	EXTERIOR	M, FACHADA		19,00	3,50	66,50	1	66,50	1	66,50
F4-5.1	OTRO ESPAC.	TECHO	varias dimensiones			361,00	1	361,00	0	0,00
TOTALES PLANTA 04						627,00		627,00		266,00
				Multilicador x2		**1254,00**		**1254,00**		**532,00**
PLANTA CUARTA. P05										
M5.S1	EXTERIOR	M, FACHADA		19,00	3,75	71,25	1	71,25	1	71,25
M5.E1	EXTERIOR	M, FACHADA		19,00	3,75	71,25	1	71,25	1	71,25
M5.N1	EXTERIOR	M, FACHADA		19,00	3,75	71,25	1	71,25	1	71,25
M5.O1	EXTERIOR	M, FACHADA		19,00	3,75	71,25	1	71,25	1	71,25
F5-T.1	OTRO ESPAC.	TECHO	varias dimensiones			22,09	0	0,00	0	0,00
F. CUB	EXTERIOR	TECHO	varias dimensiones			337,59	1	337,59	1	337,59
TOTALES PLANTA 05						**644,68**		**622,59**		**622,59**
PLANTA TIPO. P06										
M5.N1	EXTERIOR	M, FACHADA		7,75	3,75	29,06	0	0,00	0	0,00
M5.O1	EXTERIOR	M, FACHADA		2,85	3,75	10,69	0	0,00	0	0,00
M5.S1	EXTERIOR	M, FACHADA		7,75	3,75	29,06	0	0,00	0	0,00
M5.E1	EXTERIOR	M, FACHADA		2,85	3,75	10,69	0	0,00	0	0,00
F5	EXTERIOR	TECHO	varias dimensiones			22,09	0	0,00	0	0,00
TOTALES PLANTA 06						**101,59**		**0,00**		**0,00**
TOTALES EDIFICIO						**4242,27**		**4118,59**		**2313,59**

VOLUMEN TOTAL ENCERRADO EN LA ENVOLVENTE Y OBTENIDO EN LA TABLA ANTERIOR (m^3)	**7670,9**	COMPACIDAD DEL MODELO SEGÚN CTE* CON ESTA CONFIGURACIÓN	7670,9/2313,59 = 3,32	**3,32**

(*) Relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica (V) del edificio (o partedel edificio) y la suma de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente térmica (A = ΣAi). Se expresa en m^3/m^2

ET

2. Condiciones de la envolvente térmica

En este apartado, se van a comprobar los requisitos que afectan a la envolvente térmica del edificio y que le son de aplicación por su uso terciario de oficinas (distinto del residencial privado) y alcance de la intervención (edificio nuevo).

REFERIDOS A LA TRANSMITANCIA TÉRMICA

1. LÍMITE EN LA TRANSMITANCIA DE CADA ELEMENTO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Tabla 3.1.1.a - HE1

DATOS PREVIOS

* Zona climática de invierno D

* Transmitancia térmica de cada elemento de la ET ($W/m^2 \cdot K$) U

La transmitancia térmica (U) de cada elemento perteneciente a la envolvente térmica no superará el valor límite (U_{lim}) correspondiente de la tabla 3.1.1.a-HE1 definido para la zona climática de invierno que nos afecta, en este caso, **"D"**:

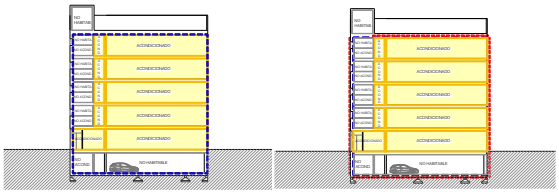
TIPO DE CERRAMIENTO	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (US, UM)	0,8	0,7	0,56	0,49	**0,41**	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (UC)	0,55	0,5	0,44	0,4	**0,35**	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (UT) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (UMD)	0,9	0,8	0,75	0,7	**0,65**	0,59
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (UH)*	3,2	2,7	2,3	2,1	**1,8**	1,8
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%	**5,7**					

Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [W/m²K]

Sobre la tabla se ha resaltado la columna (D) con los valores límite que se han de cumplir.

A partir de las soluciones que se han descrito en el apartado de definición constructiva y composición de cerramientos, se ha elaborado una tabla que compara uno a uno cada elemento de la envolvente térmica con el valor límite de aplicación en función del tipo de elemento del que se trate y de sus "contactos".

Con el fin de que la tabla no tenga un tamaño excesivo y sea más manejable, se han incluido en ella exclusivamente los cerramientos y componentes que pertenecen a la envolvente térmica y no el total de cerramientos y particiones del edificio.



TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LOS COMPONENTES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Acondicionados: zonas de trabajo y oficina, espacios distribuidores, y aseos de planta.
No acondicionados: núcleo vertical de escaleras
N.H.: núcleo vertical del ascensor, patinillos de instalaciones, aparcamiento y torreón de cubierta. Envolvente térmica según esquema

Código de cerramiento	Tipo de Contacto	Descripción	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Sup. Total Cerramiento (m^2)	¿∈ a ET? ∈ ET=1 ∉ ET=0	Sup. Parte OPACA ET (m^2)	Sup. HUECO ET (m^2)	Sup. E.T. (m^2)	U W/m^2K	U_{lim} W/m^2K	Cumplimiento *Valores límite*
PLANTA SÓTANO P01													
M1.S1	TERRENO	M.SÓTANO		19,00	3,50	66,50	1	66,50	-	66,50	0,39	**0,65**	CUMPLE
M1.E1	TERRENO	M.SÓTANO		5,44	3,50	19,04	1	19,04	-	19,04	0,39	**0,65**	CUMPLE
M1.E2	EXTERIOR	M.SÓTANO		3,16	3,50	11,06	1	2,27	-	2,27	0,39	**0,65**	CUMPLE
H1-E2.1	EXTERIOR	PUERTA	3,14		2,80			-	8,79	8,79	1,65	**5,70**	CUMPLE
M1.E3	TERRENO	M.SÓTANO		10,40	3,50	36,40	1	36,40	-	36,40	0,39	**0,65**	CUMPLE
M1.N1	TERRENO	M.SÓTANO		19,00	3,50	66,50	1	66,50	-	66,50	0,39	**0,65**	CUMPLE
M1.O1	TERRENO	M.SÓTANO		10,4	3,50	36,40	1	36,40	-	36,40	0,39	**0,65**	CUMPLE
M1.O2	EXTERIOR	M.SÓTANO		3,16	3,50	11,06	1	2,27	-	2,27	0,39	**0,65**	CUMPLE
H1-O2.1	EXTERIOR	PUERTA	3,14		2,80			-	8,79	8,79	1,65	**5,70**	CUMPLE
M1.O3	TERRENO	M.SÓTANO		5,44	3,50	19,04	1	19,04	-	19,04	0,39	**0,65**	CUMPLE
S1-1	TERRENO	SUELO	varias dimensiones			361,00	1	361,00	-	361,00	0,56	**0,65**	CUMPLE
TOTALES PLANTA 01						**627,00**		**609,42**	**17,58**	**627,00**			**CUMPLE**
PLANTA ACCESO P02													
M2.S1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,50	66,50	1	8,61	-	8,61	0,14	**0,41**	CUMPLE
H2-S1.1	EXTERIOR	VENTANA	18,98		3,05			-	57,89	57,89	0,68	**1,80**	CUMPLE
M2.E1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,50	66,50	1	22,70	-	22,70	0,14	**0,41**	CUMPLE
H2-E1.1	EXTERIOR	VENTANA	14,36		3,05			-	43,80	43,80	0,68	**1,80**	CUMPLE
M2.N1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,50	66,50	1	52,07	-	52,07	0,14	**0,41**	CUMPLE
H2-N1.1	EXTERIOR	VENTANA	1,58		1			-	1,58	1,58	0,70	**1,80**	CUMPLE
H2-N1.2	EXTERIOR	VENTANA	1,05		1			-	1,05	1,05	0,70	**1,80**	CUMPLE
H2-N1.3	EXTERIOR	PUERTA	0,92		2,5			-	2,30	2,30	2,62	**5,70**	CUMPLE
H2-N1.4	EXTERIOR	PUERTA	0,77		2,5			-	1,93	1,93	2,62	**5,70**	CUMPLE
H2-N1.5	EXTERIOR	VENTANA	3,03		2,5			-	7,58	7,58	0,70	**1,80**	CUMPLE
M2.O1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,50	66,50	1	22,70	-	22,70	0,14	**0,56**	CUMPLE
H2-O1.1	EXTERIOR	VENTANA	14,36		3,05			-	43,80	43,80	0,68	**1,80**	CUMPLE
TOTALES PLANTA 02						**266,00**		**106,09**	**159,92**	**266,00**			**CUMPLE**
PLANTA PRIMERA P03													
M3.S1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,50	66,50	1	8,61	-	8,61	0,14	**0,41**	CUMPLE
H3-S1.1	EXTERIOR	VENTANA	18,98		3,05			-	57,89	57,89	0,68	**1,80**	CUMPLE
M3.E1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,50	66,50	1	22,70	-	22,70	0,14	**0,41**	CUMPLE
H3-E1.1	EXTERIOR	VENTANA	14,36		3,05			-	43,80	43,80	0,68	**1,80**	CUMPLE
M3.N1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,50	66,50	1	59,86	-	59,86	0,14	**0,41**	CUMPLE
H3-N1.1	EXTERIOR	VENTANA	1,58		1			-	1,58	1,58	0,70	**1,80**	CUMPLE
H3-N1.2	EXTERIOR	VENTANA	1,05		1			-	1,05	1,05	0,70	**1,80**	CUMPLE
H3-N1.3	EXTERIOR	VENTANA	2,43		1				2,43	2,43	0,70	**1,80**	CUMPLE
H3-N1.4	EXTERIOR	VENTANA	1,58		1			-	1,58	1,58	0,70	**1,80**	CUMPLE
M3.O1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,50	66,50	1	22,70	-	22,70	0,14	**0,56**	CUMPLE
H3-O1.1	EXTERIOR	VENTANA	14,36		3,05			-	43,80	43,80	0,68	**1,80**	CUMPLE
TOTALES PLANTA 03						266,00		113,88	152,13	266,00			
PLANTA TIPO P04													
M4.S1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,50	66,50	1	8,61	-	8,61	0,14	**0,41**	CUMPLE
H4-S1.1	EXTERIOR	VENTANA	18,98		3,05			-	57,89	57,89	0,68	**1,80**	CUMPLE
M4.E1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,50	66,50	1	22,70	-	22,70	0,14	**0,41**	CUMPLE
H4-E1.1	EXTERIOR	VENTANA	14,36		3,05			-	43,80	43,80	0,68	**1,80**	CUMPLE
M4.N1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,50	66,50	1	59,86	-	59,86	0,14	**0,41**	CUMPLE
H4-N1.1	EXTERIOR	VENTANA	1,58		1			-	1,58	1,58	0,70	**1,80**	CUMPLE
H4-N1.2	EXTERIOR	VENTANA	1,05		1			-	1,05	1,05	0,70	**1,80**	CUMPLE
H4-N1.3	EXTERIOR	VENTANA	2,43		1				2,43	2,43	0,70	**1,80**	CUMPLE
H4-N1.4	EXTERIOR	VENTANA	1,58		1			-	1,58	1,58	0,70	**1,80**	CUMPLE
M4.O1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,50	66,50	1	22,70	-	22,70	0,14	**0,56**	CUMPLE
H4-O1.1	EXTERIOR	VENTANA	14,36		3,05			-	43,80	43,80	0,68	**1,80**	CUMPLE
TOTALES PLANTA 04						266,00		113,88	152,13	266,00			
			Multilicador x2			**532,00**		**227,75**	**304,25**	**532,00**			**CUMPLE**
PLANTA CUARTA P05													
M5.S1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,75	71,25	1	13,36	-	13,36	0,14	**0,41**	CUMPLE
H5-S1.1	EXTERIOR	VENTANA	18,98		3,05			-	57,89	57,89	0,68	**1,80**	CUMPLE
M5.E1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,75	71,25	1	27,45	-	27,45	0,14	**0,41**	CUMPLE
H5-E1.1	EXTERIOR	VENTANA	14,36		3,05			-	43,80	43,80	0,68	**1,80**	CUMPLE
M5.N1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,75	71,25	1	64,61	-	64,61	0,14	**0,41**	CUMPLE
H5-N1.1	EXTERIOR	VENTANA	1,58		1			-	1,58	1,58	0,70	**1,80**	CUMPLE
H5-N1.2	EXTERIOR	VENTANA	1,05		1			-	1,05	1,05	0,70	**1,80**	CUMPLE
H5-N1.3	EXTERIOR	VENTANA	2,43		1				2,43	2,43	0,70	**1,80**	CUMPLE
H5-N1.4	EXTERIOR	VENTANA	1,58		1			-	1,58	1,58	0,70	**1,80**	CUMPLE
M5.O1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,75	71,25	1	27,45	-	27,45	0,14	**0,56**	CUMPLE
H5-O1.1	EXTERIOR	VENTANA	14,36		3,05			-	43,80	43,80	0,68	**1,80**	CUMPLE
F. CUB	EXTERIOR	TECHO	varias dimensiones			337,59	1	337,59	-	337,59	0,15	**0,35**	CUMPLE
TOTALES PLANTA 05						**622,59**		**470,47**	**152,13**	**622,59**			**CUMPLE**
TOTALES EDIFICIO						**2313,59**		**1527,59**	**786,00**	**2313,59**			**CUMPLE**

En el apartado correspondiente se comprobarán los valores límite de transmitancia térmica para las particiones interiores a la envolvente térmica (limitación de descompensaciones).

2. LÍMITE DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR (K) A TRAVÉS DE LA E.T.

Tabla 3.1.1.c - HE1 para uso distinto del residencial privado

DATOS PREVIOS

* Zona climática de invierno D

* Compacidad del edificio según la configuración elegida (V/A) (m^3/m^2)

* Coeficiente global de transmisión de calor a través de la ET ($W/m^2 \cdot K$) K

Coeficiente global de transmisión de calor (a través de la envolvente térmica del edificio) **[K]**: Valor medio del coeficiente de transmisión de calor para la superficie de intercambio térmico de la envolvente (A_{int}).

De forma simplificada, se considera área de intercambio, exclusivamente la superficie de la envolvente en contacto con el aire exterior o con el terreno. Se excluyen expresamente los contactos con otros espacios. Se expresa en W/m^2K.

$$K = \Sigma_x H_x / A_{int}$$

donde:

H_x: corresponde al coeficiente de transferencia de calor del elemento x perteneciente a la envolvente térmica (incluyendo sus puentes térmicos). Se incluyen aquellos elementos en contacto con el terreno, con el ambiente exterior, y se excluyen aquellos en contacto con otros edificios u otros espacios adyacentes;

A_{int}: es el área de intercambio de la envolvente térmica obtenida como suma de los distintos componentes considerados en la transmisión de calor. Excluye, por tanto, las áreas de elementos de la envolvente térmica en contacto con edificios o espacios adyacentes exteriores a la envolvente térmica.

De forma simplificada, puede calcularse este parámetro a partir de las transmitancias térmicas y superficies de los elementos de la envolvente térmica y de un factor de ajuste:

$$K = \Sigma_x b_{tr,x} [\Sigma_i A_{x,i} U_{x,i} + \Sigma_k l_{x,k} \psi_{x,k} + \Sigma_j x_{x,j}] / \Sigma_x \Sigma_i b_{tr,x} A_{x,i}$$

donde:

$b_{tr,x}$ es el factor de ajuste para los elementos de la envolvente. Su valor es "1" excepto para elementos en contacto con edificios o espacios adyacentes exteriores a la envolvente térmica, donde toma el valor "0";

$A_{x,i}$ es el área de intercambio del elemento de la envolvente térmica considerado;

$U_{x,i}$ es el valor de la transmitancia térmica del elemento de la envolvente térmica considerado;

- En el Documento de Apoyo *DB-HE/1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente térmica* y en las normas UNE-EN ISO relacionadas, se dispone de valores orientativos de transmitancia térmica de los diferentes elementos de la envolvente térmica.
- La transmitancia térmica aplicable a los elementos en contacto con el terreno incluye no sólo la transmitancia intrínseca del elemento sino también el efecto del terreno.
- Ver también en la sección 3 de AYUDAS de la *ficha 0 Vivienda unifamiliar mínima* de esta guía diferentes ejemplos de cálculo.

$L_{x,k}$ es la longitud del puente térmico considerado;

$\psi_{x,k}$ es el valor de la transmitancia térmica lineal del puente térmico considerado;

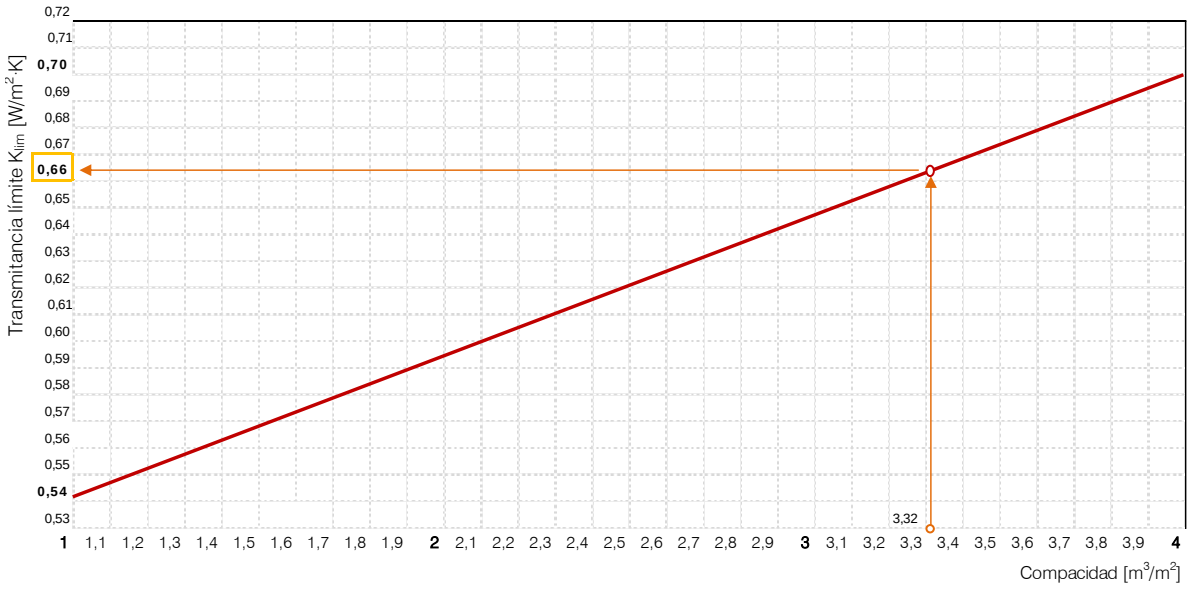
$x_{x,j}$ es la transmitancia puntual del puente térmico considerado.

El edificio de estudio, con la configuración definida, es de uso distinto del residencial privado, tratándose en este caso, de un uso terciario dedicado a oficinas. El coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio, o parte de este, con uso distinto del residencial privado, no superará el valor límite (K_{lim}) obtenido de la tabla *3.1.1.c-HE1*:

Tabla 3.1.1.c - HE1 Valor límite K_{lim} [W/m²K] para uso distinto del residencial privado	Zona climática de invierno						
	Compacidad V/A [m³/m²]	α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos, ampliaciones, cambios de uso. Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la *envolvente térmica* final del edificio	V/A ≤ 1	0,96	0,81	0,76	0,65	**0,54**	0,43
	V/A ≥ 4	1,12	0,98	0,92	0,82	**0,7**	0,59

Los valores límite de las compacidades intermedias (1<V/A<4) se obtienen por interpolación.

El edificio de nuestro ejemplo se encuentra situado en la zona climática de invierno **"D"** y su compacidad es de **3,32**. Para valores de compacidad entre 1 y 4, qué es nuestro caso de estudio, habrá que interpolar el valor límite entre 0,54 y 0,7 W/m²·K proporcionalmente a la compacidad. Se trata de una relación lineal y además de analíticamente, se puede obtener una aproximación del valor de forma gráfica:



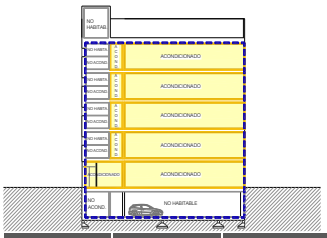
El valor límite obtenido redondeando el segundo decimal es de **0,66 W/m²·K**.

En la siguiente tabla se relacionan (se resaltan mediante sombreado) todos los elementos de la envolvente afectados por este indicador (los de contacto con el aire exterior o terreno) caracterizando su transmitancia térmica y coeficiente de transmisión térmica lineal para puentes térmicos. A partir de dichos valores, las superficies de cada elemento y longitudes de los puentes térmicos, se obtendrá el coeficiente global de transmisión de calor (K) y se comparará con el valor límite fijado en la *Tabla 3.1.1.c-HE1 Valor límite K_{lim} [W/m²K] para uso distinto del residencial privado* y que por interpolación hemos fijado en **0,66 W/m²·K**.

Respecto a los puentes térmicos, solo se han considerado los lineales y se han descartado en el cálculo, los posibles puentes térmicos puntuales existentes en el edificio. Estructuralmente el edificio está concebido con estructura de hormigón de muros de carga y pilares exentos. Los pilares de hormigón existentes no están situados en la envolvente si no en el centro de la planta y no han de ser considerados en el cálculo (ver anexo de AYUDAS, construcción del modelo). La perfilería vertical portante

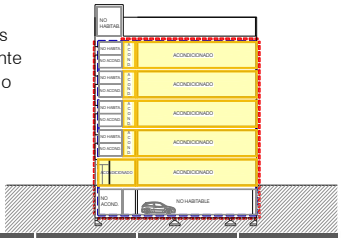
perteneciente al muro cortina, como simplificación, tampoco se han considerado como puente térmico de fachada y se han asignado a la carpintería del muro cortina.

COEFICIENTE GLOBAL DE TRASMISIÓN DE CALOR (K)



Acondicionados: zonas de trabajo y oficina, espacios distribuidores, y aseos de planta.
No acondicionados: núcleo vertical de escaleras. N.H.: núcleo vertical del ascensor, patinillos de instalaciones, aparcamiento y torreón de cubierta
Envolvente térmica según esquema

En rojo se resaltan los contactos de la envolvente térmica con el exterior o terreno



Código del elemento	Tipo de Contacto	Descripción	¿∈ a ET? ∈ ET=1 ∉ ET=0	Contacto EXTERIOR o TERRENO (btr,x) SI=1 NO=0	Sup. Parte OPACA (m^2)	Sup. HUECO (m^2)	Sup. E.T. en contacto EXTERIOR o TERRENO (m^2)	U W/m^2K	Opacos U . Área W/K	Huecos U . Área W/K
PLANTA SÓTANO P01										
M1.S1	TERRENO	M.SÓTANO	1	1	66,50	-	66,50	0,26	17,29	
M1.E1	TERRENO	M.SÓTANO	1	1	19,04	-	19,04	0,26	4,95	
M1.E2	EXTERIOR	M.SÓTANO	1	1	2,27	-	2,27	0,26	0,59	
H1-E2.1	EXTERIOR	PUERTA			-	8,79	8,79	1,65		14,50
M1.E3	EXTERIOR	M.SÓTANO	1	1	36,40	-	36,40	0,26	9,46	
M1.N1	TERRENO	M.SÓTANO	1	1	66,50	-	66,50	0,26	17,29	
M1.O1	EXTERIOR	M.SÓTANO	1	1	36,40	-	36,40	0,26	9,46	
M1.O2	EXTERIOR	M.SÓTANO	1	1	2,27	-	2,27	0,26	0,59	
H1-O2.1	EXTERIOR	PUERTA			-	8,79	8,79	1,65		14,50
M1.O3	TERRENO	M.SÓTANO	1	1	19,04	-	19,04	0,26	4,95	
S1-1	TERRENO	SUELO	1	1	361	-	361,00	0,25	90,25	
F1-2.1	OTRO ESPAC	TECHO	1	0	0	-	0,00	0,32	-	-
TOTALES PLANTA 01					609,42	17,58	627,00		154,84	29,01
PLANTA ACCESO P02										
M2.S1	EXTERIOR	M. FACHADA	1	1	8,61	-	8,61	0,14	1,21	
H2-S1.1	EXTERIOR	VENTANA			-	57,89	57,89	0,68		39,37
M2.E1	EXTERIOR	M. FACHADA	1	1	22,70	-	22,70	0,14	3,18	
H2-E1.1	EXTERIOR	VENTANA			-	43,80	43,80	0,68		29,78
M2.N1	EXTERIOR	M, FACHADA	1	1	52,07	-	52,07	0,14	7,29	
H2-N1.1	EXTERIOR	VENTANA			-	1,58	1,58	0,70		1,11
H2-N1.2	EXTERIOR	VENTANA			-	1,05	1,05	0,70		0,74
H2-N1.3	EXTERIOR	PUERTA			-	2,30	2,30	2,62		6,03
H2-N1.4	EXTERIOR	PUERTA			-	1,93	1,93	2,62		5,06
H2-N1.5	EXTERIOR	VENTANA			-	7,58	7,58	0,70		5,31
M2.O1	EXTERIOR	M. FACHADA	1	1	22,70	-	22,70	0,14	3,18	
H2-O1.1	EXTERIOR	VENTANA			-	43,80	43,80	0,68		29,78
F2-3.1	OTRO ESPAC	TECHO	1	0	0	-	0,00	0,67		-
TOTALES PLANTA 02					106,08	159,93	266,01		14,85	117,16
PLANTA PRIMERA P03										
M3.S1	EXTERIOR	M. FACHADA	1	1	8,61	-	8,61	0,14	1,21	
H3-S1.1	EXTERIOR	VENTANA			-	57,89	57,89	0,68		39,37
M3.E1	EXTERIOR	M. FACHADA	1	1	22,70	-	22,70	0,14	3,18	
H3-E1.1	EXTERIOR	VENTANA			-	43,80	43,80	0,68		29,78
M3.N1	EXTERIOR	M, FACHADA	1	1	59,86	-	59,86	0,14	8,38	
H3-N1.1	EXTERIOR	VENTANA			-	1,58	1,58	0,70		1,11
H3-N1.2	EXTERIOR	VENTANA			-	1,05	1,05	0,70		0,74
H3-N1.3	EXTERIOR	VENTANA			-	2,43	2,43	0,70		1,70
H3-N1.4	EXTERIOR	VENTANA			-	1,58	1,58	0,70		1,11
M3.O1	EXTERIOR	M. FACHADA	1	1	22,70	-	22,70	0,14	3,18	
H3-O1.1	EXTERIOR	VENTANA			-	43,80	43,80	0,68		29,78
F3-4.1	OTRO ESPAC.	TECHO	1	0	0	-	0,00	0,67		-
TOTALES PLANTA 03					113,87	152,13	266,00		15,94	103,58

PLANTA TIPO P04 (MULTIPLICADOR x2)

M4.S1	EXTERIOR	M. FACHADA	1	1	8,61	-	8,61	0,14	1,21	
H4-S1.1	EXTERIOR	VENTANA			-	57,89	57,89	0,68		39,37
M4.E1	EXTERIOR	M. FACHADA	1	1	22,70	-	22,70	0,14	3,18	
H4-E1.1	EXTERIOR	VENTANA			-	43,80	43,80	0,68		29,78
M4.N1	EXTERIOR	M, FACHADA			59,86	-	59,86	0,14	8,38	
H4-N1.1	EXTERIOR	VENTANA			-	1,58	1,58	0,70		1,11
H4-N1.2	EXTERIOR	VENTANA	1	1	-	1,05	1,05	0,70		0,74
H4-N1.3	EXTERIOR	VENTANA			-	2,43	2,43	0,70		1,70
H4-N1.4	EXTERIOR	VENTANA			-	1,58	1,58	0,70		1,11
M4.O1	EXTERIOR	M. FACHADA	1	1	22,70	-	22,70	0,14	3,18	
H4-O1.1	EXTERIOR	VENTANA			-	43,80	43,80	0,68		29,78
F4-5.1	OTRO ESPAC.	TECHO	1	0	0	-	0,00	0,67		-
TOTALES PLANTA 03					113,87	152,13	266,00		15,94	103,58
			Multilicador x2		**227,74**	**304,26**	**532,00**		**31,88**	**207,16**

PLANTA CUARTA P05

M5.S1	EXTERIOR	M. FACHADA	1	1	13,36	-	13,36	0,14	1,87	
H5-S1.1	EXTERIOR	VENTANA			-	57,89	57,89	0,68		39,37
M5.E1	EXTERIOR	M. FACHADA	1	1	27,45	-	27,45	0,14	3,84	
H5-E1.1	EXTERIOR	VENTANA			-	43,80	43,80	0,68		29,78
M5.N1	EXTERIOR	M, FACHADA			64,61	-	64,61	0,14	9,05	
H5-N1.1	EXTERIOR	VENTANA			-	1,58	1,58	0,70		1,11
H5-N1.2	EXTERIOR	VENTANA	1	1	-	1,05	1,05	0,70		0,74
H5-N1.3	EXTERIOR	VENTANA			-	2,43	2,43	0,70		1,70
H5-N1.4	EXTERIOR	VENTANA			-	1,58	1,58	0,70		1,11
M5.O1	EXTERIOR	M. FACHADA	1	1	27,45	-	27,45	0,14	3,84	
H5-O1.1	EXTERIOR	VENTANA			-	43,80	43,80	0,68		29,78
F. CUB	EXTERIOR	TECHO	1	1	337,59	-	337,59	0,15	50,64	
F5-T.1	OTRO ESPAC.	TECHO	1	0	-	-	-	-	-	-
TOTALES PLANTA 04					**470,46**	**152,13**	**622,59**		**69,24**	**103,58**

PLANTA SALIDA CUBIERTA P06

M6.N1	EXTERIOR	M. FACHADA	0	0	0	-	0,00	0,14	**0,00**	
M6.O1	EXTERIOR	M. FACHADA	0	0	0	-	0,00	0,14	**0,00**	
M6.S1	EXTERIOR	M. FACHADA	0	0	0	-	0,00	0,14	**0,00**	
M6.E1	EXTERIOR	M. FACHADA	0	0	0	-	0,00	0,14	**0,00**	
F6	EXTERIOR	TECHO	0	0	0	-	0,00	0,14	**0,00**	
TOTALES PLANTA 05										
TOTALES EDIFICIO					**1527,57**	**786,03**	**2313,60**		**286,76**	**560,49**

P U E N T E S T É R M I C O S

Definición	Ψ T. lineal W/m·K	Longitud L(m)	Ψ x L W/K
Frente forjado			0,00
Unión cubierta.			0,00
Esquinas convexa forjado	0		0,00
Esquinas concava cerram.	0		0,00
Esquinas convexa cerram.	0,05	54,75	2,74
Unión solera pared ext		0,00	0,00
Perímetro de HUECOS	0,078	728,52	56,82
Pilares			0,00
TOTALES EDIFICIO		783,27	59,56

DATOS PREVIOS

COMPACIDAD DEL EDIFICIO: 3,32

CÁLCULO

$K = \Sigma x\ Hx / Aint = \Sigma x\ btr,x\ [\ \Sigma i\ Ax,i\ Ux,i + \Sigma k\ lx\ k\ \psi x,k + \Sigma j\ xx,j\ ] / \Sigma x\ \Sigma i\ btr,x\ Ax,i$

K=(560,49+286,76+59,56)/2313,60 = 0,3919

C O M P R O B A C I Ó N K

[K] W/m²·K EDIFICIO	K_{lim} W/m²·K	Cumplimiento *Valores limite*
0,392	0,66	**CUMPLE**

Consideraciones respecto al cumplimiento de esta configuración

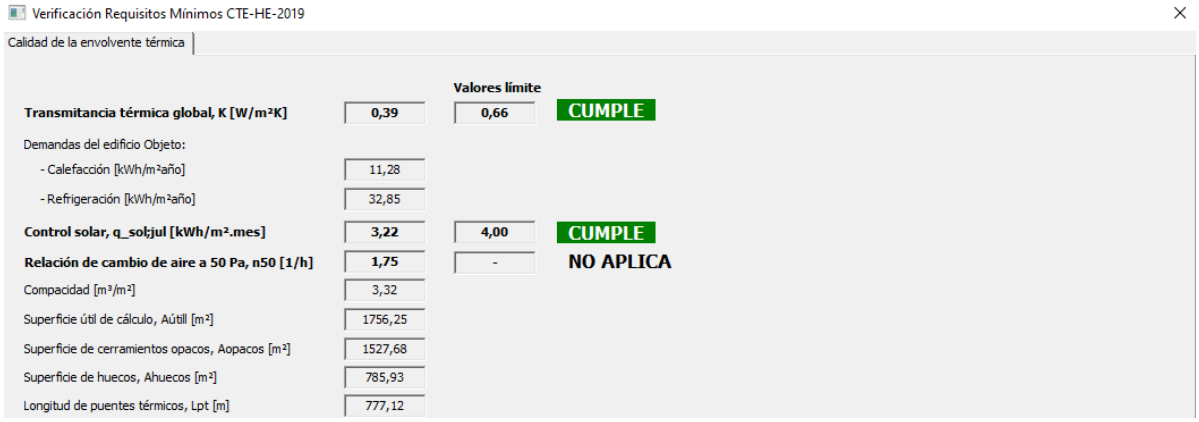
La superficie computable en el cálculo del valor de [K] afecta exclusivamente a la que está en contacto con el aire exterior o el terreno. En este caso, como sucede con una buena parte de los edificios terciarios, son edificios exentos por lo que la totalidad de su envolvente está en contacto con el aire exterior o con el terreno y computa en el cálculo de su compacidad y de K. En todas las plantas sobre rasante del edificio objeto tenemos cuatro fachadas (norte, sur, este y oeste) en contacto con el exterior.

El sótano, se encuentra totalmente enterrado, y nuevamente todo su perímetro (muros y suelo) contacta con el terreno. Se ha excluido de la envolvente el torreón de salida a la cubierta, por lo que no computan sus cerramientos en el cálculo del K.

Hemos aplicado el procedimiento simplificado de cálculo mediante la expresión,

$$K = \Sigma_x b_{tr,x} [\Sigma_i A_{x,i} U_{x,i} + \Sigma_k l_{x,k} \psi_{x,k} + \Sigma_j x_{x,j}] / \Sigma_x \Sigma_i b_{tr,x} A_{x,i}$$

Los resultados en HULC se muestran en la siguiente imagen:



Resultados obtenidos de la simulación del edificio con HULC.

En este apartado, de aplicación del coeficiente global de transmisión de calor (K), hay que tener también en cuenta la alternativa de cumplimiento de dicho indicador a partir del apartado 6 del punto 3.1.1. Transmitancia de la envolvente térmica:

> 6. *Alternativamente, los edificios o, cuando se trate de intervenciones parciales en edificios existentes, las partes de los mismos sobre las que se intervenga, cuyas demandas de calefacción y refrigeración sean menores, en ambos casos, de 15 kWh/m², podrán excluirse del cumplimiento del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).*

En nuestro ejemplo, como se puede ver en la imagen anterior tomada de HULC, la demanda de calefacción si sería inferior a ese valor, pero la de refrigeración es superior a los 15 kWh/m², por lo que no se podría aplicar en este caso. Los valores de demanda obtenidos para el ejemplo son los siguientes:

- Demanda de calefacción: **11,28 kWh/m² año**
- Demanda de refrigeración: **32,85 kWh/m² año**

REFERIDOS AL CONTROL SOLAR DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

1. CONTROL SOLAR ($q_{sol;jul}$)

Tabla 3.1.2-HE1 Valor límite del parámetro de control solar, qsol;jul,lim [kWh/m²·mes]

DATOS PREVIOS

* Ganancias solares en julio (KWh/m²) de huecos con protecciones móviles activadas
* Área útil de los espacios inclidos dentro de la ET del edificio (m²) $A_{útil}$

El parámetro de control solar ($q_{sol;jul}$), es la relación entre las ganancias solares para el mes de julio ($Q_{sol;jul}$) a través de los huecos pertenecientes a la envolvente térmica con sus protecciones solares móviles activadas, y la superficie útil de los espacios habitables incluidos dentro de la envolvente térmica (A_{util}).

En edificios nuevos de uso distinto al residencial privado, como es el caso de nuestro ejemplo, el parámetro de control solar ($q_{sol;jul}$) calculado, no superará el valor límite de la tabla *3.1.2-HE1 Valor límite del parámetro de control solar, $q_{sol;jul,lim}$ [kWh/m²·mes]*:

USO	$q_{sol;jul}$
Residencial privado	2,00
Otros usos	4,00

Tabla 3.1.2-HE1 Valor límite del parámetro de control solar, $q_{sol;jul,lim}$[kWh/m²·mes]

Para obtener las ganancias por radiación solar que se producen a través de los huecos necesitamos conocer:

1. La radiación incidente sobre el hueco en el periodo de estudio (julio). Estos valores los podemos obtener a través de la simulación mediante HULC o aproximarlos mediante los valores de referencia de las *tablas 20 y 21* del apartado "*2.3 Irradiación solar media acumulada en el mes de julio*" del *DA DB-HE/1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.*

2. Las obstrucciones y protecciones fijas y móviles de las que dispone cada hueco y que limitan el acceso de la radiación solar al interior del edificio durante el período que queremos analizar. Es decir, la transmitancia de energía solar de los huecos. Para ello necesitamos a su vez disponer de los siguientes datos:
   - La transmitancia solar del vidrio (dependerá de la composición y propiedades del vidrio),
   - Los obstáculos o elementos de sombra fijos que limitan el acceso solar del hueco,
   - Los elementos de sombra móviles previstos que se puedan activar como elementos de protección estacional de los huecos de la envolvente.

El método de cálculo completo de estos parámetros lo podemos consultar también en el *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*.

Para justificar el cumplimiento de este requisito se desarrolla más adelante una tabla detallada. En esta tabla aparecen los conceptos y términos que se definen a continuación:

$g_{gl;wi}$
Es la transmitancia total de energía solar del vidrio sin los dispositivos de sombra activos. Se expresa habitualmente como la relación en tanto por uno entre la radiación incidente y la que finalmente atraviesa el vidrio. Es un dato que normalmente nos facilitará el fabricante del vidrio. Se obtiene a partir del valor de la transmitancia total de energía solar a incidencia normal, $g_{gl;n}$ y un factor de corrección por dispersión del vidrio, F_w = 0,90. ($g_{gl;wi} = F_w \cdot g_{gl;n}$). (*Tabla B.22 del Anexo B de la UNE-EN ISO 52016-1*)

$g_{gl;sh,wi}$
Es la transmitancia total de energía solar del acristalamiento con los dispositivos de sombra móvil activos. Sus valores los podemos obtener en la "Tabla 12 Transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil ($g_{gl;sh,wi}$)"del *DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente, así como de la aplicación online EnvolventeCTE.*

$F_{sh,obst}$
Es el factor de sombra del hueco o lucernario por obstáculos externos al hueco (voladizos, aletas laterales, retranqueos, obstáculos remotos, etc.). Se puede obtener de las tablas 16 a 19 del *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. En caso de que no se justifique adecuadamente, el valor de $F_{sh,obst}$ se debe considerar igual a la unidad.

La consideración del factor de sombra debido a la vegetación podrá ser tenida en cuenta o no por el proyectista, siendo necesaria una evaluación diferenciada en función de la geometría del elemento y su follaje (hoja perenne o caduca). En nuestro caso no se ha tenido en cuenta la presencia de ningún elemento vegetal de protección exterior en el entorno del edificio.

En el caso que nos ocupa (edificio de oficinas), y a diferencia del residencial privado que hemos visto en números anteriores de esta guía, no es frecuente incorporar persianas en los huecos y menos aún en edificios exentos con cerramientos del tipo muro cortina. Si además añadimos la alta proporción de superficie de huecos, resulta que, el cumplimiento de este indicador puede plantear bastantes dificultades.

A continuación, se realiza un ejercicio con diferentes posibilidades de protección de huecos (tanto fijas como móviles) con el objetivo de explicar su definición e incorporación al modelo de simulación de HULC, así como para evaluar los resultados que pueden obtenerse en cada caso.

1. Como punto de partida, se ha calculado el modelo considerando como protección móvil de los huecos el recurso habitual de los **estores interiores de color pastel** y de accionamiento motorizado. Los elementos de protección que se incorporan se han considerado de color claro, no así las carpinterías previstas en los huecos, que serán de color oscuro.

   Para el cálculo del valor del **$g_{gl;sh,wi}$** que se utilizará en el cálculo, hemos recurrido a la "*Tabla 12 Transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil* ($g_{gl;sh,wi}$)" del *DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.* La selección de dicho valor se hace en función de la protección móvil prevista, el tipo de vidrio del hueco, la disposición de la protección (por el interior o exterior) y su color. En nuestro caso, vidrios triples bajo emisivos y con control solar y estores color pastel por el interior. Con esta disposición se obtiene un valor de **0,38**.

   A continuación, en la imagen, se muestra la selección sobre la tabla de referencia:

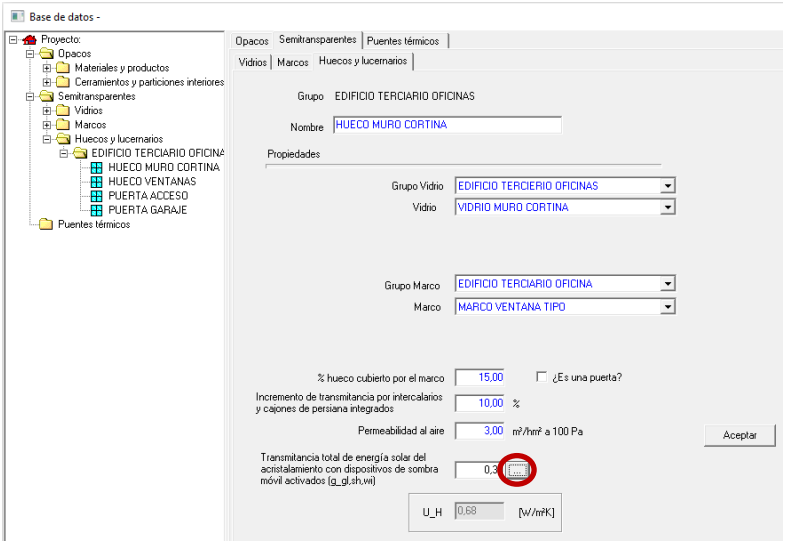
Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar		Protección exterior				Protección interior			
		Factor de reflexión ($\rho_{e,B}$)				Factor de reflexión ($\rho_{e,B}$)			
$T_{e,B}$	Tipo de vidrio	blanco	pastel	oscuro	negro	blanco	pastel	oscuro	negro
0 (p.ej: persianas)	Vidrio sencillo	0,06	0,11	0,15	0,19	0,34	0,43	0,54	0,66
	Vidrio doble	0,05	0,08	0,11	0,14	0,34	0,43	0,53	0,63
	Vidrio doble bajo emisivo	0,03	0,05	0,08	0,10	0,34	0,42	0,51	0,59
	Vidrio triple bajo emisivo	0,03	0,05	0,06	0,08	0,30	0,34	0,38	0,41
0,2 (p.ej: toldos)	Vidrio sencillo	0,22	0,27	0,31	0,33	0,39	0,51	0,62	0,68
	Vidrio doble	0,20	0,23	0,26	0,28	0,39	0,50	0,60	0,65
	Vidrio doble bajo emisivo	0,17	0,20	0,22	0,23	0,39	0,48	0,56	0,61
	Vidrio triple bajo emisivo	0,13	0,15	0,16	0,17	0,32	0,36	0,40	0,42
0,4 (p.ej: cortinas)	Vidrio sencillo	0,41	0,43	0,45	0,47	0,53	0,59	0,65	0,71
	Vidrio doble	0,36	0,38	0,39	0,41	0,51	0,56	0,61	0,66
	Vidrio doble bajo emisivo	0,33	0,34	0,35	0,36	0,49	0,53	0,58	0,62
	Vidrio triple bajo emisivo	0,24	0,25	0,26	0,27	0,37	0,38	0,40	0,42

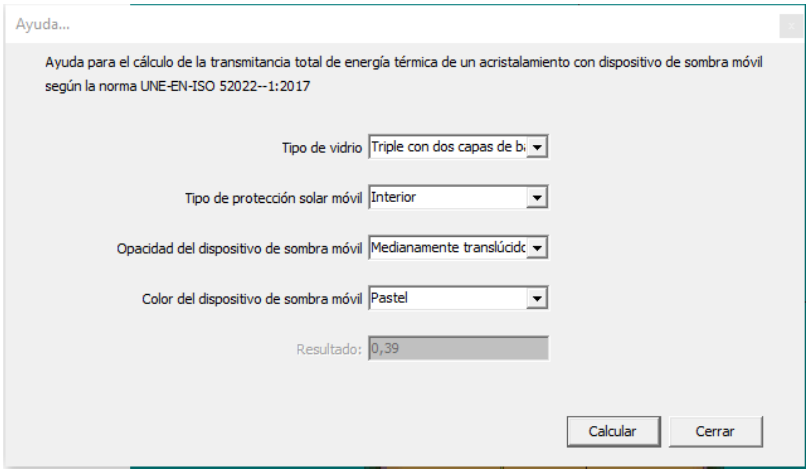
Selección de estores blancos por el interior con vidrios triples bajos emisivos y control solar sobre la Tabla 12 Transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil (ggl;sh,wi)

Para la solución de estores color pastel por el interior la transmitancia total de energía solar ($g_{gl;sh,wi}$) es:

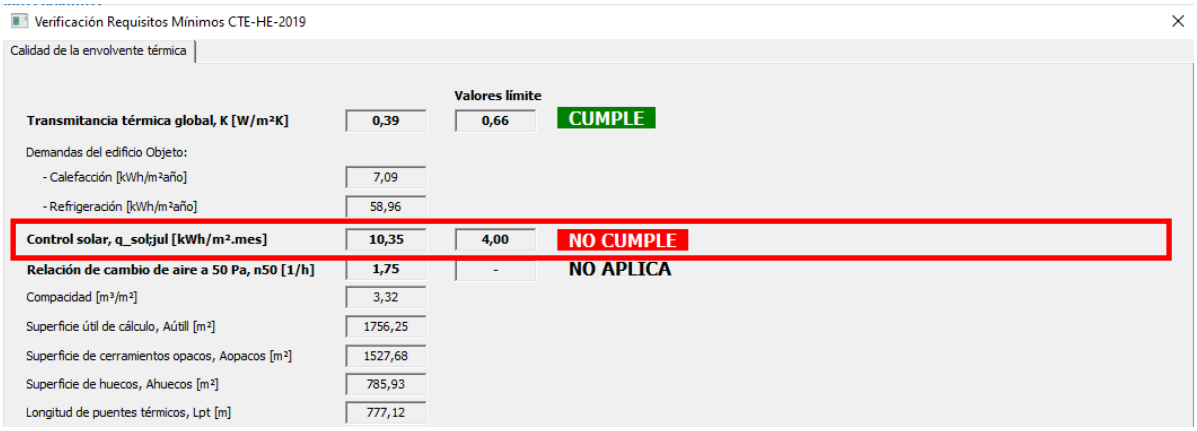
$$g_{gl;sh,wi,\ estores\ pastel\ por\ el\ interior} = 0{,}38$$

Desde la nueva versión de HULC *Versión 2.0.2525.1181 de fecha 16 abril 2025*, se permite introducir este valor de *g_gl;sh,wi* mediante un desplegable de Ayuda para el cálculo de la transmitancia total de energía térmica de un acristalamiento con dispositivo de sombra móvil según la norma UNE-ISO 52022—1:2017. En este desplegable podremos seleccionar el tipo de vidrio con el que cuenta el hueco en cuestión, el tipo de protección solar móvil, la opacidad del dispositivo de sombra móvil y el color del mismo. De esta manera, se obtiene el valor estimado de transmitancia total de energía solar ($g_{gl;sh,wi}$). Se muestra a continuación un pantallazo de la pestaña de edición de huecos en HULC donde podemos encontrar la ayuda para este cálculo de la transmitancia total de energía térmica de un acristalamiento con dispositivo de sombra móvil:





Con esta solución, elegida como punto de partida, con estores interiores con valor de $g_{gl;sh,wi,}$ de 0,39, obtenido con los valores establecidos en la *"Tabla 12 Transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil (g_gl;sh,wi)"del DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente,* y facilitado en el desplegable de Ayuda para el cálculo de la transmitancia total de energía térmica de un acristalamiento con dispositivo de sombra móvil, no se alcanza el cumplimiento en el parámetro $q_{sol;jul}$ tal y como se puede observar en la imagen obtenida de HULC y que se muestra a continuación:

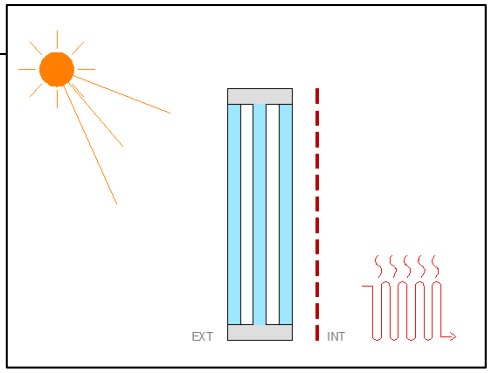


Además del procedimiento antes descrito, utilizando la *Tabla 12 Transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil* ($g_{gl;sh,wi}$)" del *DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente,* el valor de la transmitancia total de energía solar ($g_{gl;sh,wi}$) o G_{total} Se puede aproximar realizando un cálculo más preciso. Para ello, podemos recurrir al procedimiento descrito en la *UNE-EN ISO 52022-1:2017 Eficiencia energética de los edificios. Propiedades térmicas, solares y de luz diurna de los componentes de los edificios y sus elementos. Parte 1: Método simplificado de cálculo de las características solares y de luz diurna de los dispositivos de protección solar combinados con acristalamiento*. Allí se describe el procedimiento de cálculo para tres situaciones posibles: protecciones solares por el exterior, protecciones solares por el interior o protecciones integradas entre las hojas de vidrio del hueco.

Como comprobación del cumplimiento del parámetro $q_{sol;jul}$ intentaremos obtener un valor algo más preciso para la configuración que estamos estudiando. Para ello, vamos a recurrir al procedimiento descrito en la *UNE-EN ISO 52022-1:2017 Eficiencia energética de los edificios* para obtener el valor de la transmitancia total de energía solar ($g_{gl;sh,wi}$), incluyendo todos los datos que conocemos del vidrio con

el que cuenta el edificio. En este caso, como ya hemos comentado, se trata del empleo de dispositivos de protección solar por el interior consistente en estores de color pastel. Además, el vidrio empleado en las soluciones de ventana con las que cuenta el edificio es del tipo triple bajo emisivo 4/16A/4/16A/4 con transmitancia de 0,6 W/m²K y factor solar 0,4. Los cálculos son los siguientes:

DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN SOLAR POR EL INTERIOR



Transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil por el interior activados
Transmitancia de vidrio U_g= 0,6 W/m²K
Factor solar g = 0,4

$$g_{tot} = g \times (1 - g \times p_{e,B} - \alpha_{e,B} \times G_{int}/G_3)$$

Donde,

g = Factor solar del vidrio

$p_{e,B}$ = Factor de reflexión del dispositivo de protección solar

$\alpha_{e,B}$ = $1-t_{eb}-p_{e,B}$ Absortancia del dispositivo de protección solar

τ_{eb} = Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar

$G_{int} = (1/U_g + 1/G_3)^{-1}$

U_g = Trasmitancia térmica del vidrio

G_3 = 30 W/(m²K). Conductancia de referencia (valor fijo)

Con los valores de nuestro ejemplo se obtendrían los siguientes resultados:

Factor solar del vidrio	**g =**	0,4
Factor de reflexión del dispositivo de protección solar	**$p_{e,B}$ =**	0,75

Absortancia del dispositivo de protección solar ($\alpha e,B$)

$\alpha_{e,B} = 1-t_{eb}-p_{e,B}$

τ_{eB} = 0,2 **$\alpha_{e,B}$ =** 0,05

Opaco: 0
Medianamente traslúcido: 0,2
Muy traslúcido: 0,4
Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar

Absortancia del dispositivo de protección solar	**$\alpha_{e,B}$ =**	0,05

Conductancia del dispositivo interior de protección solar

$G_{int} = (1/U_g + 1/G_3)^{-1}$

G_{int} = 0,5882

Trasmitancia térmica del vidrio

U_g = 0,6 W/(m²K)

Conductancia de referencia (valor fijo)

G_3 = 30 W/(m²K)

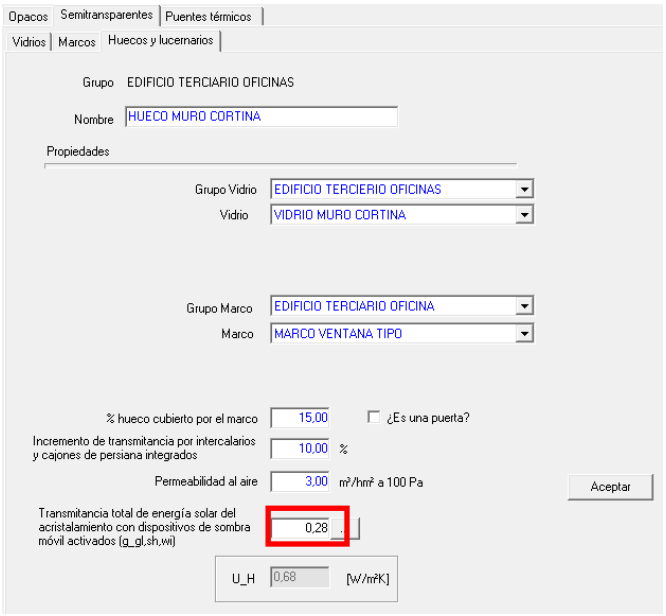
Conductancia del dispositivo interior de protección solar	**G_{int} =**	0,5882

$$g_{tot} = g \times (1 - g \times p_{e,B} - \alpha_{e,B} \times G_{int}/G_3) = 0,2796$$

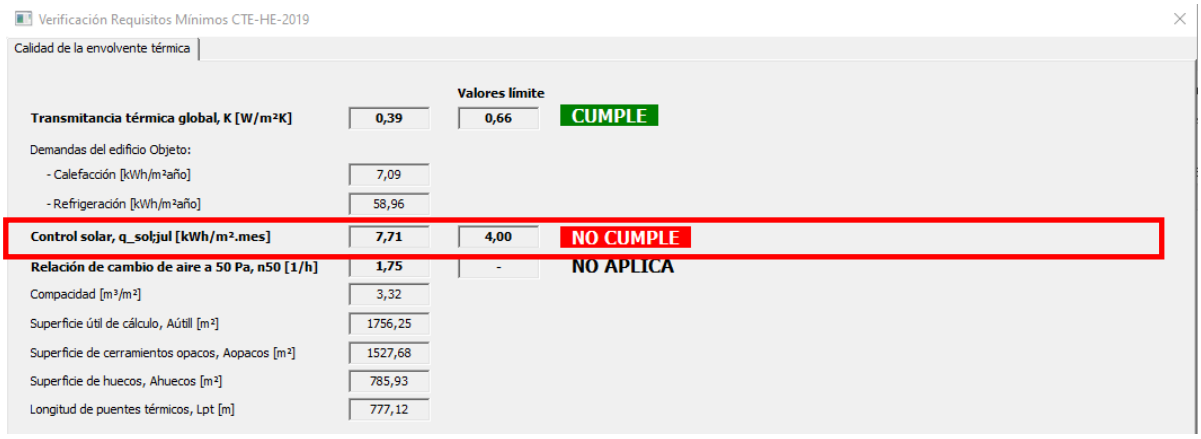
Para la solución de estores color pastel por el interior y siguiendo el procedimiento descrito en la *UNE-EN ISO 52022-1:2017 Eficiencia energética de los edificios*, la transmitancia total de energía solar ($g_{gl;sh,wi}$) es:

$$g_{gl;sh,wi,\ estores\ pastel\ por\ el\ interior} = 0{,}28$$

En este caso, para realizar la prueba de cumplimiento con ese nuevo valor obtenido, algo más preciso, de transmitancia total de energía solar ($g_{gl;sh,wi}$), tendremos que introducirlo manualmente en la edición de huecos de HULC:



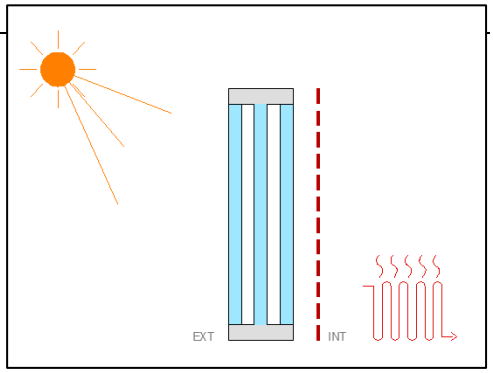
Si introducimos este valor en HULC, obtenemos:



Aun empleando este procedimiento más preciso, en el que podemos especificar las características del vidrio y del dispositivo de protección solar, nos acercamos más al valor límite, pero seguimos sin alcanzarlo y, por tanto, no obtenemos el cumplimiento del indicador $q_{sol;jul}$.

2. Si analizamos en detalle esta configuración podremos determinar que, para alcanzar el cumplimiento, manteniendo los **estores interiores** descritos, tendríamos que emplear un vidrio con un valor de factor solar de entorno a: **g = 0,15**. Para esta hipótesis los valores y cálculos serían los siguientes:

DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN SOLAR POR EL INTERIOR



Transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil por el interior activados
Transmitancia de vidrio U_g= 0,6 W/m²K
Factor solar g = 0,15

$$g_{tot} = g \times (1 - g \times p_{e,B} - \alpha_{e,B} \times G_{int}/G_3)$$

Donde,

g = Factor solar del vidrio

$p_{e,B}$ = Factor de reflexión del dispositivo de protección solar

$\alpha_{e,B} = 1-t_{eb}-p_{e,B}$ Absortancia del dispositivo de protección solar

τ_{eb} = Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar

$G_{int} = (1/U_g + 1/G_3)^{-1}$

U_g = Trasmitancia térmica del vidrio

G_3 = 30 W/(m²K). Conductancia de referencia (valor fijo)

Con estos valores se obtendrían los siguientes resultados:

Factor solar del vidrio	g =	0,15
Factor de reflexión del dispositivo de protección solar	$p_{e,B}$ =	0,75

Absortancia del dispositivo de protección solar (αe,B)

$\alpha_{e,B} = 1-t_{eb}-p_{e,B}$

τ_{eB} = 0,2 → $\alpha_{e,B}$ = 0,05

Opaco: 0
Medianamente traslúcido: 0,2
Muy traslúcido: 0,4
Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar

Absortancia del dispositivo de protección solar	$\alpha_{e,B}$ =	0,05

Conductancia del dispositivo interior de protección solar

$G_{int} = (1/U_g + 1/G_3)^{-1}$

G_{int} = 0,5882

Trasmitancia térmica del vidrio
U_g = 0,6 W/(m²K)

Conductancia de referencia (valor fijo)
G_3 = 30 W/(m²K)

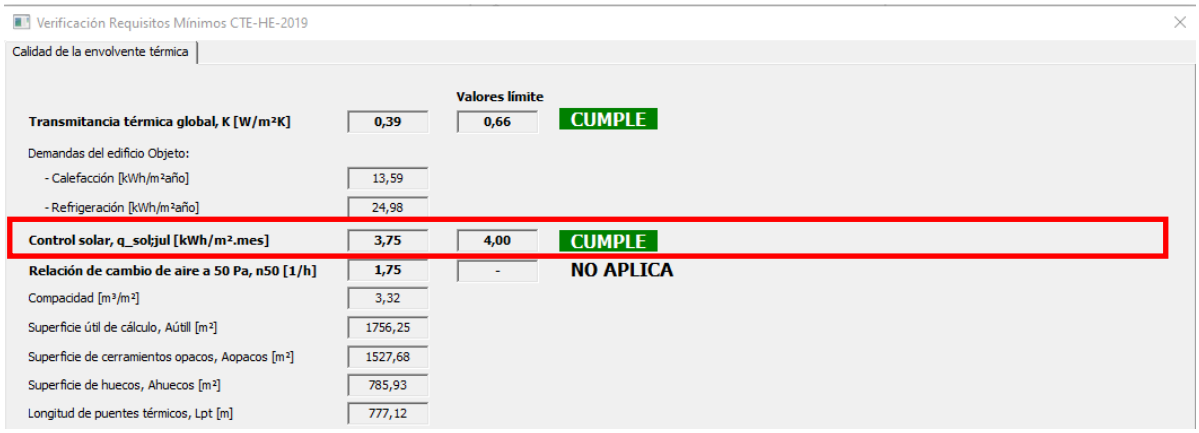
Conductancia del dispositivo interior de protección solar	G_{int} =	0,5882

$$g_{tot} = g \times (1 - g \times p_{e,B} - \alpha_{e,B} \times G_{int}/G_3) = 0{,}1330$$

En este caso, al haber ajustado el factor solar del vidrio a 0,16, se obtiene una transmitancia total de energía solar ($g_{gl;sh,wi}$) de:

$$g_{gl;sh,wi,\ estores\ blancos\ por\ el\ interior} = 0{,}13$$

Con este ajuste, sí que lograríamos alcanzar el cumplimiento en el parámetro $q_{sol;jul}$ tal y como se puede observar en la imagen de HULC con un valor de 3,75< 4, kW·h/m²·mes:



Si bien con estos datos alcanzamos el cumplimiento del parámetro $q_{sol;jul}$ nos encontramos ya en valores de factor solar muy bajos para los que es muy difícil mantener un aspecto natural del vidrio y, además, estamos reduciendo considerablemente las ganancias solares en los meses fríos, así como la iluminancia natural de los mismos.

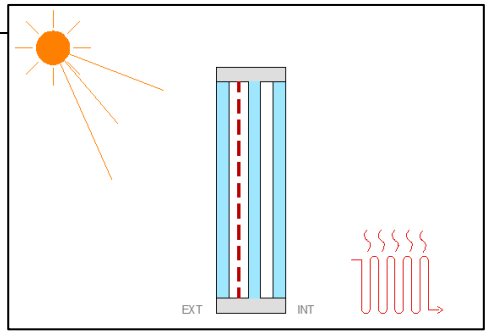
Por este motivo, vamos a tratar de encontrar otras soluciones que nos permitan llegar al cumplimiento con unas prestaciones en el vidrio más convencionales.

3. Se plantea a continuación, como una posible alternativa, la incorporación de la protección solar integrada entre las hojas de vidrio del hueco. Existen soluciones en el mercado, tanto para vidrios dobles como para vidrios triples (menos común), que integran soluciones de **lamas, en veneciana, o cortinillas integradas en la cámara del vidrio doble, o en una de las cámaras del vidrio triple**. En este último caso, lo recomendable sería en la cámara más exterior del vidrio triple. Cualquiera de estas soluciones requerirá una solución de marco que admita la sección del conjunto.

   Dentro del procedimiento descrito en la *UNE-EN ISO 52022-1:2017 Eficiencia energética de los edificios* para obtener el valor de la transmitancia total de energía solar ($g_{gl;sh,wi}$), se especifica un apartado para el caso en el que la protección solar se encuentra integrada dentro de las hojas del vidrio.

   Se muestra a continuación, el cálculo de transmitancia total de energía solar ($g_{gl;sh,wi}$) empleando ese procedimiento descrito en la *UNE-EN ISO 52022-1:2017* para el caso de contar con venecianas integradas en la cámara exterior del vidrio triple tal y como se muestra en la tabla a continuación:

DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN SOLAR INTEGRADO



Transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil integrados activados
Transmitancia de vidrio U_g= 0,6 W/m²K
Factor solar g = 0,40

$$g_{tot} = g \cdot t_{eB} + g\,[\,\alpha_{e,B} + (1-g)\cdot p_{e,B}\,]\,G_{integr}/G_4$$

Donde,

τ_{eB} = Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar

g = Factor solar del vidrio

$\alpha_{e,B}$ = $1-t_{eB}-p_{e,B}$ Absortancia del dispositivo de protección solar

τ_{eB} = Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar

G_{integr} $(1/U_g + 1/G_4)^{-1}$

U_g = Trasmitancia térmica del vidrio

G_4 = 3 W/(m²K). Conductancia de referencia (valor fijo)

Con los valores de nuestro ejemplo se obtendrían los siguientes resultados:

Factor solar del vidrio g = 0,4

actor de reflexión del dispositivo de protección solar $p_{e,B}$ = 0,75

Absortancia del dispositivo de protección solar (αe,B)

$\alpha_{e,B} = 1-t_{eb}-p_{e,B}$

τ_{eB} = 0,2 $\alpha_{e,B}$ = 0,05

Opaco: 0
Medianamente traslúcido: 0,2
Muy traslúcido: 0,4

Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar

Absortancia del dispositivo de protección solar $\alpha_{e,B}$ = 0,05

Conductancia del dispositivo integrado de protección solar

$G_{integr} = (1/U_g + 1/G_4)^{-1}$

G_{integr} = 0,5000

Trasmitancia térmica del vidrio

U_g = 0,6 W/(m²K)

Conductancia de referencia (valor fijo)

G_4 = 3 W/(m²K)

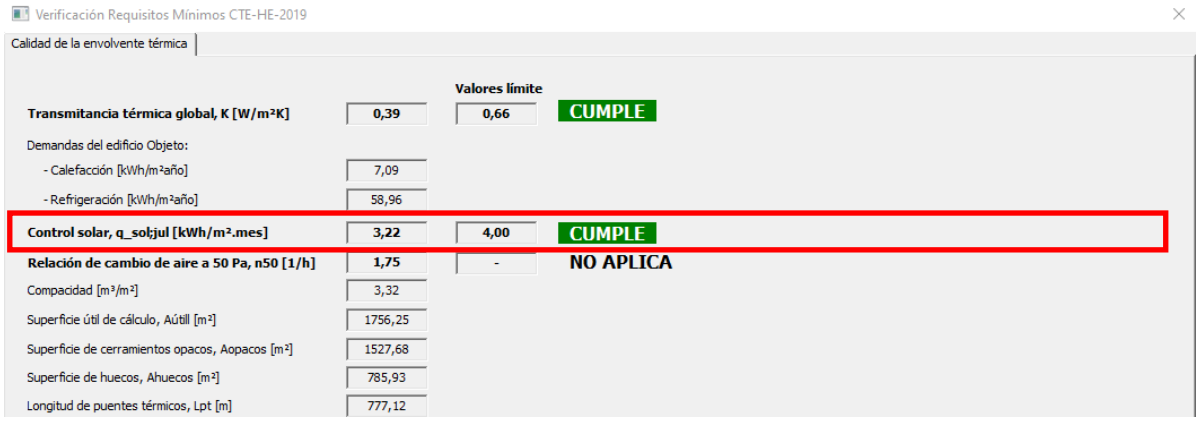
ctancia del dispositivo integrado de protección solar $\mathfrak{Z}_{integr}$ = 0,5000

$g_{tot} = t_{eB} \cdot g + \alpha_{e,B} \cdot G_{ext}/G_2 + t_{eb}\,(1-g)\cdot G_{ext}/G_1$ = **0,1133**

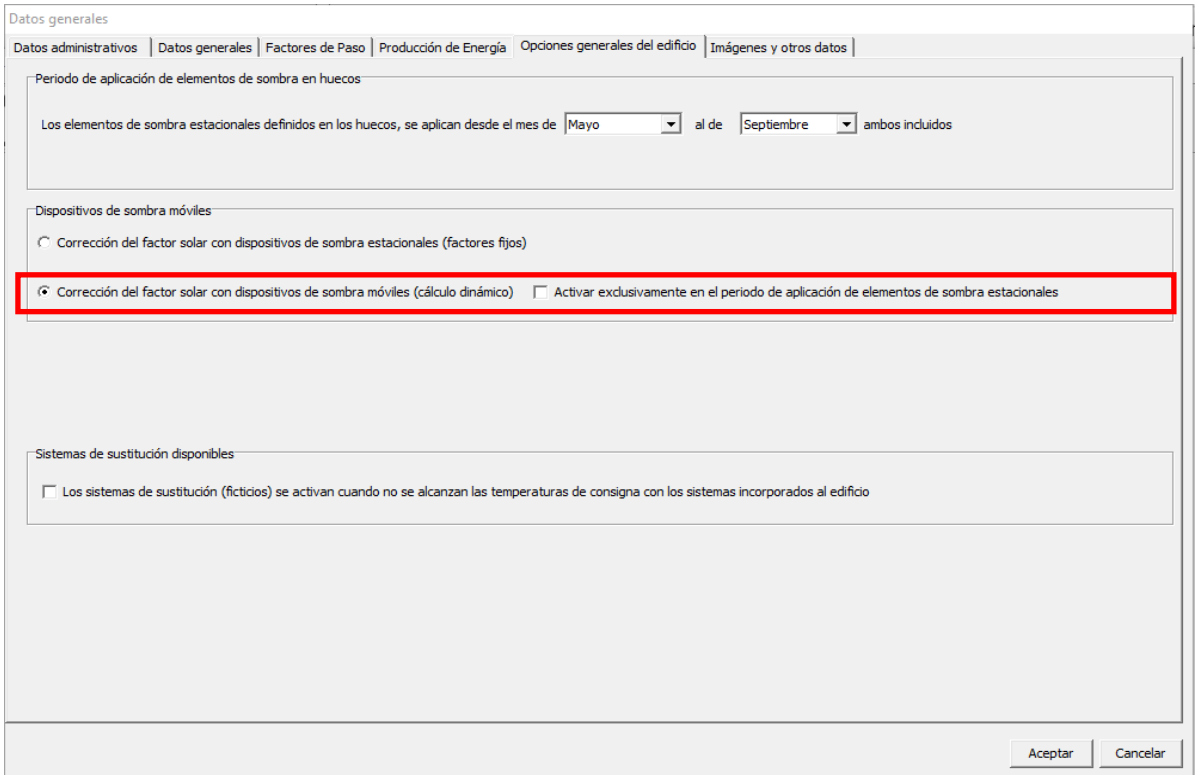
En este caso, al tratarse de un dispositivo de sombra móvil integrado y manteniendo los datos originales de factor solar (0,4) y transmitancia de vidrio (U_g =0,6 W/m²K), se obtiene una transmitancia total de energía solar ($g_{gl;sh,wi}$) de:

$$g_{gl;sh,wi,\ estores\ pastel\ integrados\ en\ la\ cámara\ del\ vidrio} = 0,11$$

Tal y como se puede observar en la imagen del cálculo de HULC, con esta solución también lograríamos alcanzar el cumplimiento para el $q_{sol;jul}$, manteniendo las prestaciones predefinidas del vidrio:

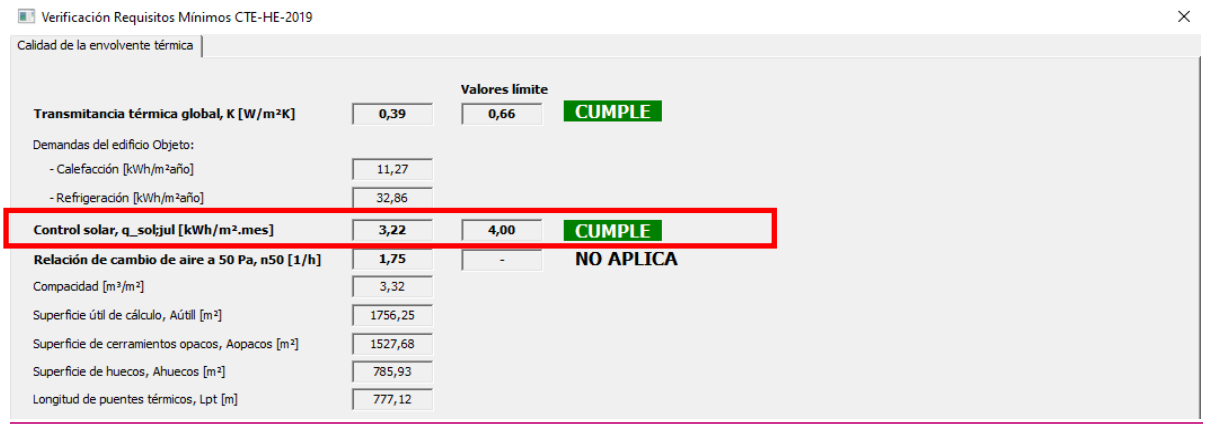


4. La siguiente alternativa es continuar con la **protección solar integrada en el hueco, pero utilizar la opción de cálculo dinámico**. Además de la configuración específica del dispositivo de sombra móvil integrado en cada hueco, HULC permite definir el criterio general de aplicación de estos elementos en la pestaña "Opciones generales del edificio", dentro del apartado "Datos generales". En este apartado puede seleccionarse, en lugar de la opción por defecto de "Corrección del factor solar con dispositivos de sombra estacionales (factores fijos)", la alternativa de "Corrección del factor solar con dispositivos de sombra móviles (cálculo dinámico)".



Mientras que la primera opción aplica una reducción del factor solar mediante coeficientes fijos durante el periodo definido (de mayo a septiembre en este caso), la modalidad de cálculo dinámico integra el comportamiento del dispositivo en la simulación horaria, adaptando su efecto a las condiciones reales de radiación y funcionamiento del edificio. Asimismo, HULC permite activar la casilla "Activar exclusivamente en el periodo de aplicación de elementos de sombra estacionales", lo que limitaría el efecto del cálculo dinámico únicamente a los meses previamente definidos.

La activación del cálculo dinámico permite, además de cumplir con el qsol;jul, ajustar globalmente las demandas obteniendo una demanda conjunta menor que la conseguida con el cálculo estacional.

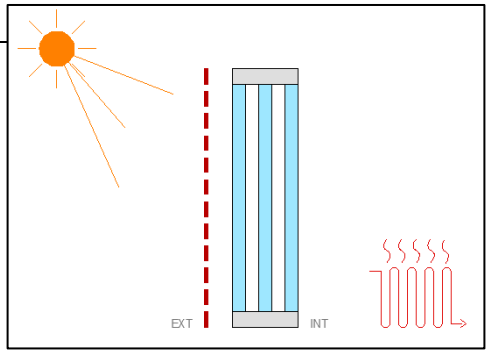


5. Otra posible alternativa para alcanzar el cumplimiento de este indicador sería la opción de emplear una protección por el exterior diferente a las persianas convencionales que, como hemos dicho, no es propia de esta tipología. Supongamos, por ejemplo, un panel móvil consistente en un bastidor y alma de **panel metálico en celosía** (con perforaciones). Consideraremos que se trata de un elemento medianamente traslúcido, y se corresponderá (en los valores simplificados que hemos tomado) con un factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar, $\tau_{eB} = 0{,}2$.

Empleando el procedimiento de cálculo descrito en la *UNE-EN ISO 52022-1*para dispositivos de protección solar por el exterior, en este caso, panel en celosía, y, manteniendo nuevamente las prestaciones de los vidrios con las que se partía en el ejemplo (factor solar de 0,4 y transmitancia de vidrio $U_g = 0{,}6$ W/m²K), se obtiene:

DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN SOLAR POR EL EXTERIOR

Transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil integrados activados
Transmitancia de vidrio $U_g = 0{,}6$ W/m²K
Factor solar $g = 0{,}40$



$$g_{tot} = t_{eB} \cdot g + \alpha_{e,B} \cdot G_{ext}/G_2 + t_{eb} (1-g) \cdot G_{ext}/G_1$$

Donde,

τ_{eB} = Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar

g = Factor solar del vidrio

$\alpha_{e,B} = 1-t_{eB}-p_{e,B}$ Absortancia del dispositivo de protección solar

τ_{eB} = Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar

$G_{ext} = (1/U_g + 1/G_1 + 1/G_2)^{-1}$

U_g = Trasmitancia térmica del vidrio

G_1 = 5 W/(m²K). Conductancia de referencia (valor fijo)

G_2 = 10 W/(m²K). Conductancia de referencia (valor fijo)

Factor solar del vidrio	g =	0,4
Factor de reflexión del dispositivo de protección solar	$p_{e,B}$ =	0,75

Absortancia del dispositivo de protección solar (αe,B)

$\alpha_{e,B} = 1-t_{eb}-p_{e,B}$

τ_{eB} = 0,2 → $\alpha_{e,B}$ = 0,05

Opaco: 0
Medianamente traslúcido: 0,2
Muy traslúcido: 0,4
Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar

Absortancia del dispositivo de protección solar	$\alpha_{e,B}$ =	0,05

Conductancia del dispositivo exterior de protección solar

$G_{ext} = (1/U_g + 1/G_1 + 1/G_2)^{-1}$

G_{ext} = 0,5085

Trasmitancia térmica del vidrio

U_g = 0,6 W/(m²K)

Conductancia de referencia (valor fijo)

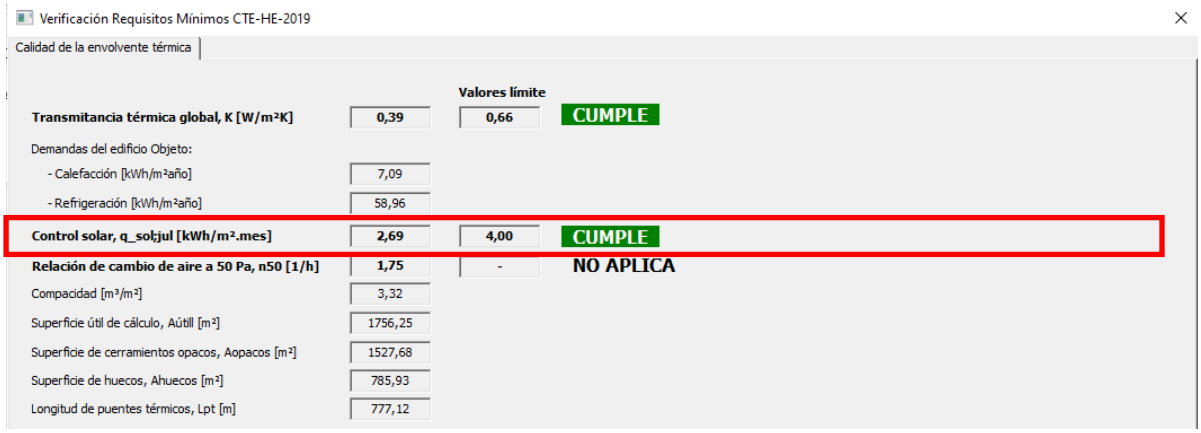
G_1 = 5 W/(m²K)

G_2 = 10 W/(m²K)

Conductancia del dispositivo exterior de protección solar	G_{ext} =	0,5085

$$g_{tot} = t_{eB} \cdot g + \alpha_{e,B} \cdot G_{ext}/G_2 + t_{eb} (1-g) \cdot G_{ext}/G_1 = 0,0947$$

Con este valor también obtenemos el cumplimiento del $q_{sol;jul}$, manteniendo además las prestaciones del vidrio. Los valores de HULC, son los siguientes:



6. Existe otra alternativa, poco empleada hasta el momento en esta guía y es el recurso de las **lamas asignadas directamente a cada hueco**, mediante la opción disponible en la pestaña de Dispositivos basados en lamas. En este módulo del programa se pueden introducir manualmente los valores geométricos y propiedades ópticas de las lamas asignadas al hueco.

   Es importante tener en cuenta que, a diferencia de los casos anteriores en los que se modificaba el valor de la transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil activados ($g_{gl;sh,wi}$), en esta opción las lamas se definen geométricamente en la pestaña correspondiente como elementos físicos asociados al hueco. Por ello, el programa las considera como un sistema de sombreamiento permanente y no como una protección móvil de carácter estacional, lo que implica que la reducción de la radiación solar obtenida en verano se aplica igualmente, en los valores que corresponda, a la simulación durante los meses de invierno.

   Se plantea esta nueva alternativa para alcanzar el cumplimiento del control solar basada en protecciones solares exteriores mediante lamas, diferenciando la solución en función de la orientación del hueco, lo cual es habitual en edificios terciarios con elevada superficie acristalada:
   - Orientación Sur: incorporación de lamas horizontales exteriores, más eficaces frente a la radiación solar con alturas solares elevadas (periodo estival), permitiendo a la vez un cierto aprovechamiento de iluminación natural y ganancias solares en periodo frío con alturas solares más bajas.
   - Orientaciones Este y Oeste: incorporación de lamas verticales exteriores, más adecuadas para limitar la radiación incidente con alturas solares bajas (mañana y tarde), característica de estas orientaciones en el mes de julio.

   En esta alternativa se mantiene constante la solución de acristalamiento definida previamente (vidrio triple bajo emisivo con control solar, Ug = 0,6 W/m²K y factor solar g = 0,40), modificando únicamente el dispositivo de protección solar móvil basado en lamas en la edición de cada hueco del muro cortina en HULC. Con ello se evalúa el impacto de una estrategia de sombreamiento orientación-dependiente en el indicador $q_{sol;jul}$, evitando recurrir a factores solares extremadamente bajos en el propio vidrio.

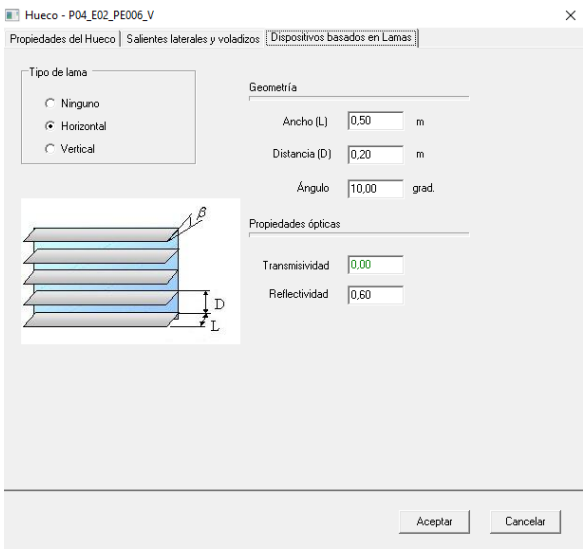
   Para su modelado en HULC, si el modelo está ya levantado, se editarán uno a uno los huecos del muro cortina o se crean por defecto desde el inicio con esta condición si estamos levantando el modelo desde el inicio. En la pestaña “Dispositivos basados en lamas”, se seleccionará el tipo (horizontal/vertical) y se definirán sus parámetros geométricos (ancho L, separación D y ángulo β) y sus propiedades ópticas (transmisividad y reflectividad) según los valores que se indican a continuación y que en un caso real obtendremos de la geometría del proyecto y de las propiedades que faciliten los fabricantes del sistema elegido. En nuestro caso partimos de las siguientes características:

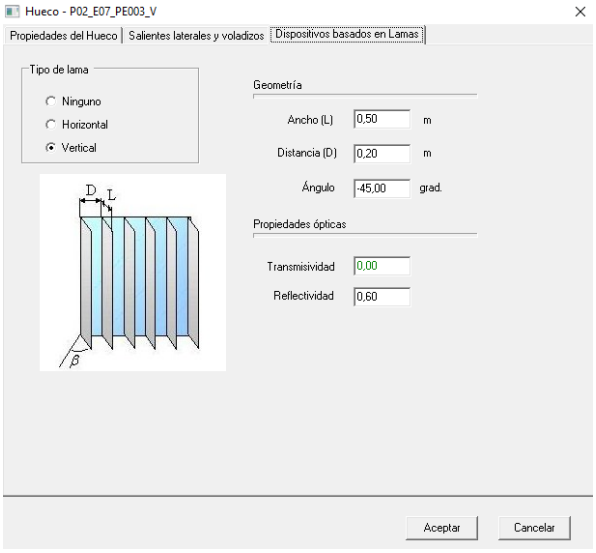
   - En los huecos orientados al Sur se disponen lamas horizontales exteriores con un ancho de 0,5 m, una separación entre ejes de 0,20 m y una inclinación de 10° respecto al plano horizontal. Esta inclinación moderada resulta adecuada para el mes de julio, en el que la altura solar al mediodía es elevada, permitiendo interceptar eficazmente la radiación directa en las horas centrales sin comprometer en exceso la entrada de luz difusa ni las ganancias de invierno. Las lamas se definen como elementos opacos de acabado claro, con transmisividad nula (τ = 0,00) y reflectividad 0,60.
   - En los huecos orientados al Este se incorporan lamas verticales exteriores con un ancho de 0,50 m, una separación de 0,20 m y una inclinación de -45°. En estas orientaciones, donde la radiación incide con ángulos solares bajos durante la mañana en verano, se adopta una inclinación mayor para mejorar el apantallamiento frente a la radiación rasante. Se mantienen las propiedades ópticas correspondientes a un elemento opaco claro (transmisividad 0,00 y

reflectividad 0,60) optimizando así el control solar estival en función de la trayectoria solar característica de esta orientación.

- En los huecos orientados al Oeste se incorporan lamas verticales exteriores con un ancho de 0,50 m, una separación de 0,20 m y una inclinación de +45°. Al igual que en la orientación este, se mantienen igualmente unas propiedades ópticas correspondientes a un elemento opaco claro, con transmisividad 0,00 y reflectividad 0,60.

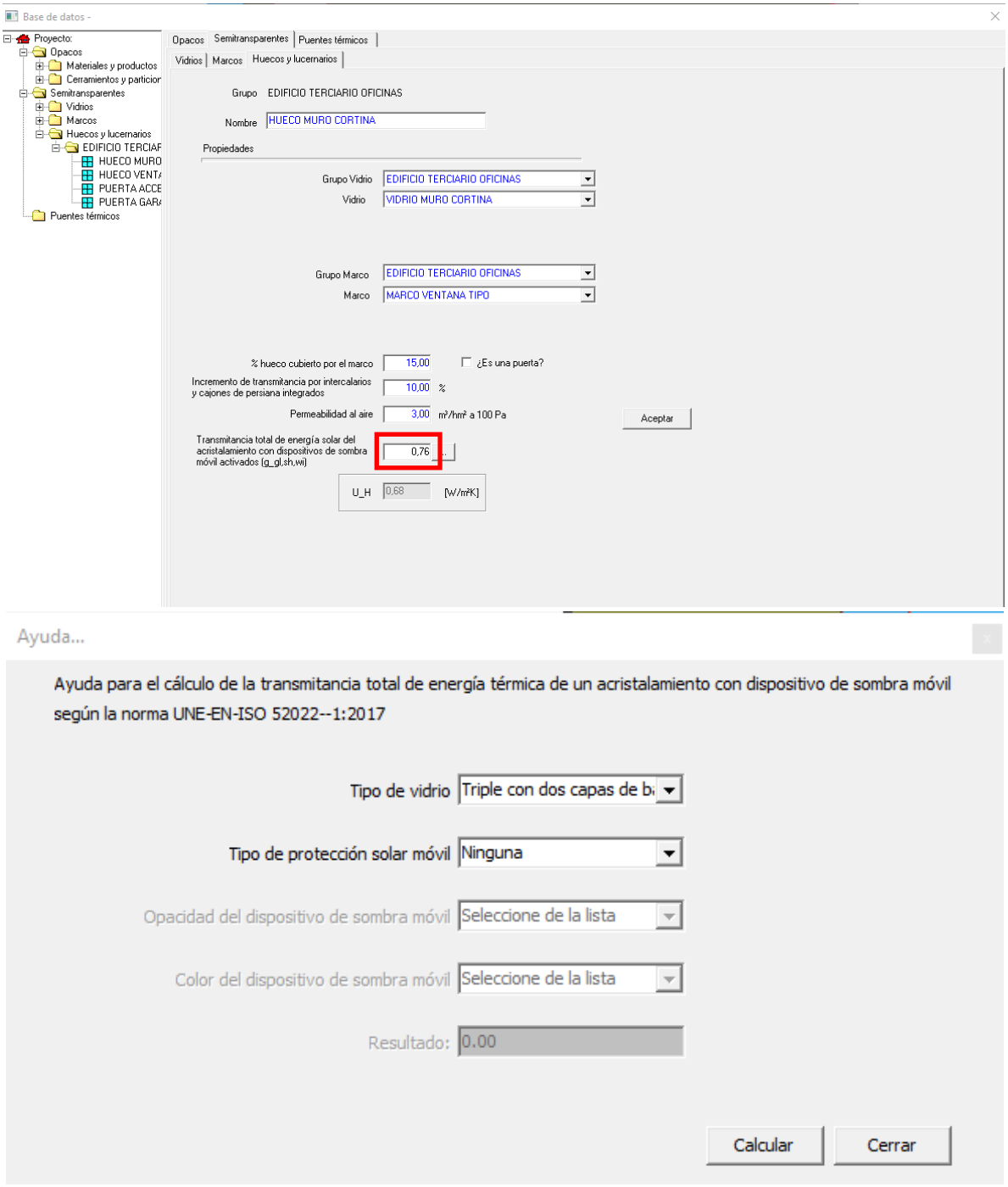
Se muestra a continuación las pantallas de edición de los huecos de muro cortina del modelo en su pestaña "Dispositivos basados en Lamas" tanto en la orientación sur (lamas horizontales) como en este/oeste (lamas verticales):



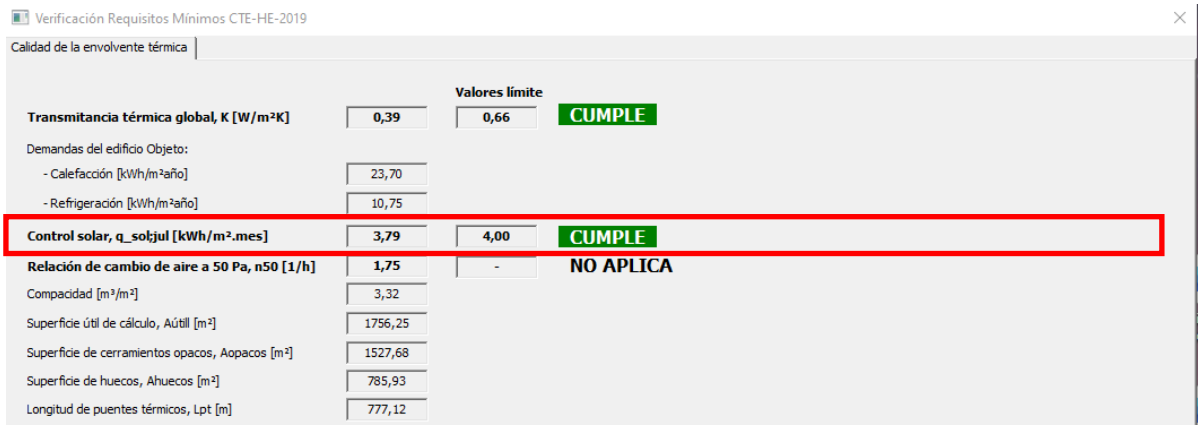


Para poder ejecutar correctamente esta prueba y evaluar de forma coherente su efectividad, es imprescindible eliminar el valor previamente asignado de transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil activados ($g_{gl;sh,wi}$), ya que en este caso las lamas se han definido manualmente en la pestaña "Dispositivos basados en lamas" en la edición de cada hueco.

Por tanto, en la edición del hueco tipo "Hueco muro cortina" en la base de datos del modelo, debemos acceder de nuevo al desplegable de "Ayuda para el cálculo de la transmitancia total de energía térmica de un acristalamiento con dispositivo de sombra móvil" correspondiente al "Tipo de protección solar móvil" debe seleccionarse la opción "Ninguna", evitando así que el programa considere simultáneamente dos sistemas de sombreamiento y altere los resultados del parámetro $q_{sol;jul}$.



Los valores obtenidos en HULC para esta alternativa basada en protecciones solares exteriores mediante lamas introducidas manualmente hueco a hueco, son los siguientes:



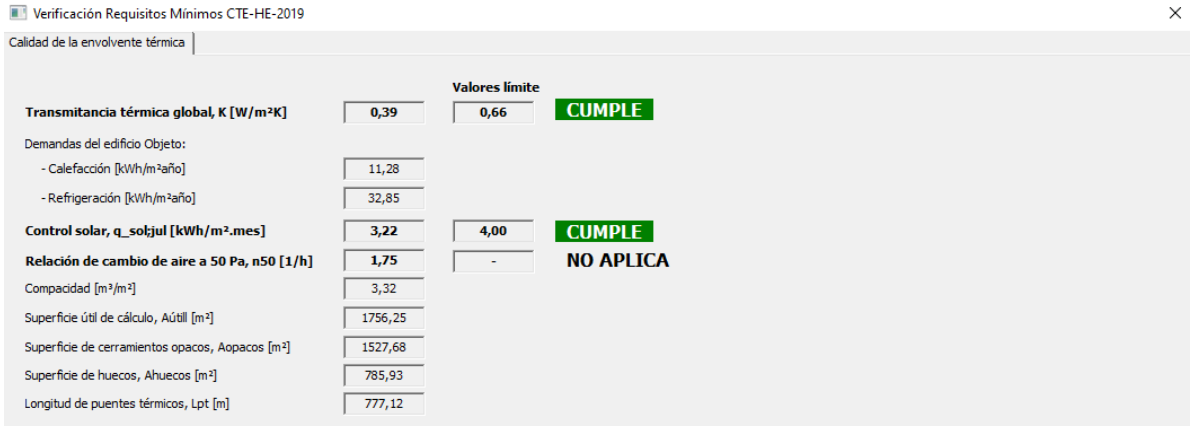
Se muestra a continuación la tabla resumen de las alternativas estudiadas en este apartado para alcanzar el cumplimiento del control solar sobre la envolvente ($q_{sol;jul}$):

Resumen de aternativas estudiadas para el cumplimiento del control solar sobre la envolvente $q_{sol;jul}$

Caso estudiado	Factor solar vidrio	Protección solar móvil empleada	Posición protección	Tipo protección	$g_{gl;sh;wi}$	Demanda calefacción (kW/m²año)	Demanda refrigeración (kW/m²año)	Opciones de cálculo	$q_{sol;jul}$ (kWh/m²mes)	$q_{sol;jul}$ valor límite (kWh/m²mes)	Cumplimiento
1	0,40	Estores color pastel	Interior	Móvil	0,28	7,09	58,96	estacional	7,71	4,00	**no cumple**
2	0,15	Estores color pastel	Interior	Móvil	0,13	13,59	24,98	estacional	3,75	4,00	**cumple**
3	0,40	Lamas en veneciana	Integrada	Móvil	0,11	7,09	58,96	estacional	3,22	4,00	**cumple**
4	0,40	Lamas en veneciana	Integrada	Móvil	0,11	11,28	32,85	dinámico	3,22	4,00	**cumple**
5	0,40	Celosía metálica	Exterior	Móvil	0,09	7,09	58,96	estacional	2,69	4,00	**cumple**
6	0,40	Lamas horizontales / verticales	Exterior	Fija	0,76	23,70	10,75	estacional	3,79	4,00	**cumple**

Los resultados comparativos muestran que la solución mediante lamas exteriores fijas permite cumplir el parámetro $q_{sol;jul}$ y ofrece el comportamiento energético global más favorable. Aunque su carácter permanente reduce las ganancias solares pasivas en invierno y puede incrementar la demanda de calefacción, esta penalización queda compensada por la notable reducción de la demanda de refrigeración durante los periodos de mayor incidencia solar. Por tanto, desde un punto de vista estrictamente energético, la solución fija no debe interpretarse como menos eficiente que la protección móvil. No obstante, en el caso analizado se opta finalmente por una protección solar móvil integrada en el acristalamiento por criterios adicionales de integración arquitectónica, coste y mantenimiento. En una fachada de muro cortina, la disposición de lamas exteriores fijas tendría una incidencia significativa sobre la imagen del edificio, aumentaría la complejidad constructiva de la envolvente y generaría mayores exigencias de limpieza y conservación de elementos exteriores. La solución móvil integrada permite, en cambio, compatibilizar el cumplimiento del $q_{sol;jul}$ con una menor alteración formal de la fachada y con una mayor capacidad de adaptación a las condiciones estacionales de uso.

A partir de este punto, y, una vez estudiadas las diferentes opciones, optamos por seguir en el resto de las comprobaciones y justificaciones del cumplimiento del modelo con la configuración de las lamas venecianas integradas en las hojas de vidrio de los huecos y cálculo dinámico (opción marcada en la tabla resumen anterior). Estos dispositivos se proyectan solamente en los huecos del muro cortina. El resto de las ventanas del edificio, todas con orientación norte, con huecos mucho más contenidos que dan a espacios básicamente de servicios, se mantienen los estores interiores en tono pastel. Se muestran a continuación los datos del cumplimiento de la HE1 que ofrece HULC aplicando la configuración seleccionada finalmente:



En la configuración del modelo con el que se continua la evaluación del cumplimiento se mantiene seleccionada la opción de cálculo dinámico, pero no se activa la casilla de limitación estacional, de modo que el comportamiento dinámico del dispositivo de sombra se evalúa a lo largo de todo el año.

Esta decisión se adopta al comprobar que la consideración anual del dispositivo integrado mejora el comportamiento energético global del edificio dentro de la simulación en aproximadamente un tercio, reduciéndolo de los aproximadamente 66 kWh/m^2·a a los 44 kWh/m^2·a.

Debe señalarse que esta opción no solo influye en el valor del parámetro $q_{sol;jul}$, sino que afecta al comportamiento energético global del edificio. A diferencia del cálculo con dispositivos de sombra estacionales (factores fijos), la activación del cálculo dinámico anual modifica las ganancias solares consideradas hora a hora en la simulación, repercutiendo tanto en la demanda de refrigeración como en la demanda de calefacción del edificio. De este modo, el modelo refleja con mayor fidelidad la interacción entre el acristalamiento, el dispositivo móvil integrado y las condiciones climáticas a lo largo de todo el año.

A continuación, se van a desarrollar los cálculos manuales del parámetro $q_{sol;jul}$ personalizados para este edificio y la configuración seleccionada, visualizándose en una tabla resumen.

Los cálculos del factor de sombra del hueco por obstáculos externos ($F_{gl;sh,obst}$) y la radiación solar global en el plano del vidrio sin obstáculos (KWh/m^2) se obtienen a través de la simulación de HULC. Las ganancias son parámetros que conviene calcular mediante simulación del modelo.

Los valores de la radiación solar global en el plano del vidrio sin obstáculos se han obtenido de las *Tablas 20 y 21 del apartado "2.3 Irradiación solar media acumulada en el mes de julio" del DA DB-HE/1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*.

Consideraciones respecto al cumplimiento de esta configuración

Como ya se ha dicho y evaluado, el cumplimiento de este indicador en edificios de uso terciario y grandes superficies acristaladas puede plantear problemas importantes al no ser la persiana una solución tan frecuente como en residencial. Dependiendo de la superficie de huecos existentes, la disposición exclusivamente de estores por el interior resultará insuficiente en la mayor parte de los casos.

Con una proporción de huecos habitualmente mayor en este tipo de edificios, será necesario, en muchos casos, recurrir a soluciones menos convencionales. Como solución efectiva en todos los casos, se ha de fomentar el uso de protecciones fijas con un comportamiento estacional adecuado y el apoyo, casi siempre necesario, de protecciones móviles de accionamiento automatizado.



CONTROL SOLAR DE LA ENVOLVENTE $q_{sol;jul}$

Acondicionados: zonas de trabajo y oficina, espacios distribuidores, y aseos de planta.
No acondicionados: núcleo vertical de escaleras
N.H.: núcleo vertical del ascensor, patinillos de instalaciones, aparcamiento y torreón de cubierta
Envolvente térmica según esquema

Código del elemento	Descripción	ORIENTACIÓN	Sup. HUECO (m^2)	Fracción de marco en tanto por uno	Superficie vidrio	$g_{gl;wi}$	$F_{gl;sh;obst}$	$g_{gl;sh;wi}$	Radiación acumulada plano del vidrio $H_{sol;jul}$ (KWh/m^2)	Cdsm Coeficiente sombra móvil (KWh/m^2)	Ganancia TOTAL de Julio en cada hueco (KWh)
PLANTA SÓTANO. P01											
H1-O2.1	PUERTA GARAJE	OESTE	8,79	1,00	0,00	0,76	0,94	1,00	125,24	No	0,00
H1-E2.1	PUERTA GARAJE	ESTE	8,79	1,00	0,00	0,76	0,94	1,00	124,81	No	0,00
TOTALES PLANTA 01			**17,58**		**0,00**						
PLANTA ACCESO P02											
H2-N1.1	VENTANA TIPO	NORTE	1,58	0,35	1,03	0,4	0,75	0,38	58,91	0,30	16,93
H2-N1.2	VENTANA TIPO	NORTE	1,05	0,35	0,68	0,4	0,74	0,38	58,91	0,30	11,10
H2-N1.3	PUERTA DE ACCESO	NORTE	2,30	0,10	2,07	0,71	0,88	0,63	58,91	No	67,61
H2-N1.4	PUERTA DE ACCESO	NORTE	1,92	0,10	1,73	0,71	0,87	0,63	58,91	No	55,79
H2-N1.5	VENTANA TIPO	NORTE	7,58	0,35	4,93	0,4	0,82	0,38	58,91	0,30	88,96
H2-S1.1	MURO CORTINA	SUR	57,89	0,15	49,21	0,4	0,58	0,11	89,15	0,20	270,03
H2-E1.1	MURO CORTINA	ESTE	43,80	0,15	37,23	0,4	0,75	0,11	124,81	0,20	375,90
H2-O1.1	MURO CORTINA	OESTE	43,80	0,15	37,23	0,4	0,75	0,11	125,24	0,20	377,23
TOTALES PLANTA 02			**159,92**		**134,10**						**1263,56**
PLANTA PRIMERA P03											
H3-N1.1	VENTANA TIPO	NORTE	1,58	0,35	1,03	0,4	0,75	0,38	58,91	0,30	16,93
H3-N1.2	VENTANA TIPO	NORTE	1,05	0,35	0,68	0,4	0,74	0,38	58,91	0,30	11,10
H3-N1.3	VENTANA TIPO	NORTE	2,47	0,35	1,61	0,4	0,78	0,38	58,91	0,30	27,55
H3-N1.4	VENTANA TIPO	NORTE	1,58	0,35	1,03	0,4	0,75	0,38	58,91	0,30	16,93
H3-S1.1	MURO CORTINA	SUR	57,89	0,15	49,21	0,4	0,58	0,11	89,15	0,20	270,03
H3-E1.1	MURO CORTINA	ESTE	43,80	0,15	37,23	0,4	0,75	0,11	124,81	0,20	375,90
H3-O1.1	MURO CORTINA	OESTE	43,80	0,15	37,23	0,4	0,75	0,11	125,24	0,20	377,23
TOTALES PLANTA 03			**152,17**		**128,01**						**1095,69**
PLANTA TIPO P04											
H4-N1.1	VENTANA TIPO	NORTE	1,58	0,35	1,03	0,4	0,75	0,38	58,91	0,30	16,93
H4-N1.2	VENTANA TIPO	NORTE	1,05	0,35	0,68	0,4	0,74	0,38	58,91	0,30	11,10
H4-N1.3	VENTANA TIPO	NORTE	2,47	0,35	1,61	0,4	0,78	0,38	58,91	0,30	27,55
H4-N1.4	VENTANA TIPO	NORTE	1,58	0,35	1,03	0,4	0,75	0,38	58,91	0,30	16,93
H4-S1.1	MURO CORTINA	SUR	57,89	0,15	49,21	0,4	0,58	0,11	89,15	0,20	270,03
H4-E1.1	MURO CORTINA	ESTE	43,80	0,15	37,23	0,4	0,75	0,11	124,81	0,20	375,90
H4-O1.1	MURO CORTINA	OESTE	43,80	0,15	37,23	0,4	0,75	0,11	125,24	0,20	377,23
TOTALES PLANTA 04			152,17		128,01						1095,69
		Multiplicador x2	**304,34**		**256,02**						**2191,37**
PLANTA CUARTA P05											
H5-N1.1	VENTANA TIPO	NORTE	1,58	0,35	1,03	0,4	0,75	0,38	58,91	0,30	16,93
H5-N1.2	VENTANA TIPO	NORTE	1,05	0,35	0,68	0,4	0,74	0,38	58,91	0,30	11,10
H5-N1.3	VENTANA TIPO	NORTE	2,47	0,35	1,61	0,4	0,78	0,38	58,91	0,30	27,55
H5-N1.4	VENTANA TIPO	NORTE	1,58	0,35	1,03	0,4	0,75	0,38	58,91	0,30	16,93
H4-S1.1	MURO CORTINA	SUR	57,89	0,15	49,21	0,4	0,63	0,11	89,15	0,30	289,24
H4-E1.1	MURO CORTINA	ESTE	43,80	0,15	37,23	0,4	0,75	0,11	124,81	0,30	372,18
H4-O1.1	MURO CORTINA	OESTE	43,80	0,15	37,23	0,4	0,75	0,11	125,24	0,30	373,50
TOTALES PLANTA 05			**152,17**		**128,01**						**1107,45**
TOTALES EDIFICIO			**786,18**		**646,14**						**5658,07**

DATOS PREVIOS

ÁREA ÚTIL DEL EDIFICIO (m^2) 1756,20

CÁLCULO

$q_{sol} = Q_{sol;jul} / A_{util} = \Sigma_k F_{sh;obst} \times g_{gl;sh;wi} \times (1-F_F) \times A_{w;p} \times H_{sol;jul}) / A_{util}$

$q_{sol} = 5658,07/1756,20 = 3,22$

C O M P R O B A C I Ó N $q_{sol;jul}$

$q_{sol;jul}$ EDIFICIO	$q_{sol;jul,lim}$ CTE	Cumplimiento *Valores límite*
3,222	4,00	**CUMPLE**

REFERIDOS AL CONTROL DE LA PERMEABILIDAD AL AIRE DE LA ET

Las soluciones constructivas y condiciones de ejecución de los elementos de la envolvente térmica asegurarán una adecuada estanqueidad al paso del aire. Particularmente, se cuidarán los encuentros entre huecos y opacos, puntos de paso a través de la envolvente térmica y puertas de paso a espacios no acondicionados.

Hemos de garantizar, por tanto, la estanqueidad suficiente al paso del aire en la envolvente térmica del edificio, tanto en la parte hueca de sus cerramientos como en la parte opaca. Para ello se han de cumplir los siguientes requisitos.

1. PERMEABILIDAD AL AIRE (Q_{100}) DE LOS HUECOS QUE PERTENECEN A LA ET

Tabla 3.1.3.a-HE1 Valor límite de permeabilidad al aire de huecos de la envolvente térmica, $Q_{100,lim}$ [$m^3/h \cdot m^2$]

DATOS PREVIOS

* Zona climática de invierno: D

* Permeabilidad de los huecos medida con sobrepresión de 100 Pa: Q_{100}

La permeabilidad de todos los huecos pertenecientes a la envolvente térmica no superará los valores límite de la siguiente tabla:

Tabla 3.1.3.a-HE1 Valor límite de permeabilidad al aire de huecos de la envolvente térmica, $Q_{100,lim}$ [$m^3/h \cdot m^2$]	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Permeabilidad al aire de huecos ($Q_{100,lim}$)*	≤ 27	≤ 27	≤ 27	≤ 9	**≤ 9**	≤ 9

** La permeabilidad indicada es la medida con una sobrepresión de 100 Pa, Q100.*
Los valores de permeabilidad establecidos se corresponden con los que definen la clase 2 (≤27 $m^3/h \cdot m^2$) y clase 3 (≤9$m^3/h \cdot m^2$) de la UNE-EN 12207:2017. La permeabilidad del hueco se obtendrá teniendo en cuenta, en su caso, el cajón de persiana.

Sobre la tabla se sombrea la columna correspondiente a la zona climática de invierno ("D") en la que se sitúa el edificio. Los valores considerados en nuestro caso de estudio se corresponden en todos los huecos con una clase de estanqueidad 4 y límite de permeabilidad según ensayo normalizado de 3 $m^3/h \cdot m^2$.

En consecuencia, el cuadro de justificación del cumplimiento será el siguiente:

DESCRIPCIÓN HUECOS	Clase de la carpintería en proyecto	Permeabilidad en proyecto al aire de huecos (Q_{100}) [$m^3/h \cdot m^2$]	Valor límite ($Q_{100,lim}$) [$m^3/h \cdot m^2$]	CUMPLIMIENTO
Ventanas tipo NORTE	Clase 4	3	≤ 9	CUMPLE
Ventanas tipo SUR y RESTO	Clase 4	3	≤ 9	CUMPLE

2. RELACIÓN DEL CAMBIO DE AIRE CON UNA PRESION DIFERENCIAL DE 50 Pa (n_{50})

Tabla 3.1.3.b-HE1 Valor límite de la relación del cambio de aire con una presión de 50 Pa

DATOS PREVIOS

* Compacidad del edificio según la configuración elegida (V/A) (m^3/m^2)

* Cálculo de la permeabilidad al aire del edificio n_{50}

Relación del cambio de aire: relación entre el flujo de aire a través de la envolvente térmica del edificio y su volumen de "aire interior" o volumen "útil" tal y como se ha definido en el apartado INTRO de esta sección del cumplimiento de la HE 1. En el ámbito de este DB HE se emplea el valor obtenido para una presión diferencial a través de la envolvente de 50 Pa, [n_{50}].

En edificios nuevos de *uso residencial privado*, con una superficie útil total superior a 120 m^2, la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa [n_{50}], no superará el valor límite de la *tabla 3.1.3.b HE1*.

Compacidad V/A [m^3/m^2]	n_{50}
V/A ≤ 2	6,00
V/A ≥ 4	3,00

Los valores límite de las compacidades intermedias (2<V/A>4) se obtienen por interpolación

En nuestro caso, por tratarse de un edificio de uso terciario (distinto al uso residencial privado) **no es de aplicación** esta condición o exigencia sobre la envolvente, si bien el valor obtenido de su cálculo en HULC es de n_{50}= 1,83.

Dado que las instalaciones que se plantean en este edificio incorporan recuperadores de calor, es especialmente importante obtener unos resultados de permeabilidad al aire lo suficientemente ajustados como para que dichas instalaciones puedan recuperar el calor del aire porque este pasa realmente por dichos recuperadores de calor. De otra manera la instalación de estos sistemas no tendrá efecto real en las demandas del edificio y por tanto supondrán solo un coste, tanto de consumo energético como económico en cuanto a su instalación y mantenimiento, sin beneficios en los balances energéticos globales del edificio.

Unos rangos recomendables de dichas permeabilidades deberían estar en valores entre 1 y 1,5[6] para lo que resulta especialmente necesario realizar buenas prácticas constructivas, especialmente en el sellado de encuentros entre huecos y opacos, así como en los pasos de instalaciones

[6] Valores recogidos en las normativas europeas para instalaciones de recuperadores de calor.

DESC

3. Limitación de descompensaciones

Respecto a las particiones interiores del edificio que separan "unidades de uso"[7], se ha de realizar la comprobación de que no se producen importantes descompensaciones respecto a la transmitancia de estos elementos. Para ello se han de cumplir los valores límite de transmitancias que se relacionan en la *Tabla 3.2 - HE1 Transmitancia térmica límite de particiones interiores*.

TIPO DE CERRAMIENTO		α	A	B	C	D	E
Entre unidades del mismo uso	Particiones horizontales	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
	Particiones verticales	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00
Entre unidades de distinto uso Entre unidades de uso y zonas comunes	Particiones horizontales y verticales	1,35	1,25	1,1	0,95	0,85	0,70

Tabla 3.2 - HE1 Transmitancia térmica límite de particiones interiores, U_{lim} [W/m²K]. Señalados los valores límite para la zona D

En nuestro caso, partiendo de la consideración inicial de que se trata de un edificio que se alquilaría o vendería por plantas debemos interpretar que cada planta es una unidad de uso. Por tanto, la separación entre ellas, los forjados de planta han de cumplir el valor límite asignado en la *Tabla 3.2 - HE1 Transmitancia térmica límite de particiones interiores* entre unidades del mismo uso. La misma situación se produce con el forjado de planta baja que separa en este caso dos unidades de distinto uso entre la planta baja de uso oficina y el sótano dedicado a garaje y cuartos técnicos. Por otra parte, en cada planta, se puede considerar como zonas comunes exclusivamente el núcleo de escalera pues la circulación interior es en realidad un distribuidor entre las distintas estancias vinculadas al uso principal, es decir, espacio de trabajo, archivo y aseos.

En el siguiente cuadro se resume el cumplimiento para cada uno de estos elementos:

DESCRIPCIÓN PARTICIÓN	TIPO DE CERRAMIENTO	TIPO DE PARTICIÓN	$U_{proyecto}$ W/m²K	U_{lim} W/m²K	Cumplimiento *Valores límite*
Forajados de separación entre plantas de oficinas	Entre unidades del mismo uso	Partición horizontal	0,67	1,20	CUMPLE
Partición entre espacios de planta y escaleras	Entre unidades de uso y zonas comunes	Partición vertical	0,35	0,85	CUMPLE
Forjado entre planta baja y sótano	Entre unidades de distinto uso	Partición horizontal	0,32	0,85	CUMPLE
					CUMPLE

[7] Definición incluida en el Anejo A del CTE DB HE. **Unidad de uso**: edificio o parte de él destinada a un uso específico, en la que sus usuarios están vinculados entre sí bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación; o bien por formar parte de
un grupo o colectivo que realiza la misma actividad. En el ámbito de este Documento Básico, se consideran unidades de uso diferentes, entre otras, las siguientes:
a) en edificios de vivienda, cada una de las viviendas.
b) en edificios de otros usos, cada uno de los establecimientos o locales comerciales independientes.

COND ENSA

4. Limitación de condensaciones de la envolvente térmica

A este respecto dentro de la Sección *HE 1. Condiciones para el control de la demanda energética*, en el punto 3.3. Limitación de condensaciones en la envolvente térmica, se establece lo siguiente:

> *En el caso de que se produzcan condensaciones intersticiales en la envolvente térmica del edificio, estas serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. En ningún caso, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual podrá superar la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.*

Por tanto, la comprobación a la que se refiere este apartado ha de realizarse exclusivamente para las condensaciones intersticiales.

Esta comprobación no es necesario realizarla para los cerramientos en contacto con el terreno ni para aquellos que incorporen barrera de vapor. En el caso de incorporarse dicha barrera de vapor, es conveniente recordar que ha de situarse siempre en la cara caliente de dicho cerramiento. En particiones interiores en contacto con espacios no habitables en los que se prevea gran producción de humedad, se debe colocar la barrera contra el vapor en el lado del cerramiento del espacio no habitable.

El documento de apoyo *DA DB-HE / 2 "Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos"* recoge procedimientos para el cálculo del riesgo de condensaciones (tanto superficiales como intersticiales) y puede emplearse para el cálculo y justificación del cumplimiento de esta exigencia.

Por otra parte, en la *Sección 3 de AYUDAS del volumen (I) Vivienda unifamiliar adosada* de esta guía, se desarrolla la comprobación completa para el MURO EXTERIOR del edificio de ese ejemplo.

Existen también varias herramientas de acceso gratuito que permiten realizar la comprobación de la presencia de humedad en las hojas interiores de los cerramientos y evaluar, en el caso de que existan, si la evaporación que se produce es superior al vapor de agua condensado. Una de estas herramientas es, por ejemplo, la aplicación https://github.com/pachi/condensaciones.

HE2

HE2. CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

Esta exigencia se desarrolla en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

No obstante, conviene recordar que la aplicación del RITE afecta a las características y condiciones de funcionamiento de las instalaciones térmicas las instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de agua caliente sanitaria, destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

En nuestro edificio afecta a los siguientes sistemas y equipos del edificio:

- Sistema de climatización todo aire (ventilación+calefacción + refrigeración)
- Sistema de producción de ACS

Respecto a las exigencias técnicas relativas a la eficiencia energética y que se recogen en el *Articulo 12. Eficiencia energética*, se dice:

> *"Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se reduzca el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, mediante la utilización de sistemas eficientes energéticamente, de sistemas que permitan la recuperación de energía y la utilización de las energías renovables y de las energías residuales"*

En concreto, se requiere el cumplimiento de los siguientes requisitos:

1. Rendimiento energético: los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos, se seleccionarán en orden a conseguir que sus prestaciones, en cualquier condición de funcionamiento, estén lo más cercanas posible a su régimen de rendimiento máximo.

2. Distribución de calor y frío: los equipos y las conducciones de las instalaciones térmicas deben quedar aislados térmicamente, para conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de generación.

3. Regulación y control: las instalaciones estarán dotadas de los sistemas de regulación y control necesarios para que se puedan mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados, ajustando, al mismo tiempo, los consumos de energía a las variaciones de la demanda térmica, así como interrumpir el servicio.

4. Contabilización de consumos: las instalaciones térmicas deben estar equipadas con sistemas de contabilización para que el usuario conozca su consumo de energía, y para permitir el reparto de los gastos de explotación en función del consumo, entre distintos usuarios, cuando la instalación satisfaga la demanda de múltiples consumidores.

5. Recuperación de energía: las instalaciones térmicas incorporarán subsistemas que permitan el ahorro, la recuperación de energía y el aprovechamiento de energías residuales.

6. Utilización de energías renovables: las instalaciones térmicas aprovecharán las energías renovables disponibles, con el objetivo de cubrir con estas energías una parte de las necesidades del edificio.

Para justificar que una instalación cumple dichas exigencias, podrá optarse por una de las siguientes opciones:

a) adoptar soluciones basadas en las Instrucciones técnicas, cuya correcta aplicación en el diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y utilización de la instalación, es suficiente para acreditar el cumplimiento de las exigencias; o

b) adoptar soluciones alternativas, entendidas como aquellas que se apartan parcial o totalmente de las Instrucciones técnicas. El proyectista o el director de la instalación, bajo su responsabilidad y previa conformidad de la propiedad, pueden adoptar soluciones alternativas, siempre que justifiquen documentalmente que la instalación diseñada satisface las exigencias del RITE porque sus prestaciones son, al menos, equivalentes a las que se obtendrían por la aplicación de las soluciones basadas en las Instrucciones técnicas.

Dentro de la PARTE II del documento referido a las Instrucciones Técnicas, la IT 1.2 Exigencia de eficiencia energética, recoge los requisitos a cumplir en los siguientes apartados:

- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío (apartado 1.2.4.1)

- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío (apartado 1.2.4.2)

- Justificación del cumplimiento de la exigencia eficiencia energética de control de las instalaciones térmicas en el apartado 1.2.4.3.

- Justificación del cumplimiento de la exigencia de contabilización de consumos en el apartado 1. 2.4.4.

- Justificación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía en el apartado 1.2.4.5.

- Justificación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables en el apartado 1.2.4.6.

- Justificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional en el apartado 1.2.4.7.

El proyecto completo de nuestro edificio de oficinas deberá recoger, por tanto, en su memoria de instalaciones, el cumplimiento de los apartados mencionados anteriormente de la IT 1.2.

HE3

HE3.CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

1. Preparación de datos previos a la comprobación de la exigencia
2. Justificación del cumplimiento

El edificio que se plantea en este ejemplo, de uso oficina, en planta libre con grandes superficies acristaladas, plantea una relación interesante entre el aprovechamiento de la iluminación natural y el uso de la iluminación artificial con el fin último de ajustar al mínimo posible el consumo energético de esta instalación. En el "*DB HE3 Condiciones de las instalaciones de iluminación*", referido al ámbito de aplicación, se dice lo siguiente:

1. *Ámbito de aplicación*
   1. *Esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior en:*
      a) *edificios de nueva construcción;*
      b) *intervenciones en edificios existentes con:*
         - *renovación o ampliación de una parte de la instalación*
         - *cambio de uso característico del edificio.*
         - *cambios de actividad en una zona del edificio.*
   2. *Se excluyen del ámbito de aplicación:*
      a) *las instalaciones interiores de viviendas.*
      b) *las instalaciones de alumbrado de emergencia.*
      c) *los edificios protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, en la medida en que el cumplimiento de determinadas exigencias básicas de eficiencia energética pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, siendo la autoridad que dicta la protección oficial quien determine los elementos inalterables;*
      d) *construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años;*
      e) *edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m^2.*
      f) *edificios industriales, de la defensa y agrícolas, o parte de los mismos, en la parte destinada a talleres y procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales...*
   3. *En el caso de intervenciones en edificios existentes, se considerarán los siguientes criterios de aplicación:*
      a) *se aplicará esta sección a las instalaciones de iluminación interior de todo el edificio, en los siguientes casos:*
         - *intervenciones en edificios existentes con una superficie útil total final (incluidas las partes ampliadas, en su caso) superior a 1000 m^2, donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.*
         - *cambios de uso característico.*
      b) *cuando se renueve o amplíe una parte de la instalación, 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.*
      c) *cuando la renovación afecte a zonas del edificio para las cuales se establezca la obligatoriedad de sistemas de control o regulación, se dispondrá de estos sistemas.*
      d) *en cambios de actividad en una zona del edificio que impliquen un valor más bajo del Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) límite respecto al de la actividad inicial, se adecuará la instalación de dicha zona.*

Por tanto, se ha de aplicar esta sección al edificio ejemplo de esta guía.

DAT

1. Preparación de datos para la comprobación de la exigencia

Los datos de partida de la instalación de iluminación de este ejemplo figuran en el apartado de descripción de las instalaciones y a modo de resumen se describen en la siguiente tabla:

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL EN TODAS LAS ZONAS DEL EDIFICIO

Sistema de iluminación artificial de complemento a la luz natural disponible en las diferentes zonas del edificio. Se trata, en general, de luminarias tipo led con sistema de control de presencia temporizado en aseos y zonas sin ocupación permanente. Sistema de compensación de la luz natural de tal manera que la iluminación artificial se activa exclusivamente cuando la luz natural no proporciona la iluminación necesaria en cada ámbito.

DATOS DE LA INSTALACIÓN EN CADA UNA DE LAS PLANTAS Y ZONAS

Tipo de luminarias previstas en todas las zonas	led

Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	(m^2)	Iluminancia media (lux)	Lúmenes	Potencia (W/m^2)	Potencia Total (W)
P. sótan	P01 E01	Aparcamiento	349,61	200	69.922	1,0	349,61
	P01 E02	Escaleras	11,38	100	1.138	1,0	11,38
						TOTAL PLANTA	360,99
Planta acceso	P02 E01	Aseo de planta	8,69	200	1.738	2,0	17,38
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	36,11	100	3.611	1,0	36,11
	P02 E06	Aseo accesible 1	19,67	200	3.934	2,0	39,34
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	273,13	500	136.565	5,0	1.365,65
	P02 E02	Escalera	11,38	100	1.138	1,0	11,38
						TOTAL PLANTA	1.469,86
Planta primera	P03 E03	Aseo accesible 2	19,67	200	3.934	2,0	39,34
	P03 E04	Distribuidor de planta	25,12	100	2.512	1,0	25,12
	P03 E01	Aseo accesible 1	19,67	200	3.934	2,0	39,34
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	500	136.565	5,0	1.365,65
	P03 E06	Escalera	11,38	100	1.138	1,0	11,38
						TOTAL PLANTA	1.480,83
Planta tipo (x2)	P04 E03	Aseo accesible 2	19,67	200	3.934	2,0	39,34
	P04 E04	Distribuidor de planta	25,12	100	2.512	1,0	25,12
	P04 E01	Aseo accesible 1	19,67	200	3.934	2,0	39,34
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	500	136.565	5,0	1.365,65
	P04 E06	Escalera	11,38	100	1.138	1,0	11,38
		Segunda igual:	348,97			TOTAL PLANTA	1.480,83
			TOTAL PARA DOS PLANTAS IGUALES			X 2	2.961,66
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	19,67	200	3.934	2,0	39,34
	P05 E03	Distribuidor de planta	25,12	100	2.512	1,0	25,12
	P05 E01	Aseo accesible 1	19,67	200	3.934	2,0	39,34
	P05 E07	Despachos 1	91,32	500	45.660	5,0	456,60
	P05 E09	Despachos 2	91,32	500	45.660	5,0	456,60
	P05 E06	Hall zona de despachos	43,92	100	4.392	1,0	43,92
	P05 E08	Sala de reuniones	46,56	500	23.280	5,0	232,80
	P05 E05	Escalera	11,38	100	1.138	1,0	11,38
						TOTAL PLANTA	1.305,10
	TOTALES		2.105,84				7.578,44

CONTROL Y GESTIÓN DE LA INSTALACIÓN EN TODAS LAS ZONAS

Dispone de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico	SI	en todos los casos
Dispone cada zona de encendido y apagado por detección de presencia temporizado	SI	aseos, vestuarios y paso
Dispone cada zona de encendido por horario centralizado en cada cuadro eléctrico	SI	resto de espacios
Dispone de sistema de aprovechamiento de la iluminación natural donde exista	SI	excepto aseo pl. baja

Los valores que figuran en este cuadro varían ligeramente de los empleados en el apartado de ayudas dedicado al cálculo de la carga interna media (C_{FI}). En el cálculo del C_{FI} se han utilizado valores medios recomendados, mientras que, en este aparatado, nos hemos basado en valores concretos de luminarias comerciales que se incorporarían al proyecto. Del número de luminarias y de la suma de sus potencias se obtiene, por ejemplo, la potencia total que se pretende instalar en cada espacio.

Para obtener el cumplimiento de la exigencia, en el apartado *2. Caracterización de la exigencia* del *DB HE3 Condiciones de las instalaciones de iluminación,* se dice lo siguiente:

> *"Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones."*

Para ello, dichas instalaciones han de cumplir los siguientes requisitos:

- Eficiencia energética de la instalación de iluminación
  1. El valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)[8] de la instalación de iluminación no superará el valor límite ($VEEI_{lim}$) establecido en la *tabla 3.1-HE3 Valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEE_{llim}).* Dicha tabla se reproduce a continuación resaltando los valores límite para los usos previstos dentro del edificio:

Tabla 3.1 - HE3. Valor límite de eficiencia energética de la instalación ($VEEI_{lim}$)

Uso del recinto	$VEEI_{lim}$
Administrativo en general	3,0
Andenes de estaciones de transporte	3,0
Pabellones de exposición o ferias	3,0
Salas de diagnóstico (1)	3,5
Aulas y laboratorios (2)	3,5
Habitaciones de hospital (3)	4,0
Recintos interiores no descritos en este listado	4,0
Zonas comunes (4)	4,0
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
Aparcamientos	4,0
Espacios deportivos (5)	4,0
Estaciones de transporte (6)	5,0
Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
Bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
Zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
Centros comerciales (excluidas tiendas) (7)	6,0
Hostelería y restauración (8)	8,0
Religioso en general	8,0
Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias (9)	8,0
Tiendas y pequeño comercio	8,0
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
Locales con nivel de iluminación superior a 600 lux	2,5

[8] Según la definición que figura en el *Anejo A Terminología, del del CTE DB HE Ahorro de energía* VEEI: Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI): valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de un espacio o local con un determinado uso y por tanto, con unos parámetros de iluminación acordes con el mismo. En este valor de eficiencia no se incluyen las instalaciones de iluminación de escaparates o espacios destinados a exponer productos al público (zonas expositivas), las correspondientes al alumbrado de emergencia o a la iluminación de las unidades de uso residencial privado.

(1) Incluye la instalación de iluminación de salas de examen general, salas de emergencia, salas de escáner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo, quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.
(2) Incluye la instalación de iluminación del aula y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas de práctica de ordenador, música, laboratorios de lenguaje, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y sala de manualidades.
(3) Incluye la instalación de iluminación interior de la habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.
(4) Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.
(5) Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderíos de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluye las instalaciones de iluminación necesarias para las retransmisiones televisadas. Los graderíos serán asimilables a zonas comunes.
(6) Espacios destinados al tránsito de viajeros como recibidor de terminales, salas de llegadas y salidas de pasajeros, salas de recogida de equipajes, áreas de conexión, de ascensores, áreas de mostradores de taquillas, facturación e información, áreas de espera, salas de consigna, etc.
(7) Incluye los espacios de recibidor, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y aseos de los centros comerciales.
(8) Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público como recibidor, recepción, restaurante, bar, comedor, autoservicio, pasillos, escaleras, vestuarios, servicios, aseos, etc.
(9) En el caso de cines, teatros, salas de conciertos, etc. se excluye la iluminación con fines de espectáculo, incluyendo la representación y el escenario.

- Potencia instalada

1. La potencia total de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada (P_{TOT} / S_{TOT}) no superará el valor máximo establecido en la *Tabla 3.2-HE3 Potencia máxima por superficie iluminada ($P_{TOT,lim}/S_{TOT}$).*

   Dicha tabla se reproduce a continuación resaltando los valores límite para los usos que nos afectan en este edificio:

Tabla 3.2 - HE3 Potencia máxima por superficie iluminada ($P_{TOT,lim}/S_{TOT}$)

Uso	E Iluminancia media en el plano horizontal (lux)	Potencia máxima a instalar (W/m^2)
Aparcamiento		5
Otros usos	≤ 600	10
	> 600	25

- Sistemas de control y regulación

1. Las instalaciones de iluminación de cada zona dispondrán de un sistema de control y regulación que incluya:
   a. un sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico, y
   b. un sistema de encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico.

2. En zonas de uso esporádico (aseos, pasillos, escaleras, zonas de tránsito, aparcamientos, etc.) el sistema del apartado b) se podrá sustituir por una de las dos siguientes opciones:
   - un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia temporizado, o
   - un sistema de pulsador temporizado.

- Sistemas de aprovechamiento de la luz natural

1. Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural que regulen, automáticamente y de forma proporcional al aporte de luz natural, el nivel de iluminación de las luminarias situadas a menos de 5 metros de una ventana y de las situadas bajo un lucernario, cuando se cumpla la expresión $T(A_w / A) > 0{,}11$ junto con alguna de las condiciones siguientes:
   a) zonas con cerramientos acristalados al exterior donde el ángulo θ sea superior a 65 grados ($\theta > 65^o$):

   b) zonas con cerramientos acristalados dando a patios o atrios descubiertos que tengan una anchura superior a dos veces la distancia entre el suelo de la planta de la zona en estudio y la cubierta del edificio: $a_i > 2\ h_i$

   c) zonas con cerramientos acristalados a patios o atrios cubiertos por acristalamientos donde la anchura del atrio en esa zona sea superior a $2/T_c$ veces la distancia Hi ($ai > 2 \cdot h_i / T_c$):

   siendo:

   T: el coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local en tanto por uno;
   A_w: el área de acristalamiento de la ventana de la zona [m^2];
   A: el área total de las fachadas de la zona, con ventanas al exterior o al patio interior o al atrio [m^2], cuando se trate de zonas con cerramientos acristalados al exterior, o bien el área total de las superficies interiores del local (suelo + techo + paredes + ventanas) [m^2], cuando se trate de zonas con cerramientos acristalados a patios o atrios;
   θ: el ángulo desde el punto medio del acristalamiento hasta la cota máxima del edificio obstáculo [grados sexagesimales];
   a_i: el ancho del patio o atrio a la altura de la zona [m];
   h_i: la distancia entre el suelo de la zona en estudio y la cubierta del edificio [m];
   T_c: el coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de cerramiento del patio, expresado en %.

2. Las zonas comunes en edificios residenciales, las habitaciones de hospital, las habitaciones de hoteles, hostales, etc., así como las tiendas y pequeño comercio están excluidas de la exigencia de incorporar sistemas de aprovechamiento de la luz natural.

Para los cuatro apartados: VEEI, potencia instalada, sistema de control y regulación y sistemas de aprovechamiento de la luz natural, se realizan los cálculos de comprobación y justificación de cumplimiento de la exigencia en el apartado siguiente.

JUSTF

2. Justificación del cumplimiento

Para la justificación del cumplimiento de esta exigencia tomaremos como punto de partida los datos que se han facilitado en la ficha de la instalación y que hemos reproducido anteriormente.

Eficiencia energética de la instalación de iluminación (VEEI)

El valor de la eficiencia de la instalación (VEEI) Se expresa en W/m^2 por cada 100 lux y se obtiene mediante la expresión:

$$VEEI = 100 \cdot P / (S \cdot E_m)$$

En nuestro caso, en el que ya disponemos, como simplificación, de un valor medio de densidad de potencia (W/m^2) en cada ámbito, tal vez sea más claro trabajar con la siguiente expresión (de la que se deduce la anterior):

$$VEEI = \frac{\frac{P(W)}{m^2}}{\frac{E_m}{100}}$$

Donde,

W/m²: densidad de potencia instalada del espacio que se evalúa. Se obtendría sumando la potencia total de todas las lámparas y equipos auxiliares de la luminaria instalados, dividido por la superficie iluminada.

E_m: Iluminancia media del espacio que se evalúa (lx). En proyecto es una estimación de acuerdo con el uso que se va a desarrollar en dicho espacio y sus necesidades de iluminación y que habría que comprobar mediante medición una vez la obra ha sido ejecutada.

De esta forma, a modo de ejemplo, calculamos, el valor del VEEI para una de las salas diáfanas de trabajo. El cálculo es el siguiente:

$$VEEI = \frac{5\,\frac{W}{m^2}}{\frac{500\ lx}{100}} = \mathbf{1,00}$$

Para el resto de los espacios se indica el valor del VEEI en la siguiente tabla:

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL EN TODAS LAS ZONAS DEL EDIFICIO

Sistema de iluminación artificial de complemento a la luz natural disponible en las diferentes zonas del local comercial. Se trata, en general, de luminarias tipo led con sistema de control de presencia temporizado en vestuarios, aseos y zonas sin ocupación permanente. Sistema de compensación de la luz natural de tal manera que la iluminación artificial se activa exclusivamente cuando la luz natural no proporciona la iluminación necesaria en cada ámbito.

DATOS DE LA INSTALACIÓN EN CADA UNA DE LAS ZONAS

Tipo de luminarias previstas en todas las zonas

Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	(m^2)	Iluminancia media (lux)	Lúmenes	Potencia (W/m^2)	Potencia Total (W)	V.E.E.I. (W/m^2)/(Lux/100)
P. sóte	P01 E01	Aparcamiento	349,61	200	69.922	1,00	349,61	0,50
	P01 E02	Escaleras	11,38	100	1.138	1,00	11,38	1,00
Planta	P02 E01	Aseo de planta	8,69	200	1.738	2,00	17,38	1,00
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	36,11	100	3.611	1,00	36,11	1,00
	P02 E05	Aseo accesible 1	19,67	200	3.934	2,00	39,34	1,00
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	273,13	500	136.565	5,00	1.365,65	1,00
	P02 E02	Escalera	11,38	100	1.138	1,00	11,38	1,00
P. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	19,67	200	3.934	2,00	39,34	1,00
	P03 E04	Distribuidor de planta	25,12	100	2.512	1,00	25,12	1,00
	P03 E01	Aseo accesible 1	19,67	200	3.934	2,00	39,34	1,00
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	500	136.565	5,00	1.365,65	1,00
	P03 E06	Escalera	11,38	100	1.138	1,00	11,38	1,00
Planta tipo	P04 E03	Aseo accesible 2	19,67	200	3.934	2,00	39,34	1,00
	P04 E04	Distribuidor de planta	25,12	100	2.512	1,00	25,12	1,00
	P04 E01	Aseo accesible 1	19,67	200	3.934	2,00	39,34	1,00
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	500	136.565	5,00	1.365,65	1,00
	P04 E06	Escalera	11,38	100	1.138	1,00	11,38	1,00
X	2	TOTALES 2 PLANTAS	697,94				2.961,66	
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	19,67	200	3.934	2,00	39,34	1,00
	P05 E03	Distribuidor de planta	25,12	100	2.512	1,00	25,12	1,00
	P05 E01	Aseo accesible 1	19,67	200	3.934	2,00	39,34	1,00
	P05 E07	Despachos 1	91,32	500	45.660	5,00	456,60	1,00
	P05 E09	Despachos 2	91,32	500	45.660	5,00	456,60	1,00
	P05 E06	Hall zona oficinas	43,92	100	4.392	1,00	43,92	1,00
	P05 E08	Sala de reuniones	46,56	500	23.280	5,00	232,80	1,00
	P05 E05	Escalera	11,38	100	1.138	1,00	11,38	1,00
TOTALES			2.105,84				7.578,44	

CONTROL Y GESTIÓN DE LA INSTALACIÓN EN TODAS LAS ZONAS

Dispone de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico	SI	en todos los casos
Dispone cada zona de encendido y apagado por detección de presencia temporizado	SI	aseos y paso
Dispone cada zona de encendido por horario centralizado en cada cuadro eléctrico	SI	resto de espacios
Dispone de sistema de aprovechamiento de la iluminación natural donde exista	SI	excepto aseo pl. baja

Se comprueba y justifica de esta forma que ningún valor, para ninguno de los espacios del edificio, se encuentra por encima de su valor de VEEI límite.

Sistemas de aprovechamiento de la luz natural

Como consta en la ficha de la instalación, todos los espacios que disponen de huecos al exterior (excepto aseos y cuartos de servicio sin presencia permanente de personas) incorporan un sistema de control para el aprovechamiento de la luz natural en sus instalaciones de iluminación artificial. Los aseos

cuentan con detectores de presencia que se estima es la solución más eficiente y razonable en el sistema de iluminación artificial para este tipo de espacios.

La planta sótano destinada a garaje y cuartos técnicos se encuentra totalmente enterrada y no dispone de huecos al exterior en su envolvente por lo que no es exigible este complemento de la instalación de iluminación artificial.

El resumen de la comprobación del cumplimiento de todos los indicadores y exigencias se recoge en las tablas siguientes:

JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO DE LA SECCIÓN HE 3 EN TODOS LOS LOCALES DEL USO OFICINA

EXIGENCIA	VALOR DE PROYECTO POR ESPACIOS					VALOR LÍMITE [VEEIlim]	Cumplimiento *Valores limite*
	Pl.	Nombre en planos	V.E.E.I.	Unidades	Ilumin. media (lux)	CTE DB HE3	
EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (VEEI)	Sótano	Aparcamiento	0,50	-	200	4,00	CUMPLE
		Escaleras	1,00		100	4,00	CUMPLE
	Planta	Aseo de planta	1,00	-	200	4,00	CUMPLE
		Vestíbulo de entrada	1,00		100	6,00	CUMPLE
		Aseo accesible 1	1,00		200	4,00	CUMPLE
		Zona de oficina y trabajo	1,00		500	3,00	CUMPLE
		Escalera	1,00		100	4,00	CUMPLE
	P. primera	Aseo accesible 2	1,00	-	200	4,00	CUMPLE
		Distribuidor de planta	1,00		100	6,00	CUMPLE
		Aseo accesible 1	1,00		200	4,00	CUMPLE
		Zona de oficina y trabajo	1,00		500	3,00	CUMPLE
		Escalera	1,00		100	4,00	CUMPLE
	Planta tipo	Aseo accesible 2	1,00	-	200	4,00	CUMPLE
		Distribuidor de planta	1,00		100	6,00	CUMPLE
		Aseo accesible 1	1,00		200	4,00	CUMPLE
		Zona de oficina y trabajo	1,00		500	3,00	CUMPLE
		Escalera	1,00		100	4,00	CUMPLE
	Planta cuarta	Aseo accesible 2	1,00	-	200	4,00	CUMPLE
		Distribuidor de planta	1,00		100	6,00	CUMPLE
		Aseo accesible 1	1,00		200	4,00	CUMPLE
		Despachos 1	1,00		500	3,00	CUMPLE
		Despachos 2	1,00		500	3,00	CUMPLE
		Hall zona oficinas	1,00		100	6,00	CUMPLE
		Sala de reuniones	1,00		500	3,00	CUMPLE
		Escalera	1,00		100	4,00	CUMPLE

EXIGENCIA	VALOR DE PROYECTO POR ESPACIOS					VALOR LÍMITE Pot. Inst. [W/m^2]	Cumplimiento *Valores limite*
	Pl.	Nombre en planos	Potencia Inst.	Unidades	Ilumin. media (lux)	CTE DB HE3	
POTENCIA INSTALADA [W/m^2]	Sótano	Aparcamiento	1,00	[W/m^2]	200	5	CUMPLE
		Escaleras	1,00		100	10	CUMPLE
	Planta	Aseo de planta	2,00	[W/m^2]	200	10	CUMPLE
		Vestíbulo de entrada	1,00		100	10	CUMPLE
		Aseo accesible 1	2,00		200	10	CUMPLE
		Zona de oficina y trabajo	5,00		500	10	CUMPLE
		Escalera	1,00		100	10	CUMPLE
	P. primera	Aseo accesible 2	2,00	[W/m^2]	200	10	CUMPLE
		Distribuidor de planta	1,00		100	10	CUMPLE
		Aseo accesible 1	2,00		200	10	CUMPLE
		Zona de oficina y trabajo	5,00		500	10	CUMPLE
		Escalera	1,00		100	10	CUMPLE
	Planta tipo	Aseo accesible 2	2,00	[W/m^2]	200	10	CUMPLE
		Distribuidor de planta	1,00		100	10	CUMPLE
		Aseo accesible 1	2,00		200	10	CUMPLE
		Zona de oficina y trabajo	5,00		500	10	CUMPLE
		Escalera	1,00		100	10	CUMPLE
	Planta cuarta	Aseo accesible 2	2,00	[W/m^2]	200	10	CUMPLE
		Distribuidor de planta	1,00		100	10	CUMPLE
		Aseo accesible 1	2,00		200	10	CUMPLE
		Despachos 1	5,00		500	10	CUMPLE
		Despachos 2	5,00		500	10	CUMPLE
		Hall zona oficinas	1,00		100	10	CUMPLE
		Sala de reuniones	5,00		500	10	CUMPLE
		Escalera	1,00		100	10	CUMPLE

Resumen del cumplimiento del VEEI y de la potencia instalada

JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO DE LA SECCIÓN HE 3 EN TODOS LOS LOCALES DEL USO OFICINA					
EXIGENCIA	CONDICIONES DE PROYECTO POR ESPACIOS			EXIGIBLE	Cumplimiento *requisito*
	Pl.	Nombre en planos	Sistema disponible	CTE DB HE3	
SISTEMAS DE CONTROL Y REGULACIÓN	Sótano	Aparcamiento	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico.	SI	CUMPLE
		Escaleras	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia .	SI	CUMPLE
	Planta acceso	Aseo de planta	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia .	SI	CUMPLE
		Vestíbulo de entrada	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia .	SI	CUMPLE
		Aseo accesible 1	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico.	SI	CUMPLE
		Zona de oficina y trabajo	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico.	SI	CUMPLE
		Escaleras	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia .	SI	CUMPLE
	Planta tipo	Aseo accesible 2	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia .	SI	CUMPLE
		Distribuidor de planta	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia .	SI	CUMPLE
		Aseo accesible 1	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico.	SI	CUMPLE
		Zona de oficina y trabajo	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico.	SI	CUMPLE
		Escaleras	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia .	SI	CUMPLE
	Planta cuarta	Aseo accesible 2	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia .	SI	CUMPLE
		Distribuidor de planta	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia .	SI	CUMPLE
		Aseo accesible 1	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia .	SI	CUMPLE
		Despacho 1	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia .	SI	CUMPLE
		Despachos 2	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico.	SI	CUMPLE
		Hall zona oficinas	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico.	SI	CUMPLE
		Sala de reuniones	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia .	SI	CUMPLE
		Sala de reuniones	Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia .	SI	CUMPLE

Resumen del cumplimiento de los sistemas de control y regulación

Respecto a los sistemas de aprovechamiento de la luz natural, como se ha indicado, todos los espacios del edificio (excepto aseos y espacios de servicio) que disponen de acceso a la luz solar disponen de ellos. El aseo de visitas de planta baja y el hall de la zona de oficinas de la planta cuarta no disponen de hueco en fachada.

Respecto a la obligatoriedad del cumplimiento, recordemos que el DB HE 3 en su apartado 3.4 punto 1, dice lo siguiente:

1. *Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural que regulen, automáticamente y de forma proporcional al aporte de luz natural, el nivel de iluminación de las luminarias situadas a menos de 5 metros de una ventana y de las situadas bajo un lucernario, cuando se cumpla la expresión* $T(A_w / A) > 0,11$ *junto con alguna de las condiciones siguientes:*

   ……

$$T\,(A_w / A) > 0,11$$

Donde,

T: el coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local en tanto por uno;

A_w: el área de acristalamiento de la ventana de la zona [m²];

A: el área total de las fachadas de la zona, con ventanas al exterior o al patio interior o al atrio [m²], cuando se trate de zonas con cerramientos acristalados al exterior, o bien el área total de las superficies interiores del local (suelo + techo + paredes + ventanas) [m²], cuando se trate de zonas con cerramientos acristalados a patios o atrios.

Las condiciones de entorno de nuestro edificio no se definen de manera concreta, pero supondremos las sombras remotas debidas a edificios cercanos lo suficientemente alejadas, es decir, ángulo $\theta > 65^{o}$ (ver *DB HE 3 en su apartado 3.4 punto 1, apartado a*).

Como ejemplo del cálculo, tomaremos los huecos del espacio de oficina panorama pertenecientes a la planta tipo. Los datos de estos huecos son los siguientes:

CONFIGURACIÓN HUECOS MURO CORTINA S/E/O

La posición relativa de las carpinterías en el muro es alineada a su cara interior

VIDRIO

Tipo de vidrio	Triple bajo emisivo < 0,03
Composición	4-16 Argón-4-16 Argón-4
Factor solar (ggl;wi)	0,405
Transmitancia térmica	0,6 W/m²K
Transmisión luminosa	50 %
Retranqueo plano del vidrio	0,1

Protecciones móviles

Elemento	Integrado
Color	Pastel
ggl;sh,wi	0,11

MARCO

Material	Marco metálico
Rotura pte. térmico	SI
Color carpintería	Gris oscuro
Absortividad	0,9
Trasmitancia térmica	0,7 W/m²K
Porcentaje marco	15 % del hueco
Incremento transmitancia por intercalarios	10 %

Permeabilidad al aire	3 m³/h·m²
	Clase 4
U_{HUECO}	**0,68 W/m²·K**

Vemos que se trata de un vidrio triple con una transmisión luminosa del 50 % que en tanto por uno es de 0,50. Las condiciones geométricas de esos huecos y de los paños de fachada en los que se encuentran son las siguientes:

Código de cerramiento	Tipo de Contacto	Descripción	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Sup. Total Cerramiento (m²)	Sup. Parte OPACA ET (m²)	Sup. HUECO ET (m²)
M4.S1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,50	66,50	8,61	-
H4-S1.1	EXTERIOR	VENTANA	18,98		3,05		-	57,89
M4.E1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,50	66,50	22,70	-
H4-E1.1	EXTERIOR	VENTANA	14,36		3,05		-	43,80
M4.N1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,50	66,50	59,86	-
H4-N1.1	EXTERIOR	VENTANA	1,58		1		-	1,58
H4-N1.2	EXTERIOR	VENTANA	1,05		1		-	1,05
H4-N1.3	EXTERIOR	VENTANA	2,43		1			2,43
H4-N1.4	EXTERIOR	VENTANA	1,58		1		-	1,58
M4.O1	EXTERIOR	M. FACHADA		19	3,50	66,50	22,70	-
H4-O1.1	EXTERIOR	VENTANA	14,36		3,05		-	43,80
TOTALES PLANTA 04						266,00	113,88	152,13

En consecuencia, veamos si se cumple la expresión $T \cdot (A_w / A) > 0{,}11$ para este hueco:

T: 0,50;
A_w: 145,49 m²;
A: 199,50 m²

$$0{,}50 \left(\frac{145{,}49}{199{,}50}\right) = 0{,}3646 > 0{,}11$$

Por tanto, SÍ SE APLICA este apartado a este hueco de la planta tipo.

El detalle de cumplimiento de cada espacio se muestra en la siguiente tabla:

JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO DE LA SECCIÓN HE 3 EN TODOS LOS LOCALES DEL USO OFICINA

EXIGENCIA	CONDICIONES DE PROYECTO POR ESPACIOS			EXIGIBLE	Cumplimiento *requisito*
	Pl.	Nombre en planos	Sistema disponible	CTE DB HE3	
SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL	Sótano	Aparcamiento	NO DISPONE DE ILUMINACIÓN NATURAL	NO	NO APLICA
	Sótano	Escalera	NO DISPONE DE ILUMINACIÓN NATURAL	NO	NO APLICA
	Planta acceso	Aseo de planta	NO DISPONE DE ILUMINACIÓN NATURAL	NO	NO APLICA
	Planta acceso	Vestíbulo de entrada	Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio	SI	CUMPLE
	Planta acceso	Aseo accesible 1	Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio	SI	CUMPLE
	Planta acceso	Zona de oficina y trabajo	Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio	SI	CUMPLE
	Planta acceso	Escaleras	Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio	SI	CUMPLE
	Planta tipo	Aseo accesible 2	Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio	SI	CUMPLE
	Planta tipo	Distribuidor de planta	Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio	SI	CUMPLE
	Planta tipo	Aseo accesible 1	Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio	SI	CUMPLE
	Planta tipo	Zona de oficina y trabajo	Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio	SI	CUMPLE
	Planta tipo	Escaleras	Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio	SI	CUMPLE
	Planta cuarta	Aseo accesible 2	Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio	SI	CUMPLE
	Planta cuarta	Distribuidor de planta	Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio	SI	CUMPLE
	Planta cuarta	Aseo accesible 1	Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio	SI	CUMPLE
	Planta cuarta	Despacho 1	Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio	SI	CUMPLE
	Planta cuarta	Despachos 2	Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio	SI	CUMPLE
	Planta cuarta	Hall zona oficinas	NO DISPONE DE ILUMINACIÓN NATURAL	NO	NO APLICA
	Planta cuarta	Sala de reuniones	Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio	SI	CUMPLE
	Planta cuarta	Sala de reuniones	Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio	SI	CUMPLE

HE4

HE4.CONTRIBUCIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

1. Preparación de datos previos a la comprobación
2. Contribución renovable mínima para ACS y/o climatización de piscina
3. Sistemas de medida de energía suministrada

DAT

1. Preparación de datos previos a la comprobación

En el apartado referido al ámbito de aplicación del documento básico exigencia *"HE 4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria"* se dice lo siguiente:

1 Ámbito de aplicación

1 Las condiciones establecidas en este apartado son de aplicación a:

a) edificios de nueva construcción con una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 100 l/d, calculada de acuerdo con el Anejo F.

b) edificios existentes con una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 100 l/d, calculada de acuerdo al Anejo F, en los que se reforme íntegramente, bien el edificio en sí, o bien la instalación de generación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo.

c) ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda inicial de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50% de la demanda inicial;

d) climatizaciones de: piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación de generación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas.

En lo que se refiere a nuestro caso, calculada la demanda según el procedimiento establecido en *Anejo F Demanda de referencia de ACS*, tenemos lo siguiente:

DEMANDA DE ACS (Anejo F Demanda de referencia de ACS)

Cálculo demanda de referencia a 60 ºC

Ocupantes **(*)**	105	
Necesidades de ACS	2	l/p·día
Demanda diaria de ACS	210	l/día

(*) Ocupación media según cálculos relizados para el CFI (Ver anexo de cálculo en el apartado de AYUDAS) de 16 personas por planta en las plantas baja, primera, segunda y tercera y 41 personas en la planta cuarta de despachos. Se utilizan las demandas orientativas de ACS para usos distintos al residencial privado (oficinas) que figuran en el anejo F (Tabla b) DB HE, en este caso 2 litros por persona y día. A la hora de incorporar estos datos en HULC se ha optado por introducir 8 sistemas iguales correspondientes a las plantas baja, 1ª, 2ª y 3ª (2 sistemas iguales por planta) y dos sitemas iguales en la planta cuarta, cada uno de ellos con la demanda correspondiente en función de su ocupación parcial vinculada.

Respecto a la contribución mínima, en la Sección HE 4 se dice lo siguiente:

3.1 Contribución renovable mínima para ACS y/o climatización de piscina

1 La contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables cubrirá al menos el 70% de la demanda energética anual para ACS y para climatización de piscina, obtenida a partir de los valores mensuales, e incluyendo las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación. Esta contribución mínima podrá reducirse al 60% cuando la demanda de ACS sea inferior a 5000 l/d.

Se considerará únicamente la aportación renovable de la energía con origen in situ o en las proximidades del edificio, o procedente de biomasa sólida.

Sobre la demanda de diseño detallada en los cuadros anteriores habrá que incorporar las pérdidas debidas a la acumulación, la distribución, y la recirculación si fuera exigible (cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea ≥15 m). En nuestro caso y a falta de unos cálculos más detallados, hemos estimado unas pérdidas de un 10% sobre la demanda inicial debidas a distribución y recirculación. Las pérdidas producidas en la acumulación las calcularemos posteriormente en función del volumen de los depósitos previstos, sus dimensiones y su grado de aislamiento.

En consecuencia, la demanda total de ACS será la siguiente:

DEMANDA DE ACS (Anejo F Demanda de referencia de ACS)

Cálculo demanda de referencia a 60 ºC

Ocupantes (*)	105	
Necesidades de ACS	2	l/p·día
Demanda diaria de ACS	210	l/día

Estimación de perdidas

Estimación de perdidas debidas a distribución y recirculación (10%)	21	l/día
Total Demanda de ACS	**231**	**l/día**

Dado que la energía convencional que utilizamos en la preparación de ACS es la energía eléctrica, consideraremos como aportación renovable la producción de energía eléctrica procedente de la instalación de paneles solares fotovoltaicos situados en la cubierta del edificio.

El resto de las características de esta instalación se detallan en su ficha, dentro del apartado dedicado a la descripción de los sistemas del edificio.

C. RENOV

2. Contribución renovable mínima en demanda de ACS y/o climatización de piscina

A partir de la demanda diaria de ACS (231,0 l/día) calculada en el apartado anterior, la temperatura del agua fría para la altitud de proyecto y la temperatura de preparación (60ºC en nuestro caso), se puede obtener la energía total anual necesaria para preparar el volumen de ACS que se demanda en el edificio.

La altitud de proyecto (740 m.s.n.m.) es superior en 85 m a la altitud de referencia de Madrid capital (655 m). Esta es una diferencia significativa por lo que no deberíamos tomar directamente de la *Tabla a-Anejo G. Temperatura diaria media mensual de agua fría (ºC)* los valores mensuales de la temperatura del agua fría en la red pública. En este caso, se debe aplicar, y así se ha hecho en las tablas que se acompañan más adelante, el método de cálculo que figura en el *Anejo G* para localidades distintas de las de la "*tabla a*" y corregir la Tª del agua fría en función de la altitud real de proyecto.

El procedimiento es el siguiente:

Para localidades distintas a las recogidas en la tabla a-Anejo G se podrá obtener la temperatura del agua fría de red (TAFY) mediante la siguiente expresión:

$$T_{AFY} = T_{AFCP} - B \cdot Az$$

donde:

T_{AFCP} *es la temperatura media mensual de agua fría de la capital de provincia, obtenida de la tabla a-Anejo G;*

B *es un coeficiente de valor 0,0066 para los meses de octubre a marzo y 0,0033 para los meses de abril a septiembre;*

A_z *es la diferencia entre la altitud de la localidad y la de su capital de provincia (A_z = Altitudlocalidad – Altitudcapital).*

Hay que recordar que, tal y como establece el Anejo F, *Demanda de referencia de ACS del DB-HE*, la demanda de referencia en l/d debe incluir la energía que se pierde debida a la acumulación, al transporte y a la recirculación y que, en cualquier caso, debe compensar el sistema. Como ya se ha explicado, y a falta de datos más precisos para el cálculo de las pérdidas debidas a distribución y recirculación, se ha fijado un porcentaje para estimar su valor, en nuestro caso hemos aplicado un 10 %.

Las pérdidas producidas por la acumulación en los depósitos (10) las añadimos al final del proceso de forma independiente y las calculamos de una manera algo más precisa.

Para ello, y partiendo de las características de cada depósito que figuran en la ficha de la instalación, estimamos las pérdidas que se producen mes a mes en el acumulador de la siguiente forma:

$$\mathbf{Q} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{U} \cdot \Delta\mathbf{T} \cdot \text{nº de horas del mes}$$

Donde,

Q: Pérdidas mensuales de calor producidas en el depósito de acumulación (W·h)
A: área de la envolvente del depósito (m^2)
U: coeficiente de transmisión térmica de la envolvente del acumulador ($W/m^2 \cdot K$)
ΔT: salto térmico entre la temperatura interior del depósito y la temperatura ambiente exterior al mismo (ºC)

El coeficiente de pérdidas en nuestro caso se indica en la ficha y es de 0,74 W/K.

Estos datos (volumen y coeficiente de pérdidas), son los que introducimos en HULC en la ficha del acumulador cuando lo incorporemos como equipo que forma parte de la instalación.

Respecto al salto térmico, y aunque la temperatura en el interior del depósito variará, consideraremos una temperatura constante en su interior de 63ºC. Respecto a la temperatura exterior al depósito dependerá de la situación o local en el que se ubique. En nuestro caso, y partiendo del supuesto inicial, se prevé su colocación en el falso techo de los aseos. Por lo tanto, lo hemos de considerar expuesto a las condiciones interiores del local. En consecuencia, hemos aplicado una temperatura media constante de 20ºC. Debemos recordar que HULC realiza un cálculo más preciso basado en una simulación horaria anual, por tanto, habrá pequeñas diferencias en los resultados obtenidos en el cálculo manual y el de referencia en HULC.

Por último, tenemos que recordar que la demanda de referencia de ACS se establece para una temperatura de preparación de 60ºC y este es nuestro caso. Esta temperatura se justifica por tratarse de una instalación con acumulación y de uso colectivo y que en aplicación del R.D. 865/2003, de 4 de julio, de prevención y control de la legionelosis, el agua debe llegar a los puntos más alejados de consumo a una temperatura > de 50 ºC (incluso en la tubería de retorno). Al tratarse de termos eléctricos dispuestos muy cercanos a los puntos de consumo no sería necesaria esta temperatura de preparación tan elevada, pero se mantiene como punto de partida para el cálculo.

La sección HE4 establece la contribución de renovables en demanda de ACS (no en energía final) y por ello, debemos calcular la demanda mensual de energía para ACS que se realiza directamente mediante la fórmula:

$$D_{ACS} = V_{ACS} \cdot C_a \cdot \rho_a \cdot (60^o - T_{agua\ red})\ [kW \cdot h]$$

Donde,

D_{ACS}: Energía necesaria para preparar el volumen de agua establecido en un periodo a una Tª de 60ºC (kW·h)

V_{ACS}: Volumen de agua caliente que se ha de preparar a una temperatura de 60ºC en un periodo determinado.

C_a: calor específico del agua (4,186 kJ/kg·K) (1,16 Wh/kg.K)

ρ_a: densidad del agua (1 kg/l)

Una vez obtenida la demanda total anual, dividiremos por la superficie útil de proyecto y obtenemos la demanda final necesaria en KW·h/m²·año. El resumen del cálculo de la demanda de ACS para nuestro ejemplo es el siguiente:

PREPARACIÓN DE ACS		SUPERF. DE PROYECTO:		m^2
		Superficie útil edificio		1756,25
OTROS DATOS		DEMANDA		l/día
Altitud del solara en Madrid (m.s.n.m.)	740	Demanda de referencia (l/dia·persona, oficinas):		2
Tª de cálculo interior depósito (ºC)	63	Demanda media [D] preparando a 60ºC:		231,0
Tª de cálculo interior local acumul. (ºC)	20	PÉRDIDAS		
Tª ACS de proyecto (ºC)	60	Pérdidas por distribución y recirculación (%)		10
Ocupación prevista (nº de personas)	105	Número de depósitos iguales de 30 litros cada uno		10

MES	nº días	Tª agua fría Madrid Capital (ºC)	Tª agua fría a 740 m.s.n.m. (ºC)	D_{ACS} a 60ºC (l/mes)	D_{ACS} mes (KW·h)	Pérdidas Depósito ACS (KW·h)	TOTAL D_{ACS} mes (KW·h)
Enero	31	8,0	7,4	7.161,00	437,74	239,94	677,68
Febrero	28	8,0	7,4	6.468,00	395,38	216,72	612,10
Marzo	31	10,0	9,4	7.161,00	421,08	239,94	661,02
Abril	30	12,0	11,7	6.930,00	389,12	232,20	621,32
Mayo	31	14,0	13,7	7.161,00	385,44	239,94	625,38
Junio	30	17,0	16,7	6.930,00	348,82	232,20	581,02
Julio	31	20,0	19,7	7.161,00	335,47	239,94	575,41
Agosto	31	19,0	18,7	7.161,00	343,79	239,94	583,73
Septiembre	30	17,0	16,7	6.930,00	348,82	232,20	581,02
Octubre	31	13,0	12,4	7.161,00	396,10	239,94	636,04
Noviembre	30	10,0	9,4	6.930,00	407,50	232,20	639,70
Diciembre	31	8,0	7,4	7.161,00	437,74	239,94	677,68
Totales y medias		**13,00**	**12,58**	**84.315,00**	**4.647,0**	**2.825,1**	**7.472,11**
				Demanda [D]* ACS:		**4,25**	**KW·h/m^2·año**

(*) Esta demanda incluye las perdidas de acumulación calculadas y las de distribución y recirculación estimadas en un 10%

La contribución renovable en la demanda de ACS procederá de los paneles solares fotovoltaicos que son producción 100% renovable.

La conexión de los paneles fotovoltaicos se realiza al cuadro general del edificio, y la producción se reparte de manera proporcional a los consumos eléctricos de cada servicio a la hora de cumplimiento del HE4.

Además, la producción fotovoltaica de estos paneles que se destina al servicio de ACS será proporcional al porcentaje de consumo eléctrico del servicio de ACS sobre el consumo eléctrico total del edificio. Este porcentaje debe calcularse también mensualmente y para ello es necesario el cálculo completo del modelo a través de la herramienta *CteEPBD* que incorpora tanto HULC como la aplicación online VisorEPBD. Este visor se puede visitar en el siguiente enlace:

https://www.codigotecnico.org/visorepbd/#/

Además, teniendo en cuenta que la producción de energía eléctrica de los paneles solares fotovoltaicos, a la hora de evaluar la contribución renovable, no puede ser superior al consumo eléctrico del servicio de ACS, hemos de ajustar los valores de producción mensual con este criterio.

Por tanto, el cálculo real debe hacerse mensualmente, y lo realizaremos más adelante, pero para tener claro cuál sería el proceso simplificado mediante un cálculo anual, este sería el esquema aplicable:

DATOS

- Resistencia eléctrica en acumuladores de ACS con rendimiento, $\eta = 0,92$
- Paneles fotovoltaicos con una producción total anual de 56.966 kWh
- Demanda anual de ACS de 7.472,11 kWh
- El servicio de ACS representa un 21,6 % del consumo eléctrico final total (dato obtenido de VisorEPBD):
    - Producción fotovoltaica destinada a ACS= 0.216 * 56.966 = 12.304,65 kWh

CÁLCULOS:

El consumo de vectores energéticos sería el siguiente:

- **Electricidad:**

  $C_{el} = D_{ACS} / \eta = 7.472,11 / 0,92 = 8.121,86$ kWh, de los cuales:

  - $C_{el,PV} = 12.304,65$ kWh serían de producción in situ (mediante los paneles fotovoltaicos). Al considerar este valor de manera anual, tal y como estamos haciendo, puede ocurrir que en algunos de los meses la producción fotovoltaica asignada a ACS esté superando la necesaria para este servicio y en ese caso deberíamos considerar esta última y no la producida en los paneles.
  - $C_{el,red} = C_{el} - C_{el,PV} = 8.121,86 – 12.304,65 = -4.182,79$ kWh de excedente (anual) en la producción fotovoltaica.

La electricidad producida in situ tiene una relación $f_{ep,ren} / f_{ep,tot} = 1,0$, al igual que su eficiencia (relación entre demanda y consumo), mientras que para la electricidad de red tenemos $f_{ep,ren} / f_{ep,tot} = 0,0$.

Sin más precisión en este predimensionado, los cálculos nos están indicando que la contribución renovable sobre la demanda de ACS se encuentra próxima al **100 % del total.**

Recordemos nuevamente que este puede ser un valor aproximado, pero el dato correcto es el que se realiza en base a los cálculos mensuales ya que los balances entre consumos y producciones se realizan en periodos de cálculo mensual y sin compensaciones entre meses.

Para el cálculo mensual tendremos que obtener, a través de la simulación completa del ejemplo, utilizando los datos del archivo DATOS_CTEEPBD.TXT, los valores mensuales del porcentaje del servicio de ACS con respecto al consumo eléctrico final total.

Esos datos, ya ordenados, se detallan en las siguientes tablas:

CONSUMO DE ELECTRICIDAD PARA CADA SUBSISTEMA Y MES A MES PARA EL SERVICIO DE ACS [kW·h]

SUBSISTEMA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Sist. ACS (8 termos)	503,49	457,56	499,53	460,95	475,18	440,28	434,44	440,47	441,42	476,20	478,70	507,35
Sist. ACS (2 termos)	238,98	217,28	232,69	218,40	216,87	201,52	196,10	201,70	201,21	221,13	225,07	239,61
TOTALES	**742,47**	**674,84**	**732,22**	**679,35**	**692,05**	**641,80**	**630,54**	**642,17**	**642,63**	**697,33**	**703,77**	**746,96**

TOTAL ANUAL **8.226,1** **kW·h/año**

CONSUMO DE ELECTRICIDAD MES A MES PARA EL SERVICIO DE CALEFACCIÓN [kW·h]

SUBSISTEMA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
P. Baja Zona servicios	210,37	162,36	123,55	45,26	21,39	0,00	0,00	0,00	0,00	13,3	127,86	209,53
P. Baja Zona trabajo	141,71	67,44	35,48	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	25,89	137,25
P. Primera Zona servicios	174,97	130,18	97,79	34,25	13,48	0,00	0,00	0,00	0,00	10,26	101,55	173,55
P. Primera Zona trabajo	64,80	43,27	13,28	23,36	3,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3,19	36,21	108,73
P. Tipo Zona servicios	314,13	247,02	179,75	52,48	26,59	0,00	0,00	0,00	0,00	16,75	174,49	323,18
P. Tipo Zona trabajo	152,97	0,00	6,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,94	13,03	13,46
P. 4 Zona servicios	269,35	222,78	182,43	80,81	46,43	0,00	0,00	0,00	0,00	14,83	164,55	271,64
P. 4 Despachos oeste	22,70	2,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53	36,47
P. 4 Sala reuniones	88,33	69,45	13,41	24,99	27,25	0,00	0,00	0,00	1,15	30,57	34,04	118,79
P. 4 Despachos este	66,04	11,93	20,17	1,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,95	55,94
TOTALES	**1505,37**	**957,34**	**672,07**	**263,01**	**139,10**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**1,15**	**95,54**	**682,10**	**1448,54**

TOTAL ANUAL **5.764,2** **kW·h/año**

CONSUMO DE ELECTRICIDAD MES A MES PARA EL SERVICIO DE REFRIGERACIÓN [kW·h]

SUBSISTEMA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
P. Baja Zona servicios	0	0	0	0	0	23,6	63,45	57,41	20,04	0	0	0
P. Baja Zona trabajo	0,00	0,00	1,06	4,15	44,17	246,81	405,59	570,21	147,85	12,21	3,92	0,00
P. Primera Zona servicios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,59	39,89	33,95	11,88	0,00	0,00	0,00
P. Primera Zona trabajo	0,00	0,00	3,26	8,93	96,84	293,88	372,75	390,58	179,87	29,54	4,62	0,00
P. Tipo Zona servicios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,54	57,25	73,84	25,70	0,00	0,00	0,00
P. Tipo Zona trabajo	0,00	5,44	4,27	14,10	232,30	554,37	820,08	860,02	401,24	90,12	0,00	1,81
P. 4 Zona servicios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,48	34,49	40,98	25,44	0,00	0,00	0,00
P. 4 Despachos oeste	0,00	0,00	1,25	2,97	17,04	40,90	243,55	66,10	79,17	11,31	0,00	0,00
P. 4 Sala reuniones	0,21	3,65	1,24	13,84	25,04	124,75	140,15	167,32	133,15	11,46	5,53	0,00
P. 4 Despachos este	0,00	6,36	1,04	25,47	52,45	128,86	194,18	201,74	142,57	54,92	1,38	0,00
TOTALES	**0,21**	**15,45**	**12,12**	**69,46**	**467,84**	**1436,78**	**2371,38**	**2462,15**	**1166,91**	**209,56**	**15,45**	**1,81**

TOTAL ANUAL 8229,12 kW·h/año

CONSUMO DE ELECTRICIDAD PARA TODO EL EDIFICIO MES A MES EN EL SERVICIO DE ILUMINACIÓN [kW·h]

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TOTALES	1306,45	1136,40	1250,45	1193,08	1306,45	1193,76	1249,76	1306,45	1137,08	1306,45	1249,76	1193,76

TOTAL ANUAL 14.829,9 kW·h/año

PORCENTAJE (%) DEL CONSUMO DE ACS MES A MES RESPECTO AL CONSUMO DE ELECTRICIDAD [kW·h] DE TODO EL EDIFICIO PARA TODOS LOS SERVICIOS

CONS.ELECT. TOTAL del edificio	3554,50	2784,03	2666,86	2204,90	2605,44	3272,34	4251,68	4410,77	2947,77	2308,88	2651,08	3391,07

TOTAL ANUAL 37.049,32 kW·h/año

%ACS/TOTAL	20,89	24,24	27,46	30,81	26,56	19,61	14,83	14,56	21,80	30,20	26,55	22,03

Con todos estos datos se puede realizar el cálculo mensual y obtener de manera detallada (tal y como hace HULC) el valor de la contribución renovable de la demanda de ACS, reflejado en la siguiente tabla:

MESES	Demanda de ACS mes [KW·h]	Producción eléctrica total [kW·h] (PV)	% ACS sobre el total del consumo final eléctrico (VisorEPBD)	$C_{el,PV}$ (consumo en paneles para ACS) [kW·h]	Consumo eléctrico en ACS [kW·h] (VisorEPBD)	$C_{el,PV}$ corregido (kWh) (el consumo de los PV para ACS no puede superar el consumo eléctrico de los termos eléctricos)
Enero	677,68	2.369,0	20,89	494,84	742,47	494,84
Febrero	612,10	3.060,0	24,24	741,73	674,84	674,84
Marzo	661,02	4.601,0	27,46	1.263,26	732,22	732,22
Abril	621,32	5.549,0	30,81	1.709,70	679,35	679,35
Mayo	625,38	6.713,0	26,56	1.783,09	692,05	692,05
Junio	581,02	7.078,0	19,61	1.388,20	641,80	641,80
Julio	575,41	7.579,0	14,83	1.123,99	630,54	630,54
Agosto	583,73	6.705,0	14,56	976,19	642,17	642,17
Septiembre	581,02	5.114,0	21,80	1.114,88	642,63	642,63
Octubre	636,04	3.712,0	30,20	1.121,10	697,33	697,33
Noviembre	639,70	2.427,0	26,55	644,28	703,77	644,28
Diciembre	677,68	2.059,0	22,03	453,54	746,96	453,54
TOTALES	7.472,11	56.966,0	22,20	12.814,82	8.226,13	7.625,60

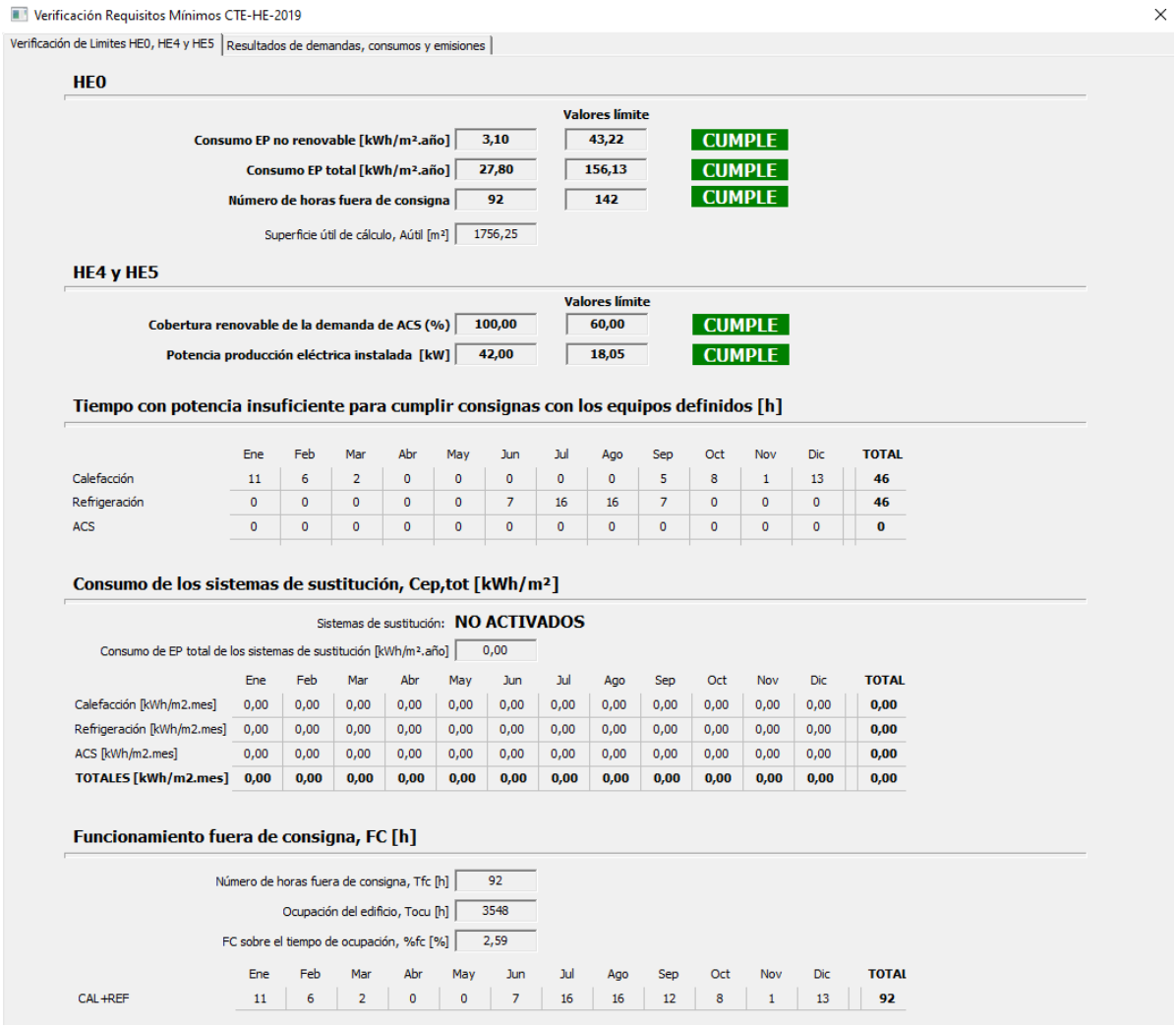
$C_{ren,tot} = C_{PV} =$ 7.625,60

Para PV → $f_{ep,ren} / f_{ep,tot} = 1$

$D_{ren,tot} =$ 7.625,60

% $D_{ACS,ren}$ = 102,1%

Los datos obtenidos en HULC son los siguientes:



Verificación Requisitos Mínimos CTE-HE-2019

Verificación de Limites HE0, HE4 y HE5 | Resultados de demandas, consumos y emisiones

HE0

		Valores límite	
Consumo EP no renovable [kWh/m².año]	3,10	43,22	CUMPLE
Consumo EP total [kWh/m².año]	27,80	156,13	CUMPLE
Número de horas fuera de consigna	92	142	CUMPLE
Superficie útil de cálculo, Aútil [m²]	1756,25		

HE4 y HE5

		Valores límite	
Cobertura renovable de la demanda de ACS (%)	100,00	60,00	CUMPLE
Potencia producción eléctrica instalada [kW]	42,00	18,05	CUMPLE

Tiempo con potencia insuficiente para cumplir consignas con los equipos definidos [h]

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Calefacción	11	6	2	0	0	0	0	0	5	8	1	13	**46**
Refrigeración	0	0	0	0	0	7	16	16	7	0	0	0	**46**
ACS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**

Consumo de los sistemas de sustitución, Cep,tot [kWh/m²]

Sistemas de sustitución: **NO ACTIVADOS**

Consumo de EP total de los sistemas de sustitución [kWh/m².año] 0,00

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Calefacción [kWh/m2.mes]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Refrigeración [kWh/m2.mes]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
ACS [kWh/m2.mes]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
TOTALES [kWh/m2.mes]	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,00

Funcionamiento fuera de consigna, FC [h]

Número de horas fuera de consigna, Tfc [h]	92
Ocupación del edificio, Tocu [h]	3548
FC sobre el tiempo de ocupación, %fc [%]	2,59

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
CAL+REF	11	6	2	0	0	7	16	16	12	8	1	13	**92**

Como vemos en la imagen, se asigna una cobertura renovable de la demanda de ACS del 100% (es imposible físicamente que sea mayor). Los valores que salen del cálculo manual superando ligeramente el 100% se deben a pequeños errores en el cálculo de HULC de los consumos del sistema eléctrico de los termos ya que hace cálculos reiterativos hora a hora de consumos y pérdidas del tanque de acumulación que generan pequeñas diferencias que arrastradas al global dan ese mínimo error.

MEDID

3. Sistemas de medida de energía suministrada

Los sistemas de medida que se han de incorporar para el control de la energía suministrada en la preparación de ACS cumplirán las especificaciones y condiciones que se establecen en el Reglamento Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).

> *"Los sistemas de medida de la energía suministrada procedente de fuentes renovables se adecuarán al vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)."*

HE5

HE5.GENERACIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES

1. Preparación de datos previos a la comprobación
2. Generación de energía eléctrica procedente de fuentes renovables en el edificio
3. Cuantificación de la exigencia y justificación del cumplimiento

DAT

1. Preparación de datos previos a la comprobación

En general, los edificios dispondrán de sistemas de generación de energía eléctrica procedente de fuentes renovables para uso propio o suministro a la red.

Esta exigencia define el siguiente ámbito de aplicación:

1 Ámbito de aplicación

1. *Esta sección es de aplicación en los siguientes casos:*
   a) *edificios de nueva construcción cuando superen los 1.000 m² construidos*
   b) *ampliaciones de edificios existentes cuando se incremente la superficie construida en más de 1.000 m².*
   c) *edificios existentes que se reformen íntegramente, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, cuando se superen los 1.000 m² de superficie construida;*
   Se considerará que la superficie construida incluye la superficie de las zonas destinadas a aparcamiento en el interior del edificio y excluye las zonas exteriores comunes.

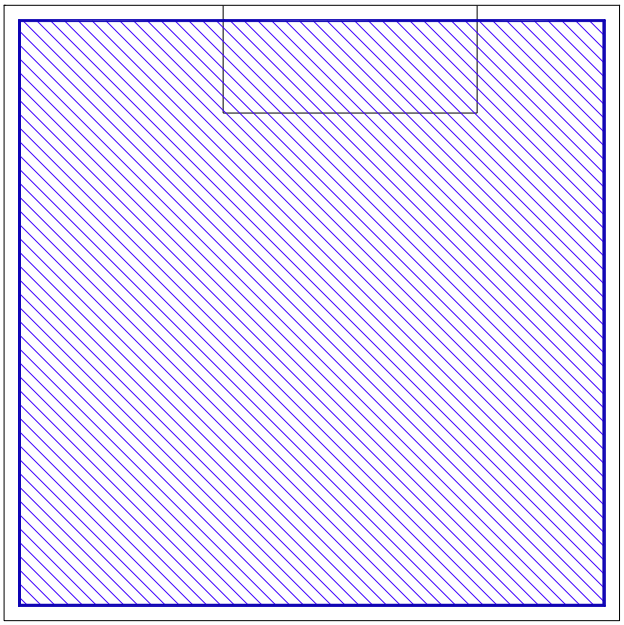
Nuestro ejemplo de edificio terciario, oficinas, de nueva construcción, con una superficie construida aproximada de **2.189,00 m²**, se encuentra recogido dentro del apartado a), por lo que, **SÍ es de aplicación esta exigencia en este caso**.

Antes de detallar las diferentes superficies del edificio que determinan la potencia mínima que se ha de instalar, es conveniente definir el concepto de cubierta transitable que se aplica en el cumplimiento de esta exigencia tal y como se especifica en los comentarios de la sección HE5. Es el siguiente:

Cubierta transitable:
Aquella que reúne condiciones de seguridad estructural, uso, u otras, que permiten el tránsito de personas más allá del mero mantenimiento (como por ejemplo tendederos o piscinas)

Dentro de las superficies de cubierta no transitables que se han de considerar se excluyen las cubiertas de los patios de luces, pero sí debe computarse la superficie ocupada por instalaciones del edificio.

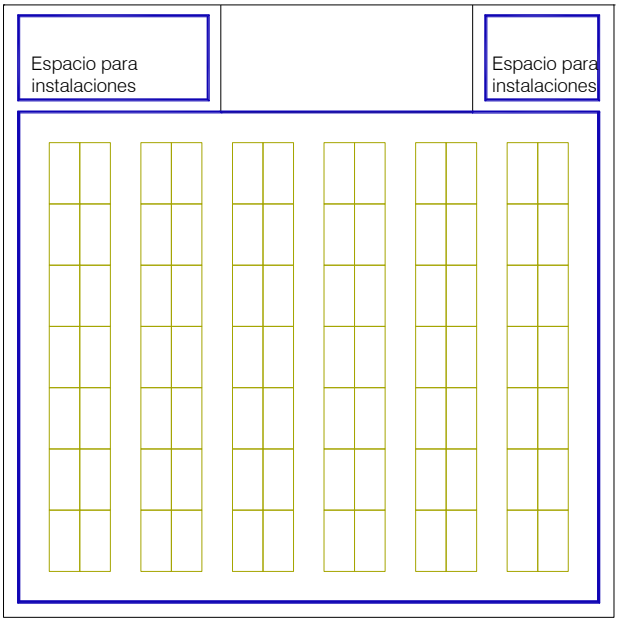
En nuestro caso consideraremos como cubierta no transitable, destinada a las instalaciones del edificio y accesible únicamente para mantenimiento y conservación, tanto la cubierta a la que se accede desde el núcleo de comunicaciones como la cubrición de este torreón del núcleo. En consecuencia, tendrá la consideración de cubierta transitable la planta completa de cubiertas del edificio.



Esquema de la superficie de cubierta considerada como NO TRANBSITABLE o accesible solo para mantenimiento

En total esta superficie supone aproximadamente 361 m^2.

Finalmente, la superficie y la distribución de paneles se representa de manera esquemática en el siguiente croquis de la planta de cubiertas:



Programa de usos previstos en la cubierta del edificio

Considerando todo lo anterior, los datos geométricos necesarios para justificar el cumplimiento de esta sección se resumen en el siguiente cuadro:

SUPERFICIES A TENER EN CUENTA	Código	Datos de proyecto en el edificio [m^2]
Superficie construida del edificio [m^2]	S	2.189,00
Superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación [m^2]	S_C	361
Superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación ocupada por captadores solares térmicos [m^2]	S_{OC}	0

G. EN.EL.

2. Generación de energía eléctrica procedente de fuentes renovables en el edificio

El edificio solo dispone de una instalación de producción de energía mediante fuentes renovables y consiste en el aprovechamiento de la radiación solar incidente para la producción de energía eléctrica mediante un campo de paneles fotovoltaicos (84) instalados en la cubierta técnica del edificio.

La producción de energía eléctrica y el resto de las características de esta instalación fotovoltaica es la siguiente:

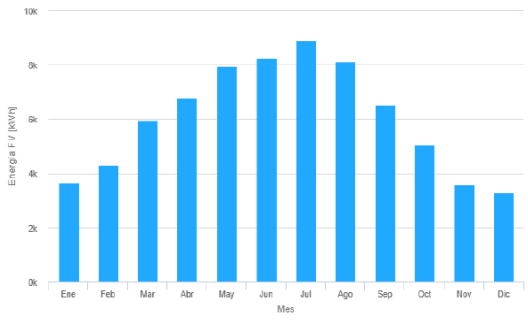
INSTALACIÓN PANELES FOTOVOLTAICOS

Se incorporan paneles solares fotovoltaicos en cubierta. Se disponen elevados con una mínima inclinación de 10º para evitar obstrucciones entre los paneles por lo que se asumen ciertas pérdidas debidas a la falta de una inclinación más adecuada.

DATOS DE PARTIDA

Latitud/longitud:	40.477,-3.686	
Horizonte:	calculado	
Tecnología FV	Silicio cristalino	
Instalado:	42	KWp
Superf. estimada de captación	79,02	m^2
Perdidas del sistema	14	%
Ángulo de inclinación	10	º
Ángulo azimut	0	º

Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Producción anual	56.965,37	KWh
Irradiación anual	1.777,99	KWh/m^2
Irradiación diaria med. anual	4,87	$KWh/m^2 \cdot d$
Variarición interaual	1345,72	KWh

CAMBIOS EN LA PRODUCCIÓN debidos a:

Ángulo de incidencia	-3,8	%
Efectos espectrales	0,30	%
Temperatura y baja irradiancia	-8,07	%
Pérdidas totales	-23,72	%

ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y RADIACIÓN SOLAR MENSUAL

Mes	KWh	KWh/m^2
Enero	2.368,7	71,3
Febrero	3.060,1	90,5
Marzo	4.601,0	136,4
Abril	5.548,7	168,3
Mayo	6.713,2	208,6
Junio	7.078,0	**226,5**
Julio	7.579,0	247,0
Agosto	6.704,7	217,3
Septiembre	5.114,2	160,9
Octubre	3.712,0	114,2
Noviembre	2.427,2	73,6
Diciembre	2.058,6	63,3
Totales y medias	**56.965,4**	**148,2**

CALC

3. Cuantificación de la exigencia y justificación del cumplimiento

En función de las características geométricas del edificio que antes hemos definido debemos establecer cual es la *potencia mínima* (P_{min}) que se ha de instalar en el edificio. Según el punto *3 Cuantificación de la exigencia, del HE 5. Generación mínima de energía eléctrica procedente de fuentes renovables*, la *potencia mínima* (P_{min}) será la menor de las resultantes de estas dos expresiones:

$$P_1 = F_{pr;el} \cdot S$$

$$P_2 = 0,1 \cdot (0,5 \cdot S_c - S_{oc})$$

donde,

P_{min}: potencia a instalar [kW];

$F_{pr,el}$; factor de producción eléctrica, que toma valor de 0,005 para uso residencial privado y 0,010 para el resto de usos [kW/m^2];

S: superficie construida del edificio [m^2];

S_c: superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación [m^2]

S_{oc}: superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación ocupada por captadores solares térmicos [m^2]

Realizando el cálculo, con los datos de nuestro edificio, para las dos posibles potencias requeridas se obtiene lo siguiente:

Potencias requeridas	$F_{pr;el}$	S [m^2]	S_c	S_{oc}	P_{min} [kW]	P_{min} a instalar [kW]	P instalada [kW]	CUMPLIMIENTO
P1	0,010	2.189,00	361	0	21,89	18,05	42,00	CUMPLE
P2	0,010	2.189,00	361	0	18,05			

Nota: La instalación de paneles fotovoltaicos supone unas cargas y en ocasiones, una estructura auxiliar que deben ser tenidas en cuenta en la justificación de la seguridad estructural del edificio. En ese sentido, la colocación directa de los paneles sobre la cubierta (distribución bastante habitual) puede estimarse que resulta, en la evaluación de cargas, inferior a la estimada como sobrecarga de uso de una cubierta estándar por lo que quedaría justificada de esa manera la seguridad estructural, no siendo necesario un proyecto estructural nuevo específico para la instalación de estos paneles.

HE6

HE6. DOTACIONES MÍNIMAS PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉ CTRICOS

1. Preparación de datos previos a la comprobación
2. Cuantificación de la exigencia
3. Justificación de la exigencia

DAT

1. Preparación de datos previos a la comprobación

Los edificios dispondrán de una infraestructura mínima que posibilite la recarga de vehículos eléctricos. Esta infraestructura de recarga de vehículos eléctricos cumplirá con lo dispuesto en el vigente Reglamento electrotécnico de baja tensión y en su Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos".

Esta exigencia define el siguiente ámbito de aplicación:

1 Ámbito de aplicación

1. Las condiciones establecidas en este apartado son de aplicación a edificios que cuenten con una zona destinada a aparcamiento, ya sea interior o exterior adscrita al edificio, en los siguientes supuestos:

a) edificios de nueva construcción;

b) edificios existentes, en los siguientes casos:.

- *cambios de uso característico del edificio;*
- *ampliaciones, en aquellos casos en los que se incluyan intervenciones en el aparcamiento y se incremente más de un 10% la superficie o el volumen construido de la unidad o unidades de uso sobre las que se intervenga, siendo, además, la superficie útil ampliada superior a 50 m2;*
- *reformas que incluyan intervenciones en el aparcamiento y en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio.*
- *intervenciones en la instalación eléctrica del edificio que afecten a más del 50% de la potencia instalada en el edificio antes de la intervención, para aquellos casos en los que el aparcamiento se sitúe en el interior de la edificación, siempre que exista un derecho para actuar en el aparcamiento por parte del promotor que realiza dicha intervención;*
- *intervenciones en la instalación eléctrica del aparcamiento que afecten a más del 50% de la potencia instalada en el mismo antes de la intervención.*

Nuestro ejemplo de edificio terciario de oficinas se simula como **edificio de nueva construcción**, se encuentra recogido dentro del apartado a), por lo que, **SÍ es de aplicación esta exigencia a este caso**.

CALC

2. Cuantificación de la exigencia

1. *En los edificios de uso residencial privado se instalarán sistemas de conducción de cables que permitan el futuro suministro a estaciones de recarga para el 100% de las plazas de aparcamiento.*
2. *En los edificios de uso distinto al residencial privado se instalarán sistemas de conducción de cables que permitan el futuro suministro a estaciones de recarga para al menos el 20% de las plazas de aparcamiento. Además, se instalará una estación de recarga por cada 40 plazas de aparcamiento, o fracción. En los edificios de uso distinto al residencial privado que sean titularidad de la Administración General del Estado o de los organismos públicos vinculados a ella o dependientes de la misma, la dotación será mayor que la establecida con carácter general, debiéndose instalar una estación de recarga por cada 20 plazas de aparcamiento, o fracción. En caso de que los aparcamientos dispongan de plazas de aparcamiento accesibles, según se establece en el DB SUA, se instalará una estación de recarga por cada 5 plazas de aparcamiento accesibles. Las estaciones de recarga de estas plazas se computarán a efectos de cumplimiento de la cuantificación de la exigencia.*
3. *En los edificios que tengan unidades de uso residencial privado junto a otras de distinto uso, en los que las zonas de aparcamiento vinculadas a cada uso no estén claramente diferenciadas, se aplicará el criterio correspondiente al uso característico del edificio.*

Nuestro ejemplo es un edificio de **uso terciario** (distinto al residencial privado), por lo tanto, está obligado a contar con la instalación de sistemas de conducción de cables que permitan el futuro suministro a estaciones de recarga para al menos el 20% de las plazas de aparcamiento. Además, se instalará una estación de recarga por cada 40 plazas de aparcamiento, o fracción, como mínimo.

En este caso, por tanto, de las 14 plazas proyectadas de aparcamiento, se instalarán **4 estaciones de recarga**, dos de ellas se corresponden con las plazas reservadas para aparcamiento accesible. Con este equipamiento de estaciones de recarga, se cumple con este apartado de la exigencia del CTE HE6.

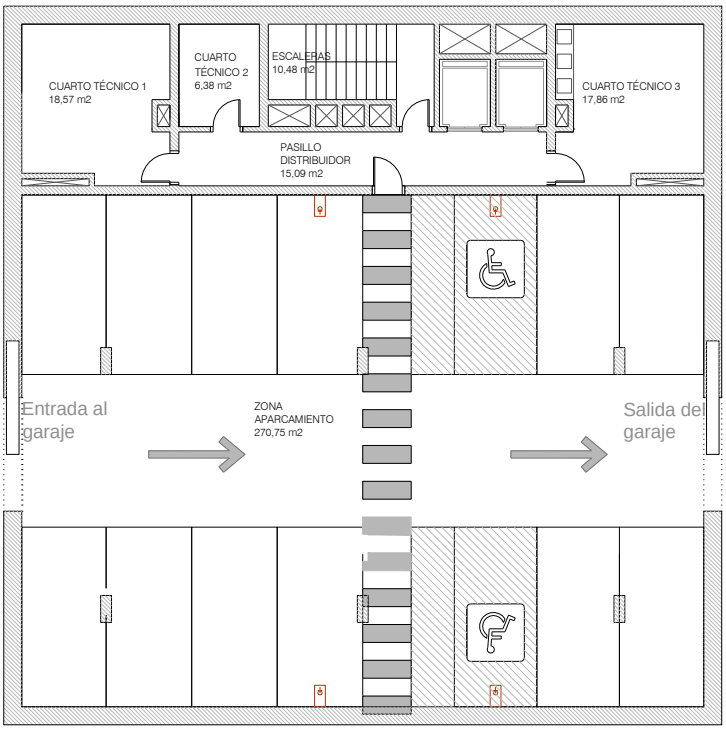
JUST

3. Justificación de la exigencia

1. *Para justificar que un edificio cumple las exigencias de este DB, los documentos de proyecto incluirán la siguiente información sobre el edificio o parte del edificio evaluada:*
    - *a) esquema de conexión utilizado para el dimensionado, según los descritos en el Reglamento electrotécnico de baja tensión;*
    - *b) descripción de la conducción principal y las canalizaciones dispuestas, indicando el porcentaje de plazas de aparcamiento que cuentan con sistemas de conducción de cables y el porcentaje mínimo exigido;*
    - *c) número de estaciones de recarga instaladas y número mínimo resultante de la cuantificación de la exigencia.*
    - *d) tipos de estaciones de recarga y potencia de las mismas.*

El apartado a) y b) de esta justificación de la exigencia deberá estar contenido en el proyecto de ejecución del edificio en cuestión, donde se especificará el esquema de conexión empleado para el dimensionado y la descripción de la conducción principal y las canalizaciones dispuestas para la instalación de las estaciones de recarga correspondientes.

Como se ha comentado, se proyectan en el edificio 4 estaciones de recarga, dos de ellas en las plazas de aparcamiento accesibles. Se muestra a continuación, la ubicación de las estaciones de recarga en la planta sótano de aparcamiento del edificio objeto:



El número mínimo por exigencia sería 1 estación de recarga, al considerarse obligatoria una por cada 40 plazas. En este caso, pese a tener solo 14 plazas, se han instalado **4 estaciones de recarga** cumpliendo así holgadamente la exigencia.

Se instalarán 4 estaciones de recarga tipo Modo 3 con conector Tipo 2, de potencia unitaria 7,4 kW (monofásico), destinadas a uso por personal del edificio durante la jornada laboral.

El resto de las plazas (10) quedarán dotadas con infraestructura de canalización preparada para la futura instalación de IRVE, cumpliendo con las exigencias del CTE DB-HE6 para edificios de uso distinto al residencial.

HE0

HE0.LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1. Preparación de datos previos a la comprobación
2. Consumo de energía primaria no renovable
3. Consumo de energía primaria total
4. Horas fuera de consigna
5. Resultados

DAT

1. Preparación de datos previos a la comprobación

Debido a la complejidad de los cálculos que es preciso realizar en este apartado, recurrimos a los valores obtenidos mediante simulación del modelo en HULC. Estas simulaciones han sido contrastadas a lo largo de todo el proceso mediante la comprobación de los resultados obtenidos en los diferentes cálculos previos.

Como veremos algunos de los valores límite se establece en función de la carga interna media (C_{FI})[9]. Así, por ejemplo, el valor límite de la energía primaria no renovable que consume el edificio, de uso distinto al residencial privado, para la zona climática de invierno "D", se expresa de la siguiente forma:

$$C_{ep;nren} = 20+8 \times C_{FI}$$

La carga interna media (C_{FI}) cuantifica la carga interna del edificio o zona del edificio a lo largo de una semana tipo. De acuerdo con ella puede clasificarse un espacio, una zona o el conjunto del edificio siguiendo la *tabla a-Anejo A*. Esta tabla clasifica la carga interna en diferentes niveles:

Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna	
Nivel de carga interna	Carga interna media, C_{FI} [W/m^2]
Baja	$C_{FI}<6$
Media	$6\leq C_{FI}<9$
Alta	$9\leq C_{FI}<12$
Muy alta	$12\leq C_{FI}$

Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna. CTE DB HE.

[9] Se define en el *Anejo A Terminología* del *DTE DB HE Ahorro de energía* como la carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a iluminación y la carga debida a los equipos:

$$C_{FI} = \Sigma C_{oc} / (7{\cdot}24) + \Sigma C_{il} / (7{\cdot}24) + \Sigma C_{eq} / (7{\cdot}24)$$

ΣC_{oc} = suma de las cargas sensibles nominales por ocupación [W/m^2], por hora y a lo largo de una semana tipo
ΣC_{il} = suma de las cargas nominales por iluminación [W/m^2], por hora y a lo largo de una semana tipo
ΣC_{eq} = suma de las cargas nominales de equipos [W/m^2], por hora y a lo largo de una semana tipo

La obtención de la carga interna media correspondiente a una semana tipo, asociada a una actividad concreta, requiere un análisis previo de las condiciones de uso del edificio. Por este motivo, en el capítulo de ayudas se desarrolla en detalle el procedimiento de cálculo aplicado a este ejemplo de edificio de oficinas.

Como criterio general, se trata de obtener los valores de carga interna media para una semana tipo representativa del comportamiento habitual de la actividad y no de la carga interna límite que, por ejemplo, emplearíamos para el dimensionado de los sistemas de acondicionamiento. Las fuentes internas consideradas como aporte de calor sensible son las siguientes:

- La presencia de personas (ocupación)
- La iluminación artificial de los espacios.
- Otros equipos que puedan existir en los locales y que disipen calor al ambiente

Para la actividad que nos ocupa (edificio de oficinas), se ha obtenido el siguiente resultado

CARACTERIZACIÓN DE LOCALES							CARGAS INTERNAS MEDIAS PARA TODAS LAS FUENTES DE CALOR INTERNO								
Programa del local			Tipo de uso dentro del Uso característico	Superficie por espacio (m^2)	Multiplicador plantas iguales	Superficie total	Carga por ocupación			Carga por Iluminación				Carga por equipos	
Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	ADMINISTRATIVO	(m^2)	x	(m^2)	Propuesta perfil de uso en oficinas	Carga sens. media (W/p)	Carga (W)	Iluminancia media (lux)	Lúmenes	Carga med. (W/m^2)	Carga (W)	Carga media (W/m^2)	Carga (W)
Pl. baja	P02 E01	Aseo de planta	A. Servicios	8,69	1	8,69	-	-		200	1.738	2	17,38	-	-
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	36,11	1	36,11	-	-		100	3.611	1	36,11	-	-
	P02 E05	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		200	3.934	2	39,34	-	-
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	16	75	1.200	500	136.565	5	1.365,65	3	819,39
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		200	3.934	2	39,34	-	-
	P03 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	-	-		100	2.512	1	25,12	-	-
	P03 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		200	3.934	2	39,34	-	-
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	16	75	1.200	500	136.565	5	1.365,65	3	819,39
Planta tipo (2^a y 3^a)	P04 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	2	39,34	-	-		200	3.934	2	78,68	-	-
	P04 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	2	50,24	-	-		100	5.024	1	50,24	-	-
	P04 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	2	39,34	-	-		200	3.934	2	78,68	-	-
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	2	546,26	32	75	2.400	500	273.130	5	2.731,30	3	1.638,78
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		200	3.934	2	39,34	-	-
	P05 E03	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	-	-		100	2.512	1	25,12	-	-
	P05 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		200	3.934	2	39,34	-	-
	P05 E07	Despachos 1	Despacho	91,32	1	91,32	9	75	675	500	45.660	5	456,60	3	273,96
	P05 E09	Despachos 2	Despacho	91,32	1	91,32	9	75	675	500	45.660	5	456,60	3	273,96
	P05 E06	Hall zona despachos	Circulaciones	43,92	1	43,92	-	-		100	4.392	1	43,92	-	-
	P05 E08	Salas de reuniones	Salas reuniones	46,56	1	46,56	23	75	1.725	500	23.280	5	232,80	3	139,68
TOTALES Y MEDIAS						**1.687,95**	**105**		**7.875,00**				**7.160,55**		**3.965,16**

En esta primera tabla se caracterizan los diferentes locales que componen el edificio y se vinculan a la actividad principal de este, así como una descripción de la presencia de las tres fuentes de calor consideradas en cada uno de los locales.

A partir de aquí, hemos de establecer un horario de funcionamiento y un perfil de uso[10] que establezca la presencia y/o funcionamiento de cada una de las fuentes a lo largo del horario de la actividad para cada día de la semana. Para nuestro caso, la tabla de perfil de uso y horario de la actividad que hemos aplicado es la siguiente:

[10] **Perfil de uso**, definición en *Anejo A Terminología del DB HE*: descripción hora a hora, para un año tipo, de las cargas internas (carga sensible por ocupación, carga latente por ocupación, equipos, iluminación y ventilación).

PERFIL DE USO PARA EDIFICIO DE OFICINAS

OCUPACIÓN

			Lunes - viernes																								
Pl.	Nombre en planos	USO	0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
Pl. baja	Aseo de planta	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	20	60	60	70	70	70	70	40	70	70	60	0	0	0	0	0	0	28
Pl. primera	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	20	60	60	70	70	70	70	40	70	70	60	0	0	0	0	0	0	28
Planta tipo (2ª-3ª)	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	20	60	60	70	70	70	70	40	70	70	60	0	0	0	0	0	0	28
Planta cuarta	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 1	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	5	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	34
	Despachos 2	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	5	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	34
	Hall zona oficinas	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salas de reuniones	S. reuniones	0	0	0	0	0	0	0	0	50	70	80	80	80	5	80	80	70	0	0	0	0	0	0	0	25

	Sábados																										
Pl.	Nombre en planos	USO	0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
Pl. baja	Aseo de planta	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pl. primera	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta tipo (2ª-3ª)	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta cuarta	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 1	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 2	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hall zona oficinas	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salas de reuniones	S. reuniones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Domingos/festivos																										
Pl.	Nombre en planos	USO	0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
Pl. baja	Aseo de planta	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pl. primera	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta tipo (2ª-3ª)	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta cuarta	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 1	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 2	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hall zona oficinas	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salas de reuniones	S. reuniones	0	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

			Lunes - viernes																								
Pl.	Nombre en planos	USO	0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
Pl. baja	Aseo de planta	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
Pl. primera	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
Planta tipo (2ª-3ª)	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
Planta cuarta	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 1	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	5	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	34
	Despachos 2	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	5	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	34
	Hall zona oficinas	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
	Salas de reuniones	S. reuniones	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	5	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	34

	Sábados																										
Pl.	Nombre en planos	USO	0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
Pl. baja	Aseo de planta	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pl. primera	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta tipo (2ª-3ª)	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta cuarta	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 1	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 2	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hall zona oficinas	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salas de reuniones	S. reuniones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Domingos/festivos																										
Pl.	Nombre en planos	USO	0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
Pl. baja	Aseo de planta	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pl. primera	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta tipo (2ª-3ª)	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta cuarta	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 1	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 2	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hall zona oficinas	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salas de reuniones	S. reuniones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

OTROS EQUIPOS

Lunes - viernes

LOCALES Y ESPACIOS																													
Pl.	Nombre en planos	USO	0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
Pl. baja	Aseo de planta	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
Pl. primera	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
Planta tipo (2ª-3ª)	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
Planta cuarta	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 1	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	38
	Despachos 2	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	38
	Hall zona oficinas	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salas de reuniones	S. reuniones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	5	100	100	100	0	0	0	0	0	0	34

Sábados

Pl.	Nombre en planos	USO	0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
Pl. baja	Aseo de planta	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pl. primera	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta tipo (2ª-3ª)	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta cuarta	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 1	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 2	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hall zona oficinas	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salas de reuniones	S. reuniones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Domingos/festivos

Pl.	Nombre en planos	USO	0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
Pl. baja	Aseo de planta	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pl. primera	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta tipo (2ª-3ª)	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta cuarta	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 1	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 2	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hall zona oficinas	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salas de reuniones	S. reuniones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Para elaborar este tipo de tablas no existen, por el momento, referencias nacionales suficientemente testadas que concreten unos porcentajes de ocupación para las diferentes usos y actividades en los edificios. No obstante, se puede encontrar en nuestro entorno internacional estudios y normativa de referencia sobre perfiles de uso y ocupación que se pueden utilizar como guía a la hora de establecer este perfil de uso para la semana tipo. En el anexo de cálculo, se hace referencia a alguna de ellas.

Como resultado de la aplicación de la tabla anterior a cada una de las fuentes internas, presentes en cada uno de los espacios de la actividad y acumulando los resultados de la semana tipo, se obtiene la siguiente tabla resumen:

LOCALES			ACUMULADOS APLICANDO EL PERFIL DE USO Y LA OCUPACIÓN DE LA SEMANA TIPO																		
Programa del local			Propuesta Ocupación media L-V		Propuesta Ocupación media Sábados		Propuesta Ocupación media D-Festivos		Propuesta Iluminación media L-V		Propuesta Iluminación media Sábados		Propuesta Iluminación media D-Festivos		Propuesta Equipos media L-V		Propuesta Equipos media Sábados		Propuesta Equipos media D-Festivos		Total semana tipo (W·h)	Total semana tipo / superf. (W·h/m²)	Total sem./168 horas sem. C_{FI} (W/m²)
Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)			
Pl. baja	P02 E01	Aseo de planta	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	0	-	0	-	0	-	46	1.986	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1.986	55	0,33
	P02 E05	Aseo accesible 1	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	28	39.600	0	-	0	-	46	75.111	0	-	0	-	46	45.066	0	-	0	-	159.777	585	3,48
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P03 E04	Distribuidor de planta	0	-	0	-	0	-	46	1.382	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1.382	55	0,33
	P03 E01	Aseo accesible 1	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	28	39.600	0	-	0	-	46	75.111	0	-	0	-	46	45.066	0	-	0	-	159.777	585	3,48
Planta tipo (2ª y 3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P04 E04	Distribuidor de planta	0	-	0	-	0	-	46	2.763	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2.763	55	0,33
	P04 E01	Aseo accesible 1	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	28	79.200	0	-	0	-	46	150.222	0	-	0	-	46	90.133	0	-	0	-	319.554	585	3,48
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P05 E03	Distribuidor de planta	0	-	0	-	0	-	46	1.382	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1.382	55	0,33
	P05 E01	Aseo accesible 1	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P05 E07	Despachos 1	34	27.169	0	-	0	-	34	18.378	0	-	0	-	38	12.328	0	-	0	-	57.875	634	3,77
	P05 E09	Despachos 2	34	27.169	0	-	0	-	34	18.378	0	-	0	-	38	12.328	0	-	0	-	57.875	634	3,77
	P05 E06	Hall zona despachos	0	-	0	-	0	-	46	2.416	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2.416	55	0,33
	P05 E08	Salas de reuniones	25	51.319	0	-	0	-	34	9.370	0	-	0	-	34	5.622	0	-	0	-	66.311	1.424	8,48
TOTALES Y MEDIAS				264.056		0		0		356.498		0		0		210.544		0		0	831.098		2,93

Trasladando el resultado a la escala de referencia, Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna se obtiene que el nivel de carga interna media de los locales de la actividad es "**Baja**":

Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna:	
$C_{FI} < 6$	Baja
$6 \leq C_{FI} < 9$	Media
$9 \leq C_{FI} < 12$	Alta
$12 \leq C_{FI}$	Muy alta

En los apartados siguientes se realiza la comprobación de cada uno de los indicadores considerando este parámetro a la hora de establecer los valores límite. Como ya se ha indicado sucesivas veces, el cálculo que realiza HULC puede diferir respecto al que hemos realizado de manera manual.

EPNR

2. Consumo de energía primaria no renovable

El consumo de energía primaria no renovable ($C_{ep,nren}$) de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio no superará el valor límite ($C_{ep,nren,lim}$) obtenido de la tabla 3.1.b-HE0 [kW·h/m²·año] para uso distinto del residencial privado (que en nuestro caso es comercial):

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Tabla 3.1.b - HE0 Valor límite Cep,nren,lim [kW·h/m2 ·año] para uso distinto del residencial privado	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
	70+8 x C_{FI}	55+8 x C_{FI}	50+8 x C_{FI}	35+8 x C_{FI}	20+8 x C_{FI}	10+8 x C_{FI}

* C_{FI} : Carga interna media (W/m²)
En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,40.
Debe tenerse en cuenta que la carga interna media se calcula como el valor promedio de la carga interna durante una semana tipo y no como promedio durante el tiempo de ocupación o como la carga máxima durante el tiempo de ocupación

EPT

3. Consumo de energía primaria total

El consumo de energía primaria total ($C_{ep,tot}$) de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio o, en su caso, de la parte del edificio considerada, no superará el valor límite ($C_{ep,tot,lim}$) obtenido de la tabla 3.2.a-HE0 para uso distinto del residencial privado como es nuestro caso:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA TOTAL

Tabla 3.2.b - HE0 Valor límite Cep,tot,lim [kW·h/m2 ·año] para uso distinto del residencial privado	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
	165+9 x C_{FI}	155+9 x C_{FI}	150+9 x C_{FI}	140+9 x C_{FI}	130+9 x C_{FI}	120+9 x C_{FI}

* C_{FI} : Carga interna media (W/m²)
En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,40.
Debe tenerse en cuenta que la carga interna media se calcula como el valor promedio de la carga interna durante una semana tipo y no como promedio durante el tiempo de ocupación o como la carga máxima durante el tiempo de ocupación

HORAS

4. Horas fuera de consigna

El total de horas fuera de consigna no excederá el 4% del tiempo total de ocupación. En el diseño de los sistemas previstos para el acondicionamiento térmico de los espacios, se ha de prever esta

circunstancia. Tratándose de una actividad de trabajo en oficinas que prevé, en nuestro caso, 10 horas de funcionamiento diario general y descontando los fines de semana (sin actividad), tenemos un total de 3550 horas efectivas. El 4% establece el límite en 142 horas.

RESULTADOS

5. Resultados

A continuación, se exponen los valores de consumo para cada uno de los servicios que demanda el edificio. La tabla consta de dos partes, en la primera, mediante hoja de cálculo, a partir del consumo de energía final obtenido con HULC y aplicando los factores de paso[11], se obtienen los consumos de energía primaria total (E.P.T.), energía primaria no renovable (E.P.N.R.), y energía primaria renovable (E.P.R.). Esto es válido para todos los servicios excepto para ACS.

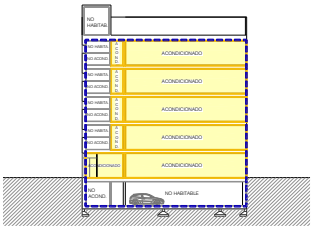
La segunda parte de cada tabla, referida al cumplimiento de los valores límite, se aplica directamente sobre los datos de la ficha que ofrece HULC para la justificación del cumplimiento. Entre la primera y segunda tabla de cada grupo, puede haber pequeñas variaciones en los decimales de algunos de los valores.

Factores de conversión de energía final a primaria				
	Fuente	Valores aprobados		
		kWh E.primaria renovable /kWh E. final	kWh E.primaria no renovable /kWh E. final	kWh E.primaria total /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,396	2,007	2,403
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,414	1,954	2,368
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,075	2,937	3,011
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,082	2,968	3,049
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,070	2,924	2,994
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,072	2,718	2,790
Gasóleo calefacción	(***)	0,003	1,179	1,182
GLP	(***)	0,003	1,201	1,204
Gas natural	(***)	0,005	1,190	1,195
Carbón	(***)	0,002	1,082	1,084
Biomasa no densificada	(***)	1,003	0,034	1,037
Biomasa densificada (pelets)	(***)	1,028	0,085	1,113

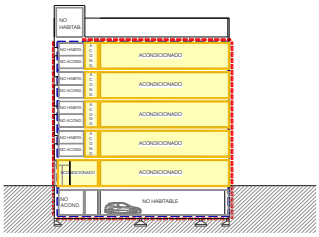
Tabla de factores de paso entre energía final y primaria según vectores energéticos.

(*) Valor obtenido de la Propuesta de Documento Reconocido: Valores aprobados en Comisión Permanente de Certificación Energética de Edificios de 27 de junio de 2013, actualizado al periodo considerado.
(**) Según cálculo del apartado 5 del documento reconocido que se cita en nota al pie de esta página.
(***) Basado en el informe "Welltotank Report, versión 4.0" del Joint Research Intitute.

[11] Figuran en el Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) FACTORES DE EMISIÓN DE CO_2 y COEFICIENTES DE PASO A ENERGÍA PRIMARIA DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGÍA FINAL CONSUMIDAS EN EL SECTOR DE EDIFICIOS EN ESPAÑA.



Superficie útil de cálculo, $A_{útil}$ = 1756,25 m²



SERVICIO	VECTOR ENERGÉTICO	[D] KW·h/m²·año	Consumo E. Final KW·h/m²·año	Consumo E. Prim. Total KW·h/m²·año	Consumo E. P. NO RENOV. KW·h/m²·año	Consumo E. P. RENOV. KW·h/m²·año
ACS	ELECTRICIDAD	4,31	4,68	5,16	0,68	4,48
	MEDIOAMBIENTE		0,00	0,00	0,00	0,00
	TOTALES		**4,68**	**5,16**	**0,68**	**4,48**
CALEFACCIÓN	ELECTRICIDAD	11,28	3,28	3,61	0,47	3,14
	MEDIOAMBIENTE		4,54	4,54	0,00	4,54
	TOTALES		**7,82**	**8,16**	**0,47**	**7,68**
REFRIGERACIÓN	ELECTRICIDAD	32,85	4,69	5,16	0,68	4,48
	TOTALES		**4,69**	**5,16**	**0,68**	**4,48**
ILUMINACIÓN	ELECTRICIDAD	-	8,44	9,30	1,22	8,08
	TOTALES		**8,44**	**9,30**	**1,22**	**8,08**
TOTALES			25,64	27,77	3,05	24,72

Estos datos se pueden consultar y valorar editando el archivo *DATOS_CTEEPBD.txt* que genera HULC en la carpeta de Documentación de cada caso y que también pueden obtenerse con la aplicación VisorEPBD en la página del Código Técnico del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda urbana. Enlace web: https://www.codigotecnico.org/visorepbd/#/

Los datos que se obtienen en el VisorEPBD figuran en kW·h/año y para la confección de la tabla se han dividido por la superficie útil del edificio para obtener kW·h/m²·año.

CUMPLIMIENTO HE0

CONSUMO ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²año)			CONSUMO ENERGÍA PRIMARIA TOTAL (kWh/m²año)			NÚMERO DE HORAS FUERA DE CONSIGNA		
Valor edificio	Valor límite	Cumplimiento	Valor edificio	Valor límite	Cumplimiento	Valor edificio	Valor límite	Cumplimiento
3,10	43,22	CUMPLE	27,80	156,13	CUMPLE	92,00	142 (4% anual)	CUMPLE
C U M P L E								

RESM

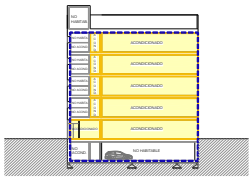
RESUMEN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS INDICADORES DE CADA SECCIÓN

1. Tablas resumen de todos los requisitos. Comentarios

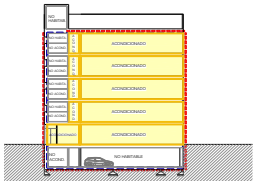
A continuación, se resumen para cada exigencia el grado de cumplimiento de cada uno de sus requisitos y valores límite.

COMENT

1. Tablas resumen de todos los requisitos. Comentarios



Acondicionados: zonas de trabajo y oficina, espacios distribuidores, y aseos de planta.
No acondicionados: núcleo vertical de escaleras
N.H.: núcleo vertical del ascensor, patinillos de instalaciones, aparcamiento y torreón de cubierta
Envolvente térmica según esquema



CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		HE1			HE2	HE3	HE4	HE5	HE0		
		Indicador	Valor edifcio	Valor límite		Indicadores	Indicador	Indicador	Indicador	Valor edifcio	Valor límite
Sup. opacos [m²]	1527,68	U cerramientos [W/m²K]			RITE (no se desarrolla en esta guía)	Eficiencia energética de la instalación de iluminación por espacio (VEEI) W/m² 100 lux	Fracción renovable demanda ACS [%]	Potencia producción eléctrica instalada [kW]	Consumo EP no renovable [KWh/m²año]	3,10	43,22
		CUMPLEN TODOS				CUMPLEN TODOS			CUMPLE		
Sup. huecos [m²]	785,04	K global [W/m²K]	0,39	0,66		Potencia instalada por espacio (W/m²)			Consumo EP total [KWh/m²año]	27,80	156,13
		CUMPLE				CUMPLEN TODOS	Valor del edificio	Valor edificio			
Longitud ptes térmicos [m]	777,12	q sol [kWh/m²mes]	3,22	4,00		Sistemas de control y regulación por espacios	100,00%	42			
		CUMPLE				CUMPLEN TODOS	Contrib. mínima	Valor límite	CUMPLE		
Sup. ET [m²]	2189,31	Q100 [m3/hm²]	3,00	9,00		Sistemas de aprovechamiento de la luz natural por espacios	60%	18,05	Nº horas fuera de consigna (máx 4% anual)	92,00	142,00
		CUMPLE				CUMPLEN TODOS					
Sup. útil de cálculo [m²]	1756,25	n 50 [h⁻¹]	1,75	-							
		NO APLICA									
Volúmen ET [m³]	7670,93	U particiones [W/m²K]									
		CUMPLEN TODOS				CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE		
Volumen de "aire interior" ET [m³]	6587,98	Condensaciones									
		CUMPLEN TODOS									
Compacidad [m³/m²]	3,32	COMPLETO				COMPLETO	COMPLETO	COMPLETO	COMPLETO		

Como breve resumen general del estudio realizado de la configuración elegida para el edificio del ejemplo, se puede concluir lo siguiente:

- En cuanto al control de la demanda, HE 1, el valor de [K] quedará definido por los elementos en contacto exclusivamente con el aire exterior y el terreno que, en nuestro caso, son las dos fachadas sur y norte y la solera y el muro en contacto con el terreno en la planta sótano. El resto de la envolvente térmica de nuestro local se encuentra en contacto con otros locales o el garaje y por lo tanto no influye en el valor del [K]. Es por este motivo que este parámetro está

muy ligado a la proporción entre superficie opaca y de huecos de la envolvente. En general, el cumplimiento de [K] se puede obtener con buenos niveles de aislamiento en la envolvente opaca y con carpinterías y vidrios dobles de transmitancias en torno a 1 $W/m^2 \cdot K$, dependerá de las soluciones constructivas adoptadas y cómo se resuelvan los puentes térmicos.

- El cumplimiento de la relación del cambio de aire [n_{50}] no resulta de aplicación al tratarse nuestro caso de un edificio de uso terciario (distinto al uso residencial privado) si bien es recomendable un valor bajo que permita el buen uso y efectividad del recuperador de calor.

- En cuanto al control solar de la envolvente térmica, en casos como este de edificio terciario de oficinas en el que no es habitual el uso de persianas (a diferencia del residencial privado), y que, además, suelen contar con una alta proporción de superficie de huecos, se debe tener especialmente en cuenta este parámetro. En nuestro caso en concreto, hemos alcanzado el cumplimiento con la incorporación de protecciones solares móviles integradas en el vidrio en las soluciones de muro cortina (fachadas sur, este y oeste) y con estores interiores en la fachada norte, si bien otras soluciones de protección solar como un sistema de lamas resulta también una buena solución que permite un cumplimiento de los requisitos tal y como se ha comprobado en el apartado del control solar.

- En cuanto a los sistemas, la combinación propuesta de bombas de calor aerotérmicas con apoyo de producción de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos es muy eficaz. En este caso, además, la aportación de la producción fotovoltaica como complemento al vector medio ambiente de las bombas de calor produce un porcentaje de contribución renovable máximo en este caso (100%).

AYUDA

SECCIÓN 3. AYUDAS

1 Levantamiento del modelo en HULC y novedades de la versión empleada
2 Cálculo de la carga interna media. C_{FI}
3 Cálculo de la carga térmica del local en invierno y verano
4 Cálculo de los caudales y equipos necesarios para la climatización

HULC

1. LEVANTAMIENTO DEL MODELO EN HULC Y NOVEDADES DE LA VERSIÓN EMPLEADA

1. Novedades de la versión 2.5. 2662.1183 de HULC
2. Datos generales, administrativos y previos
3. Base de datos
4. Construcción del modelo
5. Incorporación de sistemas
6. Propuesta de medidas de mejora de la eficiencia energética del edificio
7. Comentarios sobre la simulación

NOVED

1. Novedades de la versión 2.5. 2662.1183 del HULC

La actualización de la Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC), publicada el 29 de septiembre de 2026, incorpora diversas modificaciones destinadas, principalmente, a adaptar el procedimiento de certificación energética a los nuevos documentos reconocidos, aplicables desde el 30 de septiembre de 2026.

Entre las principales novedades de esta versión destacan las siguientes:

- Actualización del certificado de eficiencia energética: incorporación de la versión 3.0 de los formatos XML y PDF, que amplía y actualiza la información recogida en la documentación de certificación energética.
- Incorporación de nuevas funcionalidades y datos: adaptación de la herramienta a los nuevos requisitos de información necesarios para la generación del certificado energético.
- Incorporación de medidas de mejora: inclusión de las aplicaciones auxiliares *XmlMedidas, XmlCert y XmlCert-GUI*, que permiten introducir propuestas de mejora de la eficiencia energética y generar los correspondientes certificados con estas medidas incorporadas.

Por lo tanto para el levantamiento del edificio de este ejemplo en la HERRAMIENTA UNIFICADA LIDER CALENER (HULC) se ha empleado esta última versión *2.5.2662.1183 de 29 de septiembre de 2026* que incorpora las modificaciones necesarias para la generación de los informes de certificación energética en los nuevos formatos XML y PDF, versión 3.0, obligatorios desde el 30 de septiembre de 2026, de acuerdo con la actualización de los Documentos Reconocidos para la certificación energética de edificios.

A lo largo de los siguientes apartados se abordarán estas novedades en relación con las distintas fases de definición del modelo y de obtención de resultados, prestando especial atención a aquellas que tienen incidencia directa en el edificio de oficinas objeto de estudio.

A continuación, se describen los pasos más significativos para la construcción del modelo energético del edificio de oficinas objeto de estudio. No se pretende desarrollar un manual detallado del funcionamiento general de la herramienta, sino explicar aquellos procedimientos que presentan una especial relevancia, singularidad o complejidad en el caso analizado, así como las particularidades derivadas de la utilización de esta nueva versión.

DAT

2. Datos generales, administrativos y previos

En este apartado se utilizan los datos que figuran en el capítulo inicial de esta guía, donde se describe el edificio y la información de contexto general. Son datos normalmente conocidos o que requieren cálculos previos relativamente sencillos, por ejemplo, el caudal de ventilación que se ha de introducir en la pestaña de datos generales.

Las cargas térmicas de los espacios también requieren un cálculo previo que deberíamos conocer a la hora de diseñar los sistemas de acondicionamiento. En este caso se ha desarrollado dicho cálculo en el apartado 3 de las AYUDAS de esta guía. Estos y otros datos necesarios se facilitan para este ejemplo en el apartado correspondiente de cada instalación.

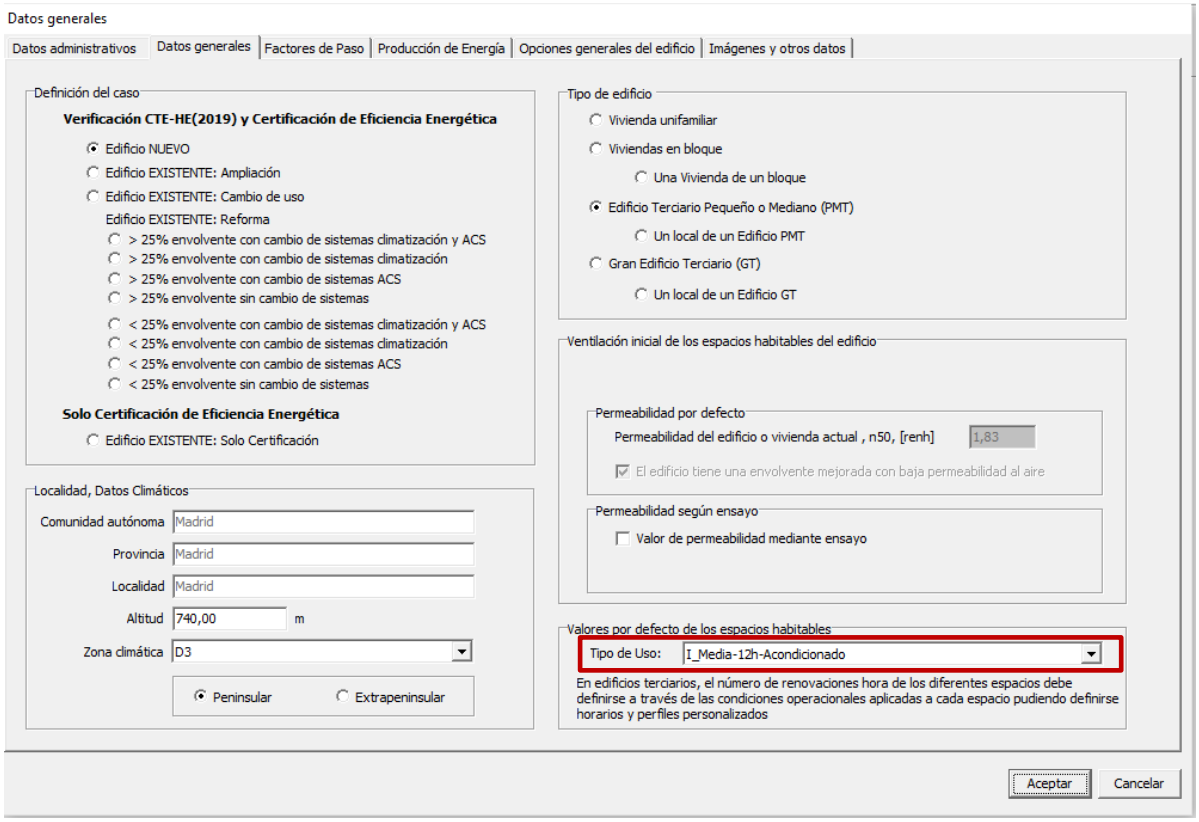


Imagen del levantamiento en HULC. Pantalla y pestaña de datos generales. Caudal de ventilación y otros datos.

Es importante señalar que, en el desplegable de la parte inferior derecha, "valor por defecto de los espacios habitables" (remarcado en rojo en la imagen), indicaremos el valor inicial con el que se van a crear lo espacios del edificio. Se hace así para simplificar la labor de construcción del modelo y reducir el número de datos que se han de introducir o modificar. Si predomina un tipo de uso en los espacios del edificio será el que debemos seleccionar en esta pestaña y, tal vez, modificar sobre la ficha del espacio los que no se ajusten a esta selección o volver a esta pestaña cada vez que queramos cambiar el valor por defecto. Este importante saber que el valor que figura en el desplegable **no interviene en el cálculo del modelo** y sí el valor seleccionado que figura en cada uno de los espacios del edificio.

En nuestro caso, por ejemplo, el uso medio resultante del edifico es durante "12 horas con intensidad media" que será el que seleccionemos inicialmente, ajustando el valor en cada espacio con perfil de uso diferente. Crearemos, de hecho, manualmente cada perfil de uso específico para los distintos usos que podemos encontrar en el edificio. Esto lo veremos más adelante en el levantamiento del modelo.

Datos administrativos. Datos del proyecto

Una de las novedades incorporadas en la versión 2.5.2662.1183 de HULC es la ampliación de la información que debe introducirse en la pestaña «Datos administrativos», dentro de la ventana de datos generales del edificio. Esta actualización responde a la necesidad de incorporar información adicional para la generación del nuevo certificado de eficiencia energética en formato 3.0.

En el apartado «Datos del proyecto» se recogen los datos de identificación y caracterización general del edificio, entre los que se encuentran el nombre del proyecto, el uso, el tipo de certificado, el alcance de la evaluación, el régimen de propiedad, el número de unidades de uso, las superficies, la altura, el número de plantas y su localización. Asimismo, se incluyen campos relativos al grado de protección del edificio.

Es importante cumplimentar correctamente todos los campos requeridos, incluso aquellos que no intervienen directamente en el cálculo energético, puesto que son necesarios para generar adecuadamente la documentación de certificación.

Especial atención merece la introducción de la referencia catastral, que debe consignarse de forma completa y respetando la estructura establecida por cada uno de los 5 catastros del país. Con carácter general, para la Dirección General de Catastro (DGC), la referencia catastral está formada por 20 caracteres alfanuméricos que, en HULC, deben distribuirse en los campos correspondientes a la parcela (14 caracteres primeros) y al inmueble (6 caracteres finales). No debe introducirse la referencia completa en el primer campo ni omitirse el identificador del inmueble.

Una referencia incompleta o incorrectamente distribuida puede provocar errores en la validación del archivo XML 3.0, incluso cuando la simulación energética se haya realizado correctamente. La herramienta incorpora un botón de ayuda que permite consultar el formato requerido para su introducción.

Siguiendo estas indicaciones, se muestra a continuación la pantalla de «Datos administrativos» de HULC cumplimentada con la información correspondiente al edificio de oficinas objeto de estudio, incluyendo entre otros, los datos de identificación, las características generales del inmueble y su referencia catastral:

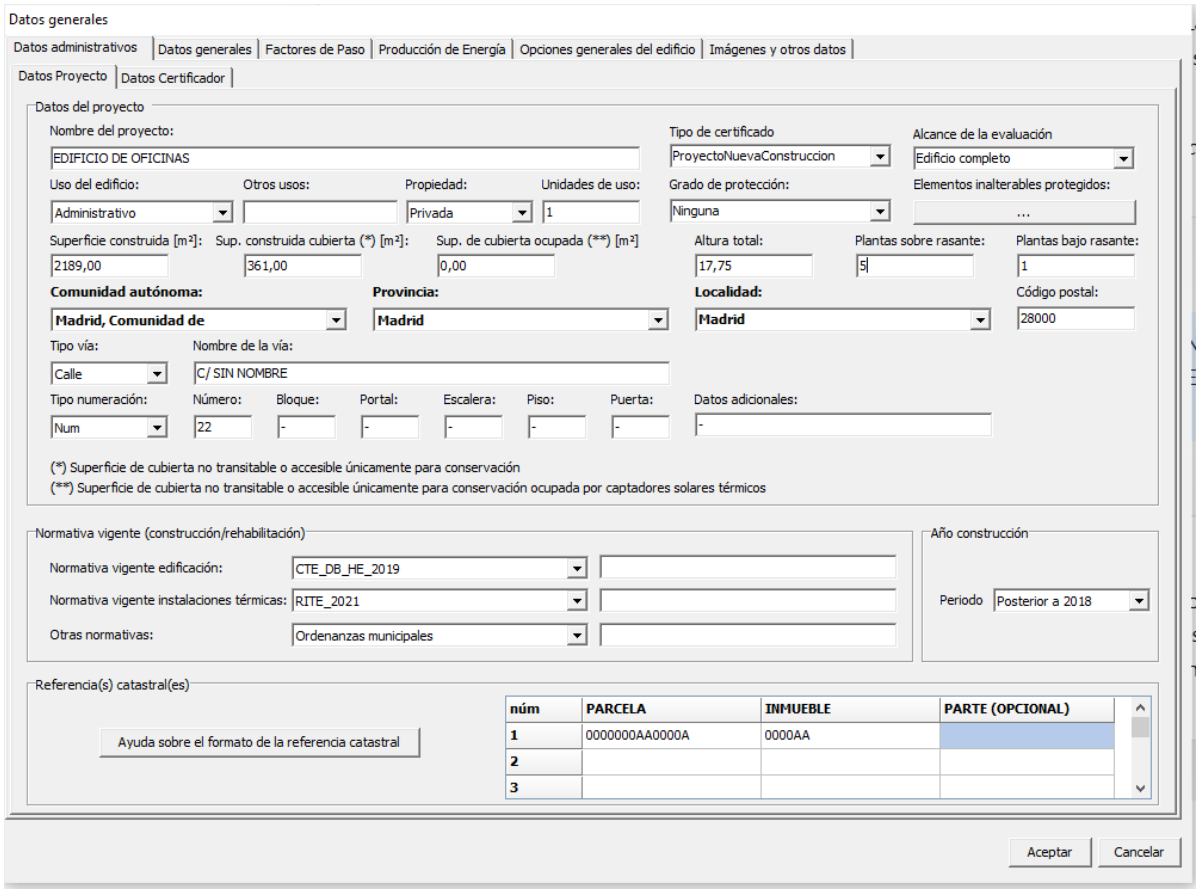


Imagen del levantamiento en HULC. Pantalla de datos administrativos. Identificación del edificio, características generales y referencias catastrales.

Imágenes y otros datos

Por último, dentro de la ventana o módulo de datos generales, es importante cumplimentar la pestaña «Imágenes y otros datos», incorporando tanto una imagen del edificio como su correspondiente plano de situación.

Aunque esta pestaña ya estaba disponible en versiones anteriores de HULC, con la nueva versión resulta necesario incorporar ambas imágenes directamente en la herramienta antes de generar el certificado energético 3.0 para evitar que genera un error en la generación del certificado incorporando una marca de agua de Certificado Incompleto. Anteriormente, esta información podía añadirse posteriormente mediante el VisorXML oficial, pero ahora debe quedar incorporada en el propio modelo antes de emitir el certificado ya que la herramienta VisorXML no presta soporte al formato 3.0.

Para evitar posibles problemas durante la carga de las imágenes o la generación del certificado, se recomienda utilizar archivos de imagen de tamaño reducido, optimizando su resolución y peso sin comprometer su legibilidad. Asimismo, es conveniente guardar ambas imágenes en una carpeta con una ruta de acceso corta y sencilla, evitando nombres de archivo excesivamente largos o caracteres especiales que puedan ocasionar incidencias en su lectura por parte de la herramienta.

En el ejemplo desarrollado se incorpora una vista tridimensional del modelo del edificio de oficinas y un plano de situación con la parcela identificada.

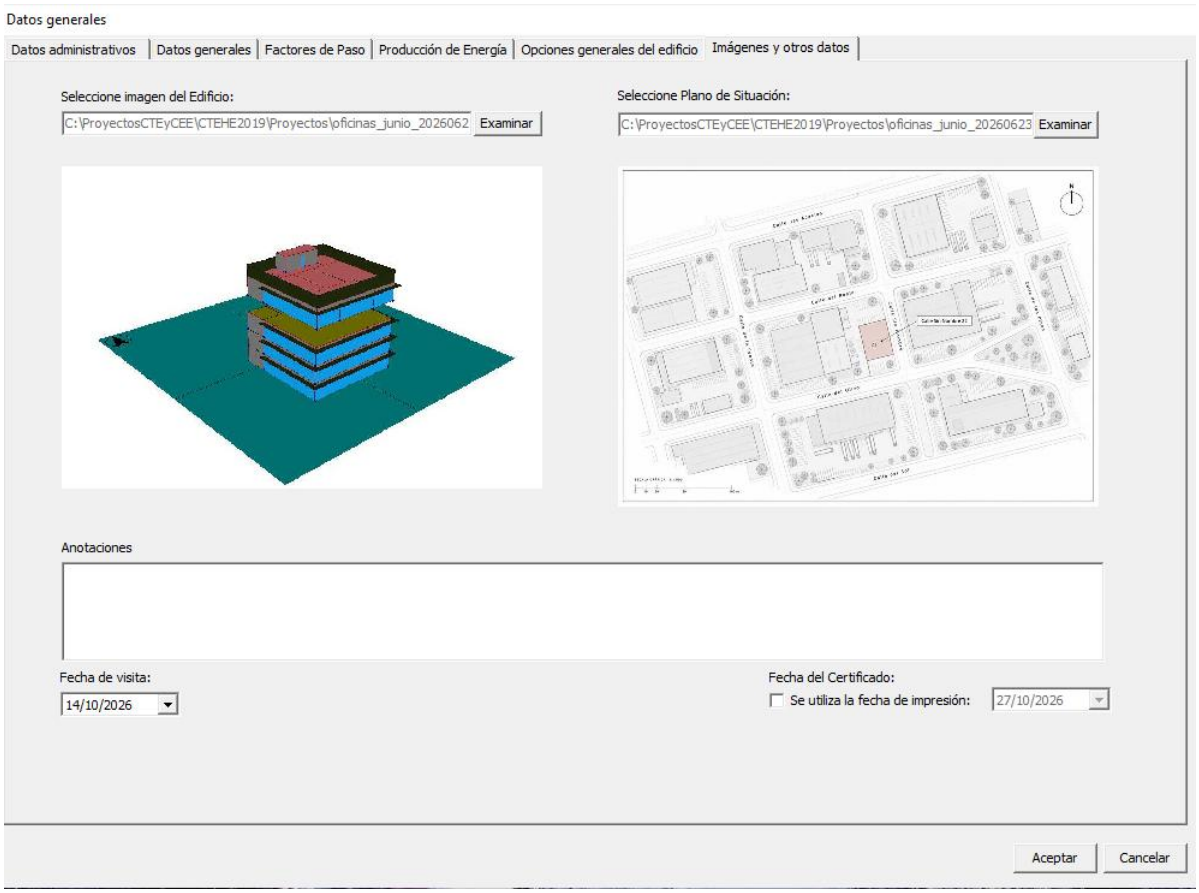


Imagen del levantamiento en HULC. Pestaña «Imágenes y otros datos». Imagen del edificio y plano de situación incorporados al modelo.

BDAT

3. Base de datos

Este apartado se refiere a la definición de todos los cerramientos que componen el modelo de estudio. Se deben introducir todos los componentes de los cerramientos tal y como aparecen descritos en el apartado de definición constructiva. Todos los elementos empleados figuran disponibles en la base de datos del programa a excepción de los vidrios y marcos necesarios para componer la solución de los huecos y que, en este caso, se recomienda que se creen manualmente con las especificaciones que figuran en su ficha. Por último, hemos de asignar a cada componente de la envolvente y particiones, las soluciones constructivas que hemos creado. Esto lo haremos en el módulo de opciones.

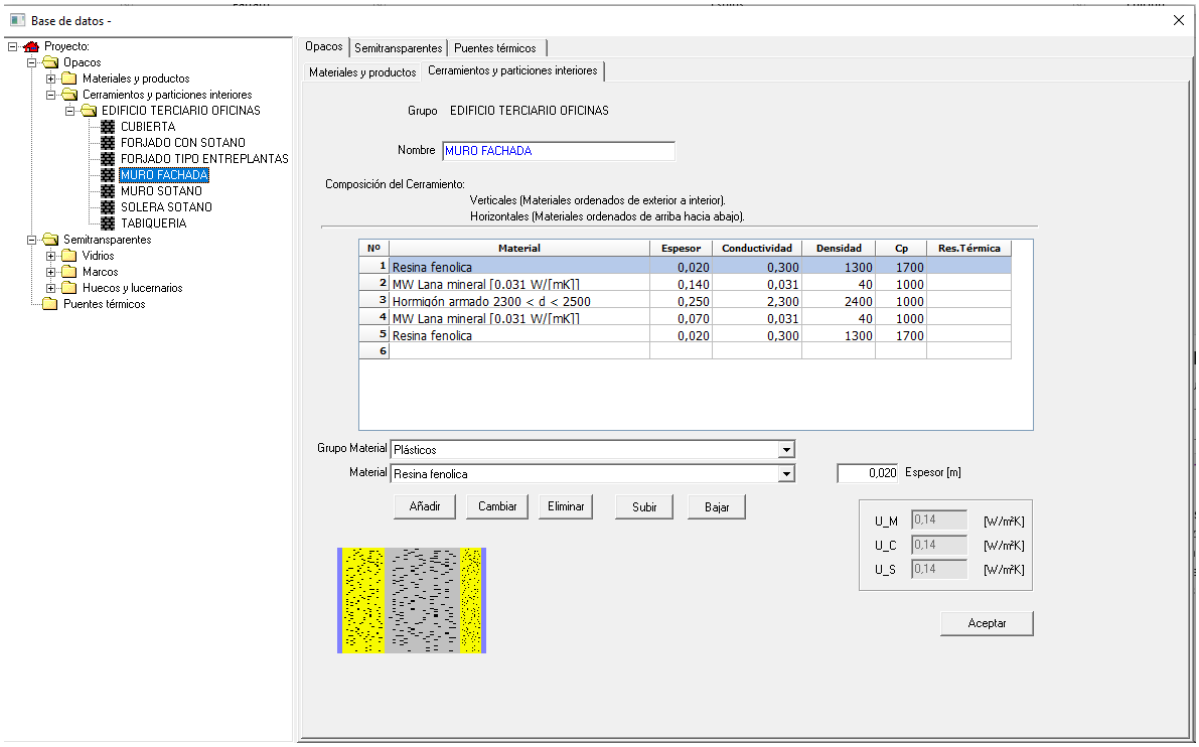
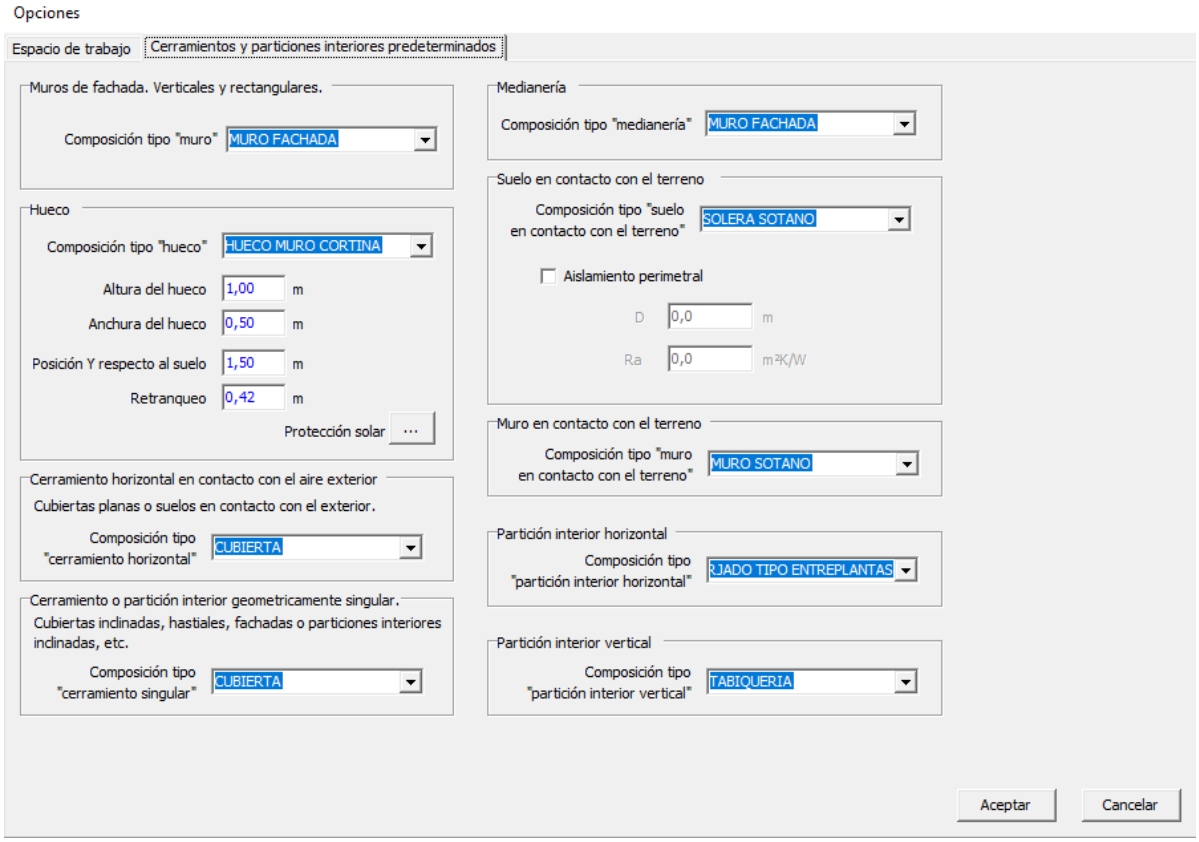


Imagen del levantamiento en HULC. Pantalla de base de datos constructiva



HULC. Pantalla de asignación de soluciones constructivas a cada elemento de la envolvente y particiones

.

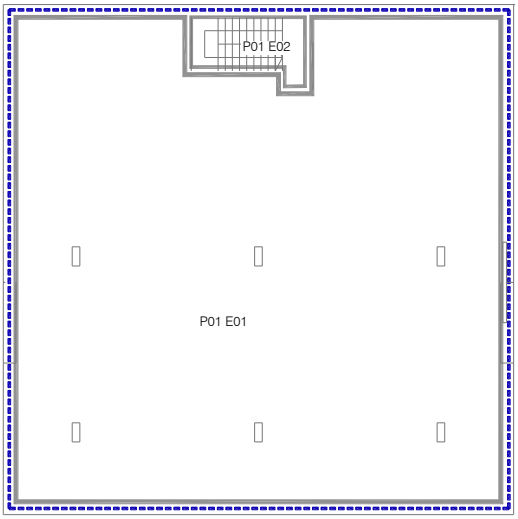
MODL

4. Construcción del modelo

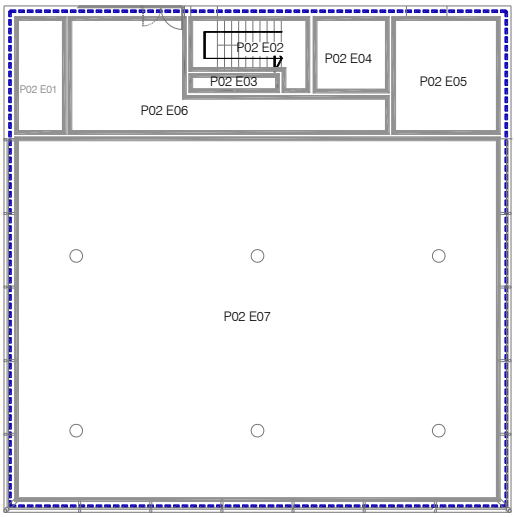
Consideraciones previas

La división de espacios por planta responde a criterios de homogeneidad en su comportamiento higrotérmico y la calificación de estos, así como a la asignación de sistemas de acondicionamiento que pueda diferenciar unas zonas del edificio respecto a otras.

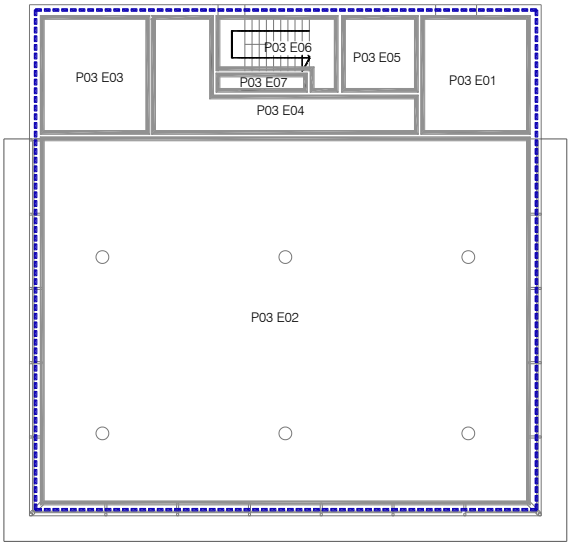
Aplicando lo anterior, la distribución de espacios se ha de procurar que sea lo más sencilla posible. Los espacios que se han definido en cada planta se representan gráficamente a continuación:



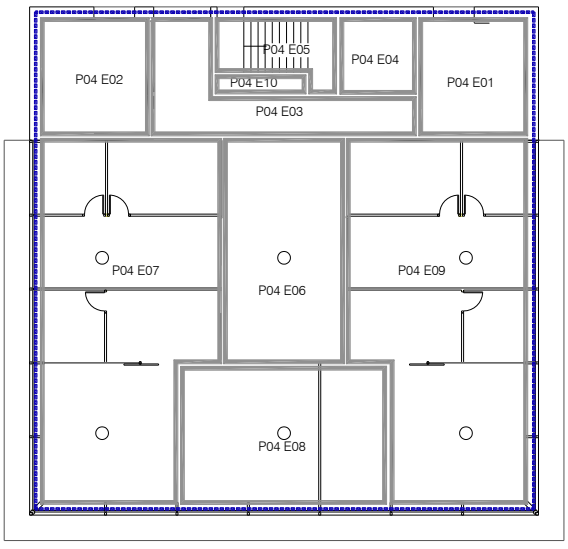
P01.PLANTA SÓTANO (-3,5)



P02.PLANTA DE ACCESO (+0,00)



P03.PLANTA TIPO (+3,50)



P04.PLANTA CUARTA (+14,00)

Los criterios que se han empleado en esta definición de espacios y la caracterización de cada uno de ellos se resumen en la siguiente tabla:

Planta	ESPACIOS	USO	Tipo de espacio	Altura de espacios (m)	Cota de la planta (m)	Espesor de forjado (m)	Altura libre de planta(m)	nº pilares por espacio	nivel de estanqueidad por espacios
P01. SÓTANO. Garaje y cuartos técnicos									
	P01 E01	Aparcamiento/cuart. técnicos	No Habitable	3,50	-3,50	0,400	3,00	-	4
	P01 E02	Escaleras	No acondicionado	3,50	-3,50	0,400	3,00	-	-
Totales de planta								0	
P02 PLANTA ACCESO. Vestíbulo de acceso, aseos y zona de oficina y trabajo									
	P02 E01	Aseo de planta	Acondicionado	3,50	0,00	0,45	3,05	-	-
	P02 E02	Escaleras	No acondicionado	3,50	0,00	0,45	3,05	-	-
	P02 E03	Patinillos	No Habitable	3,50	0,00	0,45	3,05	-	4
	P02 E04	Ascensor	No Habitable	3,50	0,00	0,45	3,05	-	3
	P02 E05	Aseo accesible 1	Acondicionado	3,50	0,00	0,45	3,05	-	-
	P02 E06	Vestíbulo zona de acceso	Acondicionado	3,50	0,00	0,45	3,05	-	-
	P02 E07	Zona oficina	Acondicionado	3,50	0,00	0,45	3,05	-	-
Totales de planta								0	
P03 PLANTA PRIMERA. Zonas comunes y zona de oficina y trabajo									
	P03 E01	Aseo accesible 1	Acondicionado	3,50	3,50	0,45	3,05	-	-
	P03 E02	Zona oficina	Acondicionado	3,50	3,50	0,45	3,05	-	-
	P03 E03	Aseo accesible 2	Acondicionado	3,50	3,50	0,45	3,05	-	-
	P03 E04	Distribuidor	Acondicionado	3,50	3,50	0,45	3,05	-	-
	P03 E05	Ascensor	No Habitable	3,50	3,50	0,45	3,05	-	3
	P03 E06	Escaleras	No acondicionado	3,50	3,50	0,45	3,05	-	-
	P03 E07	Patinillos	No Habitable	3,50	3,50	0,45	3,05	-	4
Totales de planta								0	
P04 PLANTA TIPO. Zonas comunes y zona de oficina y trabajo									
	P04 E01	Aseo accesible 1	Acondicionado	3,50	3,50	0,45	3,05	-	-
	P04 E02	Zona oficina	Acondicionado	3,50	3,50	0,45	3,05	-	-
	P04 E03	Aseo accesible 2	Acondicionado	3,50	3,50	0,45	3,05	-	-
	P04 E04	Distribuidor	Acondicionado	3,50	3,50	0,45	3,05	-	-
	P04 E05	Ascensor	No Habitable	3,50	3,50	0,45	3,05	-	3
	P04 E06	Escaleras	No acondicionado	3,50	3,50	0,45	3,05	-	-
	P04 E07	Patinillos	No Habitable	3,50	3,50	0,45	3,05	-	4
Totales de planta								0	
Totales de planta tipo (3 iguales)			2					0	
P05 PLANTA CUARTA. Zonas comunes y zona de oficina y trabajo									
	P05 E01	Aseo accesible 1	Acondicionado	3,75	14,00	0,70	3,05	-	-
	P05 E02	Aseo accesible 2	Acondicionado	3,75	14,00	0,70	3,05	-	-
	P05 E03	Distribuidor	Acondicionado	3,75	14,00	0,70	3,05	-	-
	P05 E04	Ascensor	No Habitable	3,75	14,00	0,70	3,05	-	3
	P05 E05	Escaleras	No acondicionado	3,75	14,00	0,70	3,05	-	-
	P05 E06	Hall zona oficinas	Acondicionado	3,75	14,00	0,70	3,05	-	-
	P05 E07	Despachos 1	Acondicionado	3,75	14,00	0,70	3,05	-	-
	P05 E08	Sala de reuniones	Acondicionado	3,75	14,00	0,70	3,05	-	-
	P05 E09	Despachos 2	Acondicionado	3,75	14,00	0,70	3,05	-	-
	P05 E10	Patinillos	No Habitable	3,75	14,00	0,70	3,05	-	4
Totales de planta								0	
P05 PLANTA DE ACCESO A CUBIERTA. Núcleo de comunicación vertical									
	P06 E01	Salida a cubierta	No Habitable	3,75	17,75	0,70	3,05	-	3
Totales de planta								0	
TOTALES DEL EDIFICIO								0	

En lo que se refiere al levantamiento del modelo propiamente dicho, se realiza importando planta a planta las polilíneas que definen cada uno de estos espacios, generando a continuación, de manera automática, los suelos y los cerramientos verticales. Posteriormente, se incorporan los huecos y el resto de las condiciones geométricas descritas en el apartado de planos. De manera resumida los pasos a seguir serían de manera ordenada los siguientes:

Planta sótano.

- P01 E01 y P01 E02.

Se posiciona en la cota -3,50, la altura de planta es de 3,50 m y sus cerramientos aparecerán representados en contacto con el terreno, a excepción de la zona en contacto con lo que sería la rampa de acceso al garaje y el muro que define también la puerta de acceso al mismo.

Dentro de los 2 espacios que definen esta planta, hay uno no habitable (P01 E01) pero que también pertenece a la envolvente térmica, es el que recoge la zona de aparcamiento del edificio. El nivel de estanqueidad con el que se ha definido este espacio es de 4 según los valores de la tabla 8 del *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.*

En este caso, se trata de una zona destinada al hueco del ascensor que debe contar con aberturas de ventilación.

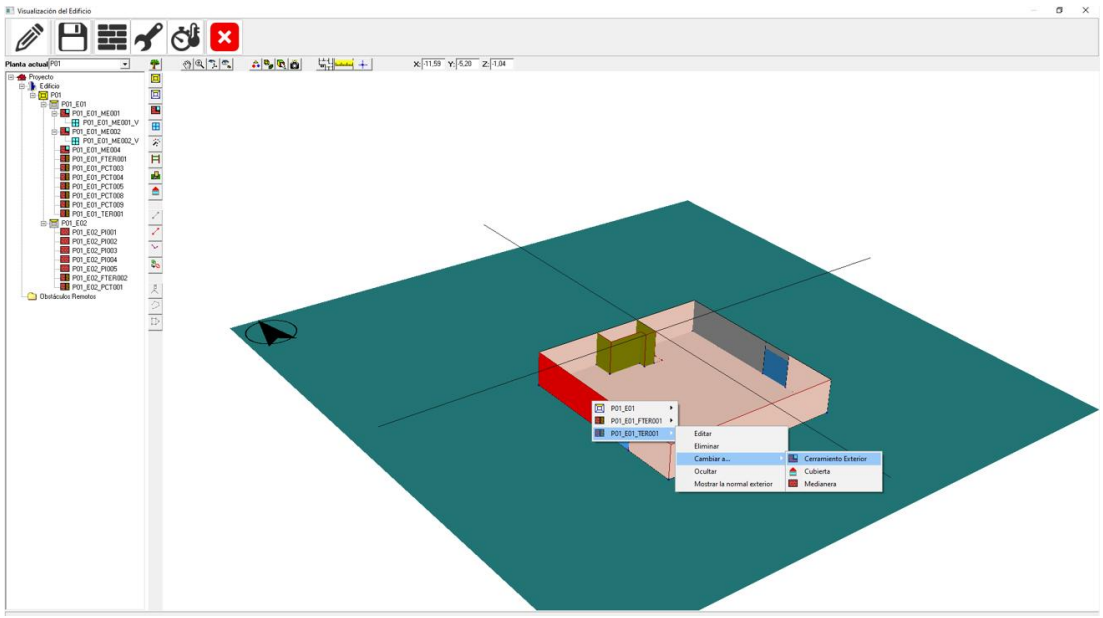
Tabla 8 Tasa de renovación de aire entre espacios no habitables y el exterior (h^{-1})

Nivel de estanqueidad	h^{-1}
1.Ni puertas, ni ventanas, ni aberturas de ventilación	0
2.Todos los componentes sellados, sin aberturas de ventilación	0,5
3.Todos los componentes bien sellados, pequeñas aberturas de ventilación	1
4.Poco estanco, a causa de juntas abiertas o presencia de aberturas de ventilación permanentes	5
5.Poco estanco, con numerosas juntas abiertas o aberturas de ventilación permanentes grandes o numerosas	10

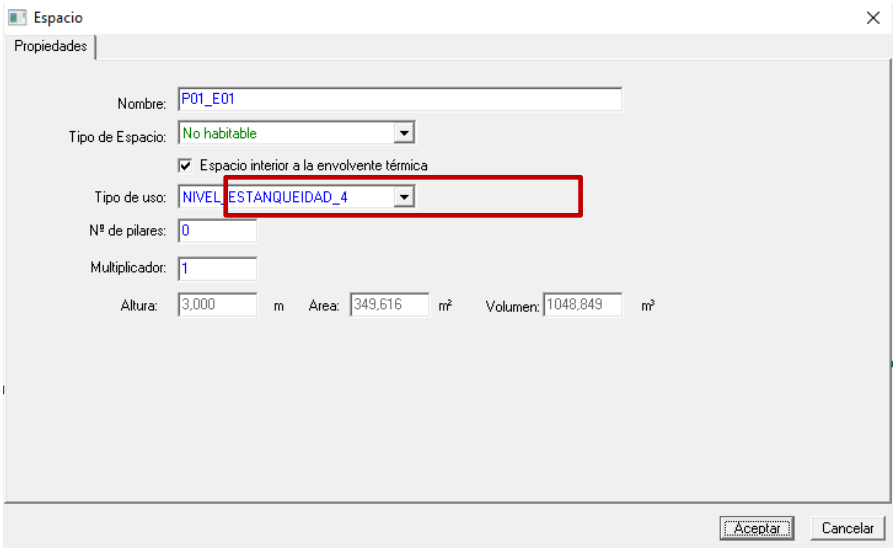
Tabla extraída del *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*.

Debemos en primer lugar, levantar esta planta en la cota (-3,50) importando las polilíneas de su geometría manteniendo “Ninguna” en la opción de planta anterior que nos solicita el programa. Crearemos el suelo en contacto con el terreno y al introducir la opción de crear muros, el programa levantará todos los cerramientos de la planta como muros en contacto con el terreno, y las particiones que separan los distintos espacios, como tabiques interiores.

En este caso, vamos a modificar manualmente los cerramientos exteriores que marcarían el lugar por donde se entiende que discurrirá la rampa de acceso al garaje. Modificaremos los muros laterales (este - oeste) hasta la puerta de acceso, cambiándolos a “cerramientos exteriores” para que dejen de ser muros en contacto con el terreno, como el programa los ha modelado en origen al encontrarse en cota bajo rasante:



Editamos el espacio P01 E01 (zona de aparcamiento) y modificamos su nivel de estanqueidad:



HULC. Imagen selección del nivel de estanqueidad para espacios no habitables e imagen de edición de espacios

El otro espacio perteneciente a esta planta, el espacio P01 E02, es el que recoge el núcleo vertical de la escalera que comunica con la planta posterior. En este caso, también debemos editar el espacio y definirlo como "no acondicionado".

Además de la caracterización de los espacios no habitables y no acondicionados de esta planta, también es el momento de introducir el perfil de uso de cada uno de los espacios y modificar aquellos que no se corresponden con el valor por defecto que hemos seleccionado en la pantalla de inicio o que queremos personalizar.

Con las últimas actualizaciones de CALENER VYP además de los perfiles predefinidos, existe la posibilidad de crear perfiles de uso personalizados, pudiéndolos ajustar a un criterio de funcionamiento más próximo al real de los espacios de proyecto.

Si optamos por los perfiles predefinidos y con el fin de que sean coherentes con la carga interna media que hemos calculado en el apartado *2 CÁLCULO DE LA CARGA INTERNA MEDIA. CFI,* de la sección de Ayudas de esta guía, debemos proceder de la siguiente forma:

Debemos aplicar el criterio establecido en la *Guía de Aplicación DB HE 2019 (versión junio de 2022)*, donde, en el *Ejemplo de cálculo de la carga interna media y del nivel de carga interna de un edificio*, en concreto en la página 26, y en aplicación del *Documento de condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios,* se resume en el cuadro que reproducimos aquí:

CFI (W/m^2)	8h			12 h			16h			24h		
	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
Ocupación	0,57	1,71	2,86	0,81	2,43	4,05	1,05	3,14	5,24	1,52	4,57	7,62
Equipos	0,43	1,29	2,14	0,61	1,82	3,04	0,79	2,36	3,93	1,14	3,43	5,71
Iluminación *	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
TOTAL	**1,17**	**3,17**	**5,17**	**1,58**	**4,42**	**7,25**	**2,00**	**5,67**	**9,33**	**2,83**	**8,17**	**13,5**

(*) Se utiliza para la carga de iluminación una potencia media de 4 W/m^2

Además, en ese mismo apartado, se clasifican dichos perfiles de uso en relación con los niveles de carga interna que figuran en la *Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna,* de la siguiente forma:

Nivel de carga interna		Perfiles de uso predefinidos							
Baja	$C_{FI}<6$	8hB	8hM	8hA	12hB	12hM	16hB	16hM	24hB
Media	$6\leq C_{FI}<9$	12hA	24hM						
Alta	$9\leq C_{FI}<12$	16hA							
Muy alta	$12\leq C_{FI}$	24hA							

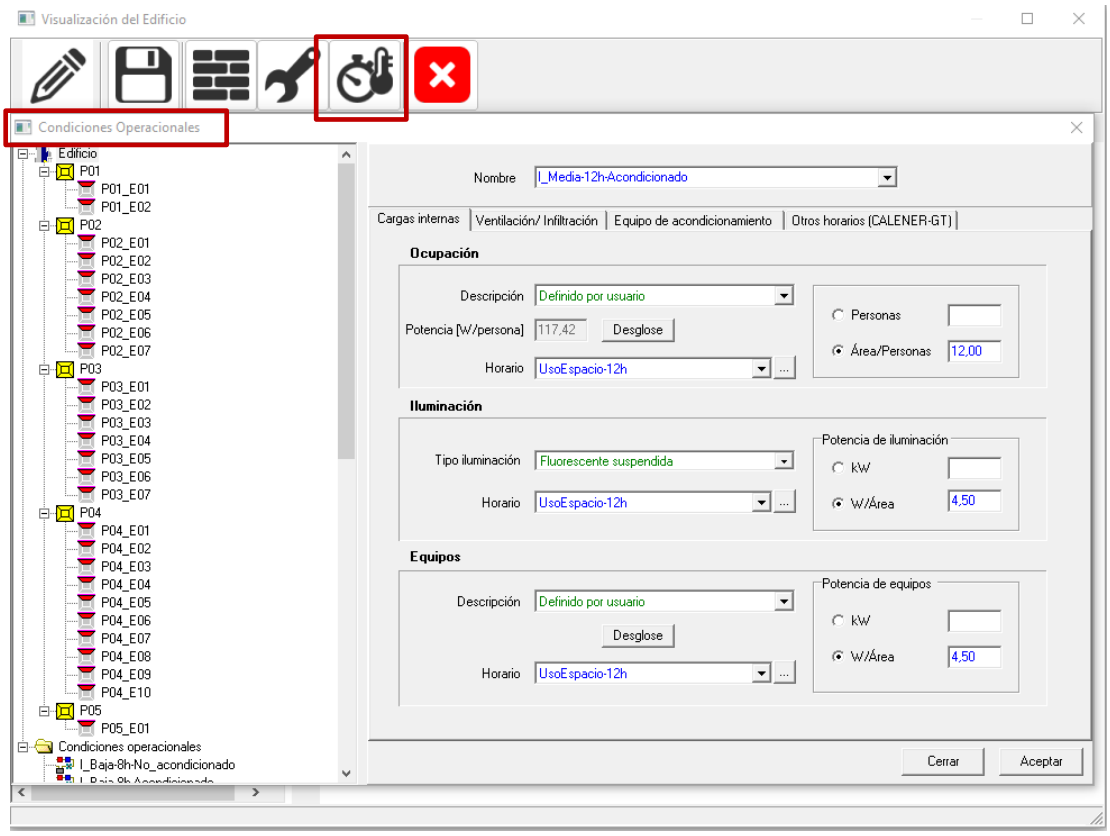
Los valores de carga interna media (CFI) obtenidos en el apartado *2 CÁLCULO DE LA CARGA INTERNA MEDIA. CFI* de la sección de Ayudas de esta guía son los siguientes:

RESUMEN CARGAS INTERNAS MEDIAS TOTALES POR ESPACIOS						TIPO DE USO	
Pl.	Nombre en planos	Superficie por locales (m^2)	Total semana tipo (W·h)	Total semana tipo / superf. ($W·h/m^2$)	Total sem./168 horas sem. C_{FI} por locales (W/m^2)	Nivel de carga interna en ESPACIO	Horario de funcionamiento (h)
Pl. baja	Aseo de planta	8,69	-	-	-	Baja	12
	Vestíbulo de entrada	36,11	1.986	55	0,33	Baja	12
	Aseo accesible	19,67	-	-	-	Baja	12
	Zona de oficina y trabajo	273,13	159.777	585	3,48	Baja	12
Pl. primera	Aseo accesible 2	19,67	-	-	-	Baja	12
	Distribuidor de planta	25,12	1.382	55	0,33	Baja	12
	Aseo accesible 1	19,67	-	-	-	Baja	12
	Zona de oficina y trabajo	273,13	159.777	585	3,48	Baja	12
Planta tipo (2ª y 3ª)	Aseo accesible 2	39,34	-	-	-	Baja	12
	Distribuidor de planta	50,24	2.763	55	0,33	Baja	12
	Aseo accesible 1	39,34	-	-	-	Baja	12
	Zona de oficina y trabajo	546,26	319.554	585	3,48	Baja	12
Planta cuarta	Aseo accesible 2	19,67	-	-	-	Baja	12
	Distribuidor de planta	25,12	1.382	55	0,33	Baja	12
	Aseo accesible 1	19,67	-	-	-	Baja	12
	Despachos 1	91,32	57.875	634	3,77	Baja	12
	Despachos 2	91,32	57.875	634	3,77	Baja	12
	Hall zona despachos	43,92	2.416	55	0,33	Baja	12
	Salas de reuniones	46,56	66.311	1.424	8,48	Media	12
TOTALES Y MEDIAS		1.687,95	831.098	-	2,93	Baja	12

Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna:

$C_{FI}<6$	Baja
$6\leq C_{FI}<9$	Media
$9\leq C_{FI}<12$	Alta
$12\leq C_{FI}$	Muy alta

Como ya se hizo en el número anterior de esta guía, recurrimos a utilizar el módulo de VYP generado como trasposición desde GT de "*condiciones operacionales*" que permite introducir los datos de manera personalizada en lo que se refiere a los horarios de ocupación, iluminación y funcionamiento del resto de equipos presentes en cada local.



HULC. Imagen del módulo de condiciones operacionales donde podemos crear diferentes perfiles de uso

Este módulo de HULC, en su configuración actual de la versión 2.0.2546.1182 de 21 de abril de 2026, permite crear perfiles de uso diferentes. Cada uno de ellos con sus respectivos horarios e intensidades de uso para los apartados de ocupación, iluminación y equipos.

El ejercicio de simplificación aquí propuesto sirve para mostrar una posible modelización simplificada que pueda ser necesaria en edificios de mucho mayor tamaño en los que sea extremadamente complejo utilizar todos los posibles perfiles personalizados de cada una de las zonas.

En nuestro caso, uso de oficinas, se han agrupado los diferentes locales de esta actividad en 5 grupos (perfiles) que se organizan de la siguiente forma:

PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS			
Perfil	Nombre del perfil de uso	ESPACIOS	USO
1	Despachos	P05 E07 P05 E09	ADMIN Despachos
2	Oficina Panorama	P02 E07 P03 E02 P04 E02	ADMIN Panorama
3	Salas de reunión	P05 E08	ADMIN S. reunión
4	Circulaciones	P02 E06 P03 E04 P04 E04 P05 E03 P05 E06	ADMIN Circulaciones
5	Área de servcicios	P02 E01 P02 E05 P03 E03 P03 E01 P04 E03 P04 E01 P05 E02 P05 E01	ADMIN Áreas de servicio

Para introducir los distintos valores medios de los grupos de locales en cada uno de los apartados (ocupación, iluminación y equipos) se han creado, a partir de los perfiles de cada local, nuevas tablas resumen para cada agrupación. Se puede consultar este proceso en el *Anexo 2 Cálculo de la carga interna media. CFI.* Estas tablas resumen que utilizaremos para crear los diferentes perfiles son las siguientes:

PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS				CONDICIONES OCUPACIÓN		
Perfil	Nombre del perfil de uso	ESPACIOS	USO	Superficie (m^2)	Perfil de uso oficinas m^2/pers.	Ocupación propuesta nº pers
1	Despachos	P05 E07 P05 E09	ADMIN Despachos	182,6	10	**18**
2	Oficina Panorama	P02 E07 P03 E02 P04 E02	ADMIN Panorama	1.092,5	17	**64**
3	Salas de reunión	P05 E08	ADMIN S. reunión	46,6	2	**23**
4	Circulaciones	P02 E06 P03 E04 P04 E04 P05 E03 P05 E06	ADMIN Circulaciones	180,5	0	-
5	Área de servcicios	P02 E01 P02 E05 P03 E03 P03 E01 P04 E03 P04 E01 P05 E02 P05 E01	ADMIN Áreas de servicio	185,7	0	-
TOTALES Y MEDIAS				**1.687,95**		**105**

Tabla resumen de las condiciones de ocupación con valores medios para cada uno de los 5 perfiles definidos

PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS				CONDICIONES ILUMINACIÓN		
Perfil	Nombre del perfil de uso	ESPACIOS	USO	Superficie (m^2)	Potencia media (W/m^2)	Potencia total (W)
1	Despachos	P05 E07 P05 E09	ADMIN Despachos	182,6	5	**913,20**
2	Oficina Panorama	P02 E07 P03 E02 P04 E02	ADMIN Panorama	1.092,5	5	**5.462,60**
3	Salas de reunión	P05 E08	ADMIN S. reunión	46,6	5	**232,80**
4	Circulaciones	P02 E06 P03 E04 P04 E04 P05 E03 P05 E06	ADMIN Circulaciones	180,5	1	**180,51**
5	Área de servcicios	P02 E01 P02 E05 P03 E03 P03 E01 P04 E03 P04 E01 P05 E02 P05 E01	ADMIN Áreas de servicio	185,7	2	**371,44**
TOTALES Y MEDIAS				**1.687,95**		**7.160,55**

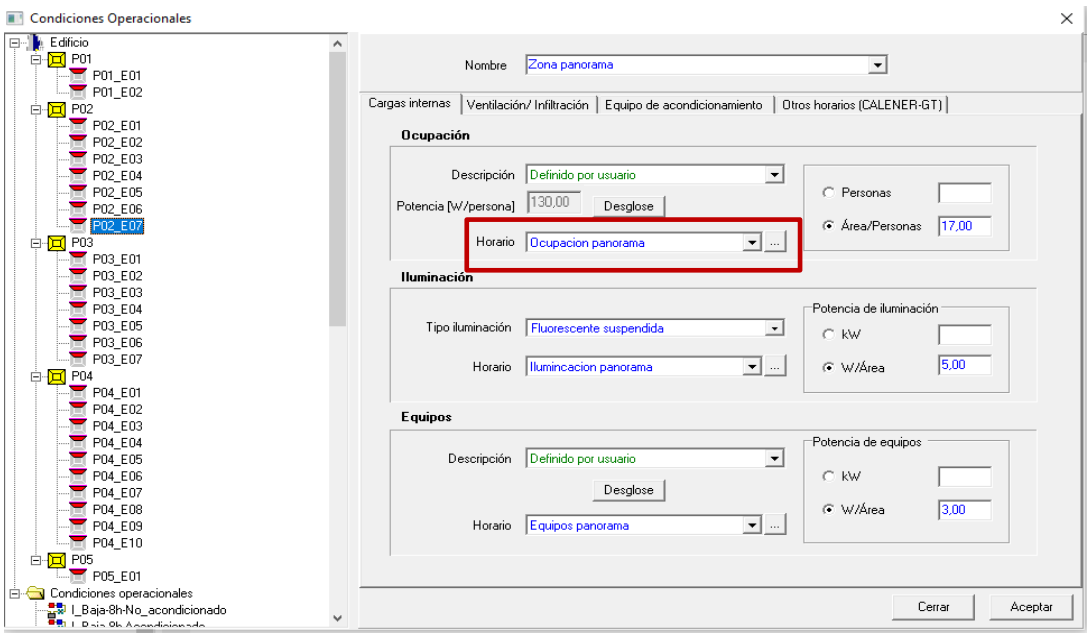
Tabla resumen de las características de la iluminación con valores medios para cada uno de los 5 perfiles definidos

PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS				OTROS EQUIPOS		
Perfil	Nombre del perfil de uso	ESPACIOS	USO	Superficie (m^2)	Potencia media (W/m^2)	Potencia total (W)
1	Despachos	P05 E07 P05 E09	ADMIN Despachos	182,6	3	**547,92**
2	Oficina Panorama	P02 E07 P03 E02 P04 E02	ADMIN Panorama	1.092,5	3	**3.277,56**
3	Salas de reunión	P05 E08	ADMIN S. reunión	46,6	3	**139,68**
4	Circulaciones	P02 E06 P03 E04 P04 E04 P05 E03 P05 E06	ADMIN Circulaciones	180,5	0	-
5	Área de servcicios	P02 E01 P02 E05 P03 E03 P03 E01 P04 E03 P04 E01 P05 E02 P05 E01	ADMIN Áreas de servicio	185,7	0	-
TOTALES Y MEDIAS				**1.687,95**		**3.965,16**

Tabla resumen de las características los equipos con valores medios para cada uno de los 3 perfiles definidos

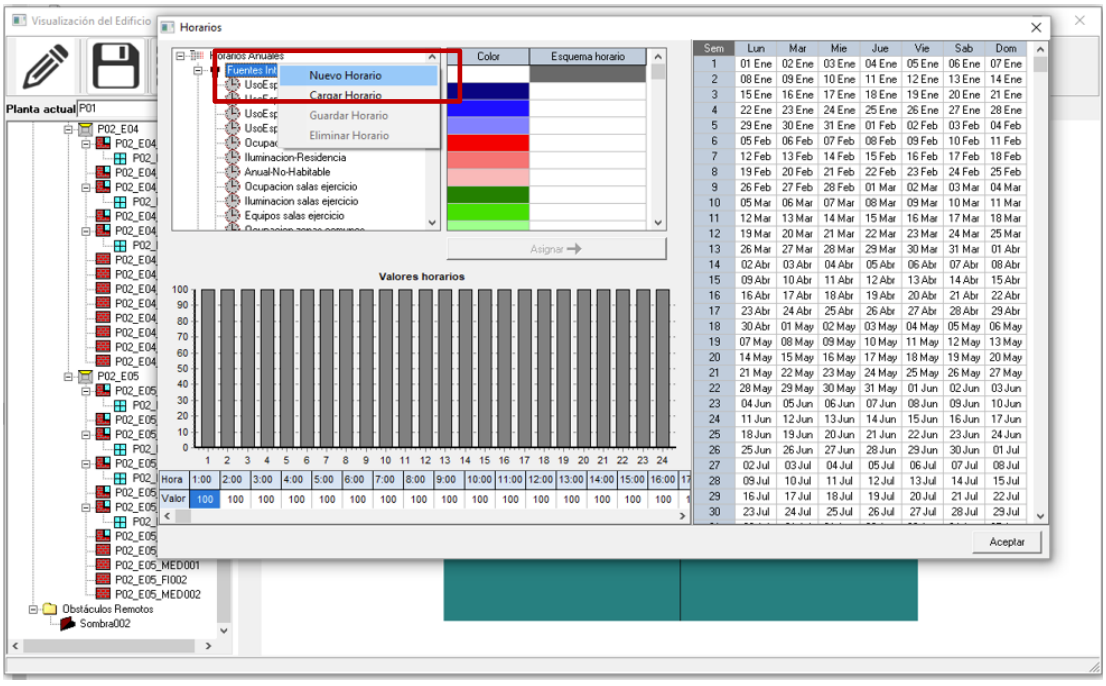
Dentro de cada apartado de Ocupación, iluminación y equipos, además de modificar los valores referidos a la ratio Área/Personas y W/Área respectivamente, podemos añadir en cada uno de ellos el

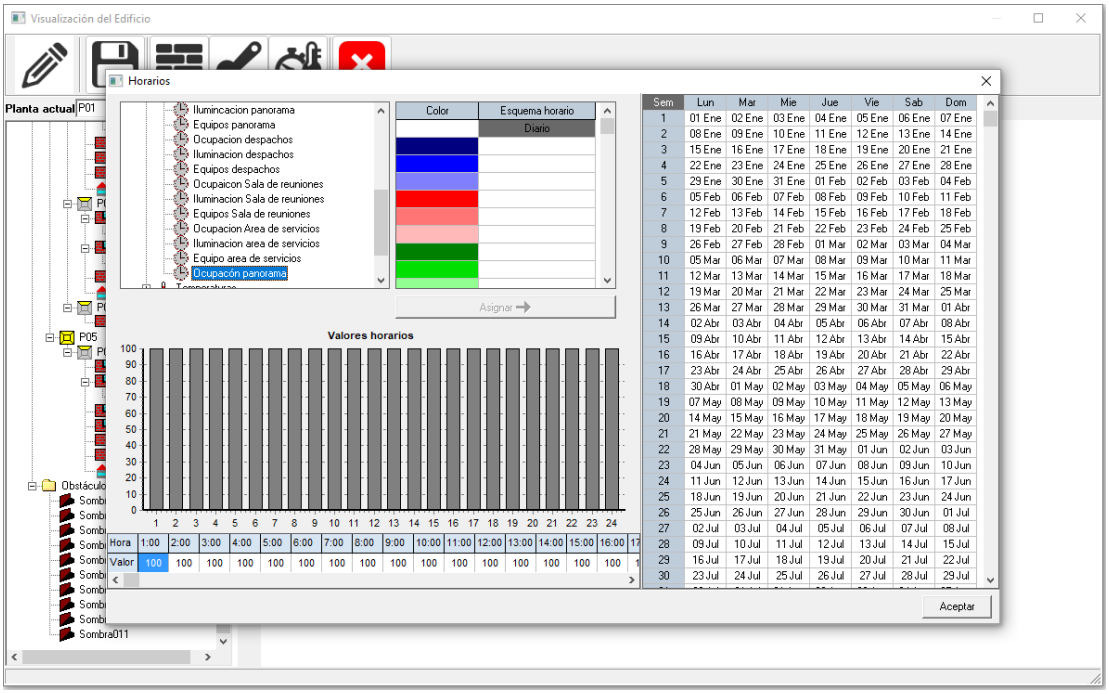
horario personalizado de funcionamiento, detallado por días y horas, seleccionando el botón de opciones dentro del "*Horario*" tal y como se muestra en las siguientes imágenes, pertenecientes a capturas de pantalla del programa:



En esta interfaz dentro de "*Horario*", encontraremos una serie de *Fuentes internas* predefinidas con unos horarios prestablecidos para los distintos perfiles de uso *tipo* que utiliza el programa.

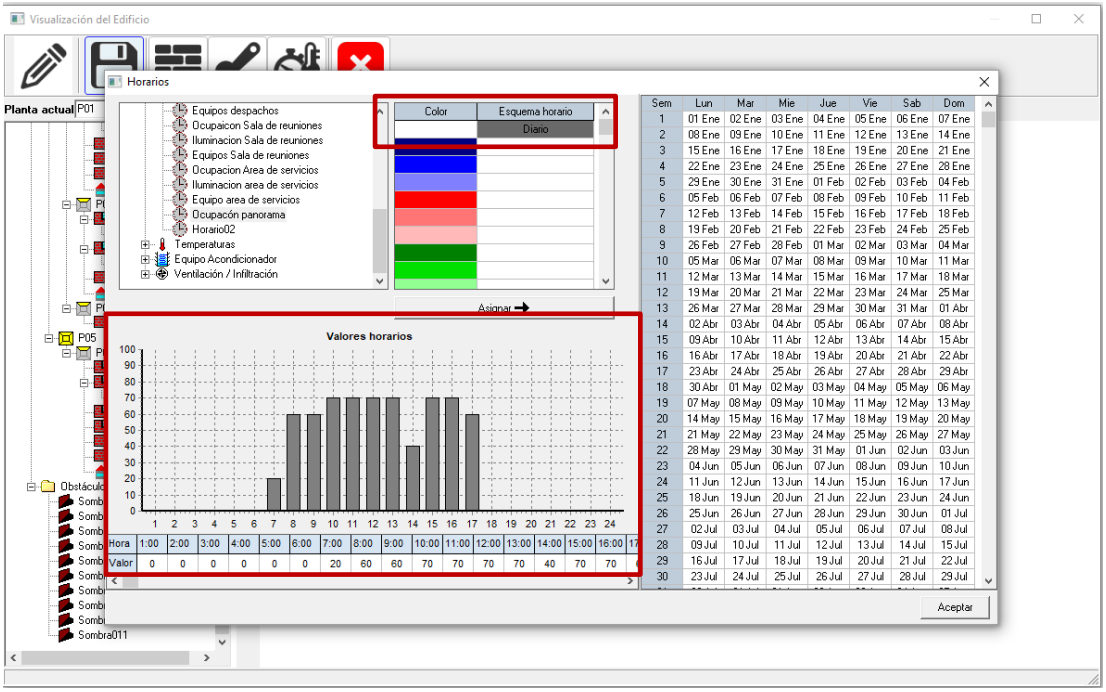
Para personalizar el nuestro, se debe crear un nuevo horario que nos permita definir por horas y días el horario del local o grupo de locales que estamos simulando. Para ello, debemos clicar con el botón secundario en *Fuentes internas* y a continuación seleccionar la opción de nuevo horario y asignarle un nombre reconocido, en nuestro caso para el espacio P02_E07 que se encuentra dentro del perfil que vamos a definir como *Zona panorama*, nombraríamos esta nueva fuente interna de horario de Ocupación como *Ocupación panorama*:





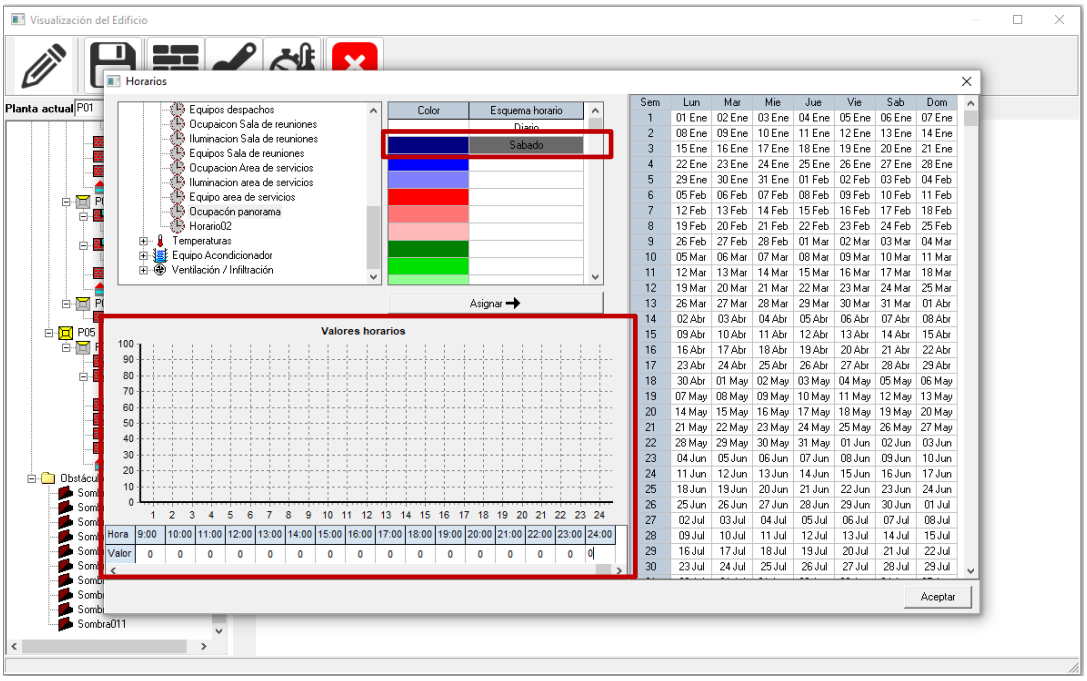
Dentro del nuevo horario en la casilla *Esquema Horario* describiremos el día o días de la semana del nuevo horario que vamos a introducir, por ejemplo y tal y como se muestra a continuación, nombraremos *Diario* (de lunes a viernes) los valores horarios que queremos definir para estos días de la semana. En nuestro caso, hemos definido unas tablas horarias generales por espacio y a partir de ellas agrupados los locales según los perfiles de uso que hemos definido. Se pueden consultar en el *anexo 2 Cálculo de la carga interna media. CFI.*

Para cada una de las 24 horas del día hemos de seleccionar el porcentaje previsto. Esta selección se puede hacer gráficamente desplazando las barras de cada hora o introduciendo el valor deseado en la fila de la tabla inferior:

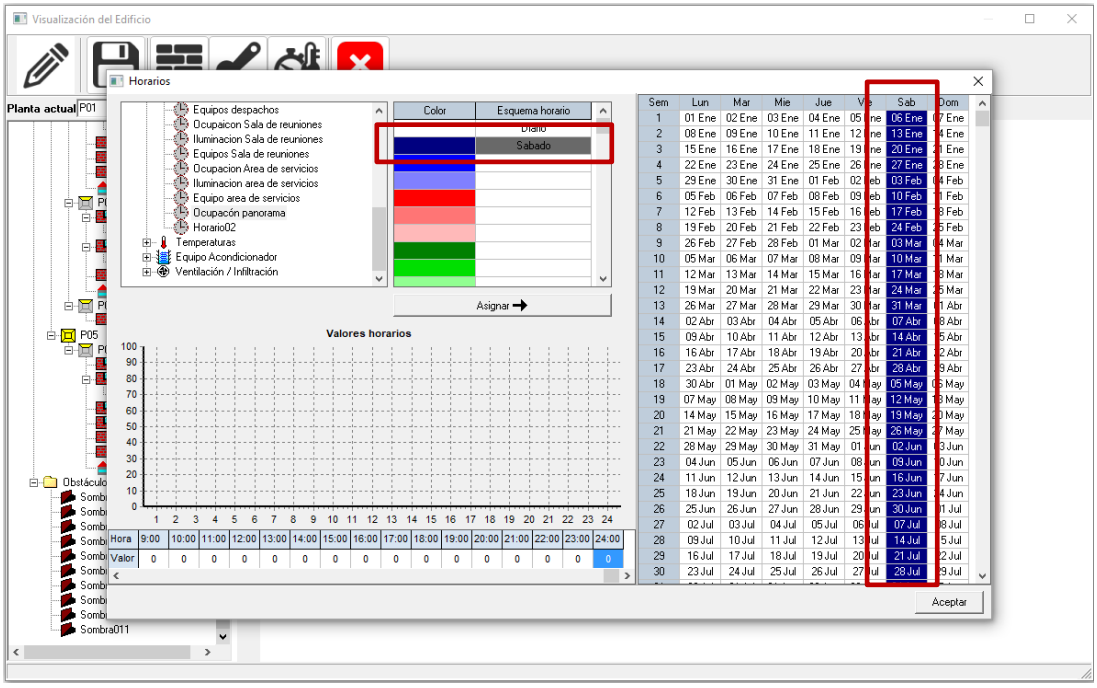


Además del "Esquema horario" *Diario* que hemos creado, debemos introducir los valores correspondientes a los sábados y a los domingos o festivos, ya que, en nuestro caso, son valores horarios de ocupación claramente diferentes al considerarse sin actividad en esos días en las oficinas y debemos hacer la distinción con respecto al horario de ocupación diario de nuestro uso oficinas habitual.

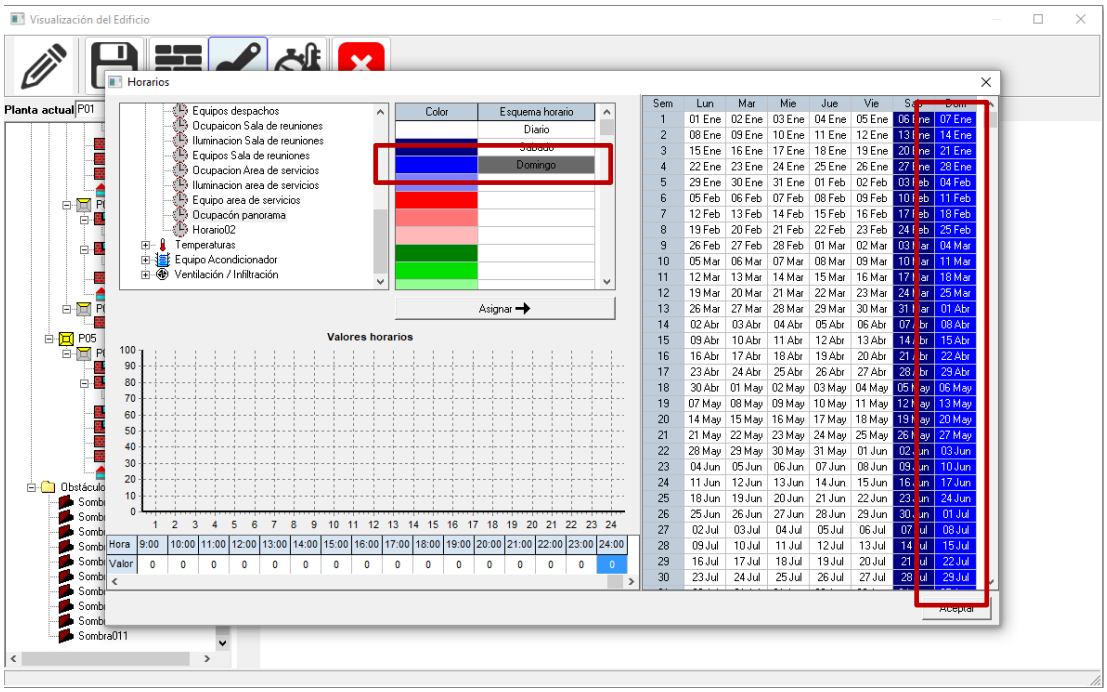
Para crear el esquema horario "*Sábado"* basta con escribir el nombre en una casilla sin uso de la columna *Esquema horario* y definir sus valores horarios en la gráfica tal y como hemos hecho en el caso de esquema horario *Diario*.



En el lateral derecho de la interfaz podemos observar todos los días del año organizados por semanas y días de la semana. Por defecto, el programa tiene asignados todos estos días en el color blanco, en este caso, correspondiente al esquema horario *Diario*. Cuando introducimos un nuevo esquema horario como hemos hecho con "*Sábado"*, debemos asignar estos valores horarios a los días correspondientes. Para ello, seleccionaremos la columna perteneciente a los sábados en el lateral derecho de la interfaz y pincharemos en el botón "*Asignar*" para que inserte los valores horarios definidos en el "Esquema horario" seleccionado en todos los sábados del año. Comprobaremos que se han asignado correctamente los valores si la columna de los sábados aparece sombreada del color que correspondiente al "Esquema horario" "*Sábado"*, en nuestro caso, azul.

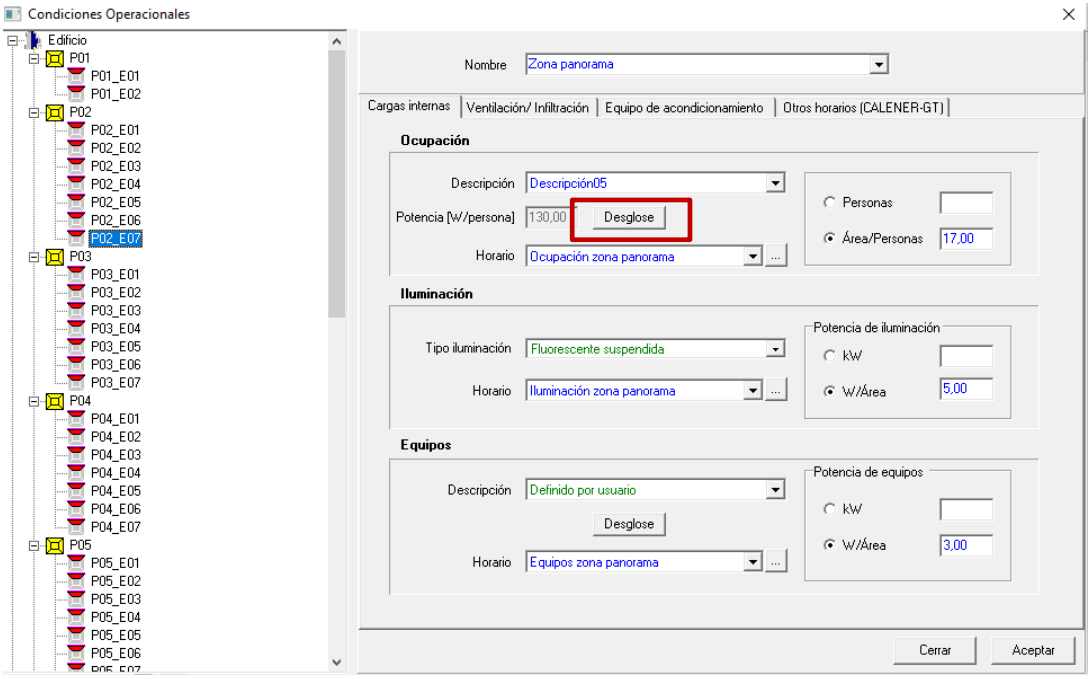


De la misma manera crearemos otro “Esquema horario” para los *Domingos,* que, en este caso, de nuestro ejemplo, y referidos a la ocupación es nula (cero), al igual que los sábados, para todas las horas del día ya que el edificio de oficinas permanece cerrado los fines de semana. De la misma manera que en el Esquema horario “*Sábado”*, seleccionamos los domingos del año y le asignamos el horario creado, de color rojo en este caso:

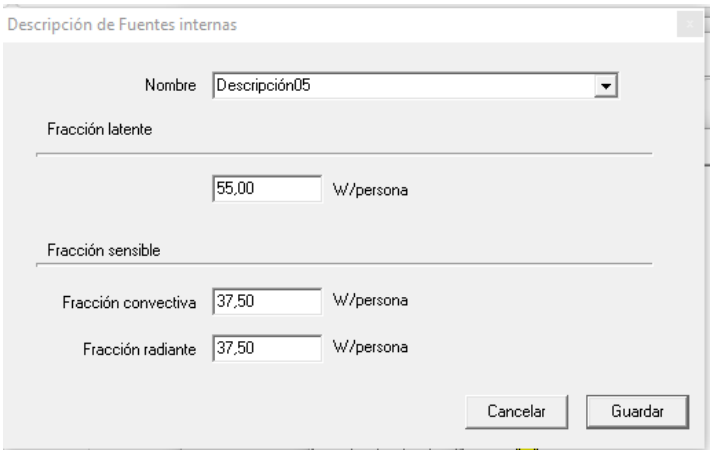


Es necesario caracterizar las cargas internas asociadas a la presencia de ocupantes. Para ello, se han utilizado los valores obtenidos en el apartado anterior a partir de la metodología descrita en la norma UNE-EN ISO 8996, adoptando para todos los espacios una actividad equivalente a "de pie, relajado".

Para poder caracterizar estas cargas internas asociadas a la presencia de ocupantes debemos clicar en el botón de “Desglose” dentro de la pestaña de ocupación:



Como resultado, se ha considerado una carga térmica por ocupante compuesta por una fracción sensible de 75 W/persona y una fracción latente de 55 W/persona. A efectos de modelización en HULC, la carga sensible se ha distribuido de forma equilibrada entre sus componentes convectiva y radiante, asignando 37,5 W/persona a cada una de ellas:



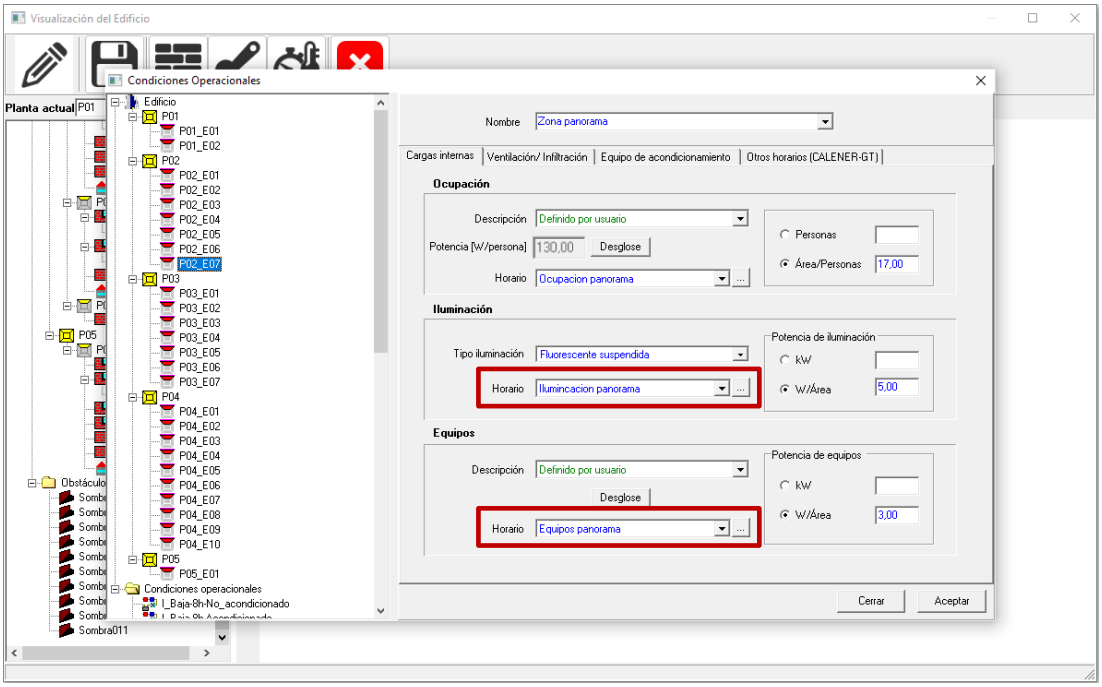
Estos valores deben introducirse en la definición de las fuentes internas asociadas a cada uno de los perfiles de uso creados en HULC. La figura anterior muestra la ventana de definición de las cargas de ocupación, donde se incorporan las fracciones sensible y latente correspondientes a cada ocupante.

Debe señalarse que estos valores caracterizan la emisión térmica individual de cada persona. La carga total de ocupación de cada zona dependerá posteriormente del número de ocupantes asignados a cada espacio, obtenido a partir de los criterios de densidad de ocupación definidos para cada uso.

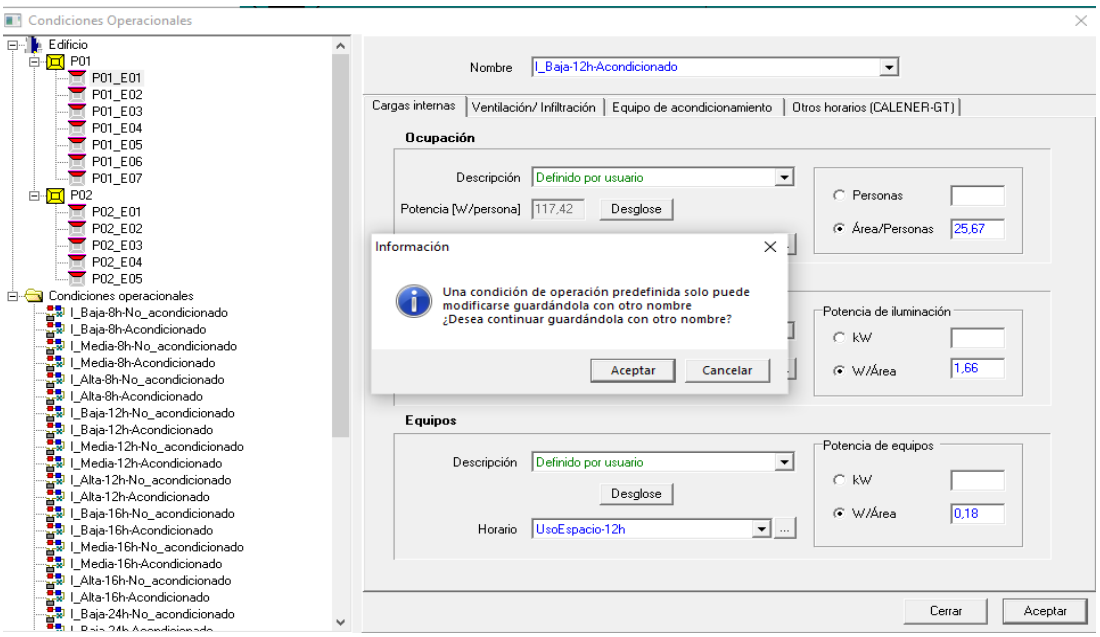
La tabla siguiente resume los parámetros que deben introducirse en HULC para cada uno de los perfiles de uso definidos en el edificio.

CARACTERIZACIÓN DE LOCALES							OCUPACIÓN		CARGAS					
Programa del local			Tipo de uso dentro del Uso característico	Superficie por espacio (m^2)	Multiplicador plantas iguales	Superficie TOTAL	**Propuesta de ocupación** Perfil Administrativo		Carga **sensible** estimada para ocupación media				Carga **latente** estimada para ocupación media	
Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	ADMINISTRATIVO	(m^2)	X	(m^2)	Ratio oficinas (m^2/persona)	Nº personas	F. sensible radiante (W/p)	F. sensible convectiva (W/p)	Carga sensible total (W/p)	Carga sensible total (W)	Carga latente (W/p)	Carga (W)
Pl. baja	P02 E01	Aseo de planta	A. Servicios	8,69	1	8,69	0	-	-	-	-	-	-	-
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	36,11	1	36,11	0	-	-	-	-	-	-	-
	P02 E05	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	0	-	-	-	-	-	-	-
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	17	16	37,50	37,50	75	1.200,00	55	880,00
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	0	-	-	-	-	-	-	-
	P03 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	0	-	-	-	-	-	-	-
	P03 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	0	-	-	-	-	-	-	-
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	17	16	37,50	37,50	75	1.200,00	55	880,00
Planta tipo (2ª y 3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	2	39,34	0	-	-	-	-	-	-	-
	P04 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	2	50,24	0	-	-	-	-	-	-	-
	P04 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	2	39,34	0	-	-	-	-	-	-	-
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	2	546,26	17	32	37,50	37,50	75	2.400,00	55	1.760,00
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	0	-	-	-	-	-	-	-
	P05 E03	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	0	-	-	-	-	-	-	-
	P05 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	0	-	-	-	-	-	-	-
	P05 E07	Despachos 1	Despacho	91,32	1	91,32	10	9	37,50	37,50	75	675,00	55	495,00
	P05 E09	Despachos 2	Despacho	91,32	1	91,32	10	9	37,50	37,50	75	675,00	55	495,00
	P05 E06	Hall zona despachos	Circulaciones	43,92	1	43,92	0	-	-	-	-	-	-	-
	P05 E08	Salas de reuniones	Salas reuniones	46,56	1	46,56	2	23	37,50	37,50	75	1.725,00	55	1.265,00
TOTALES Y MEDIAS						**1.687,95**		**105**				**7.875,00**		**5.775,00**
									Emisión media por unidad de superficie:		**4,67**	**W/m²**	**3,42**	**W/m²**

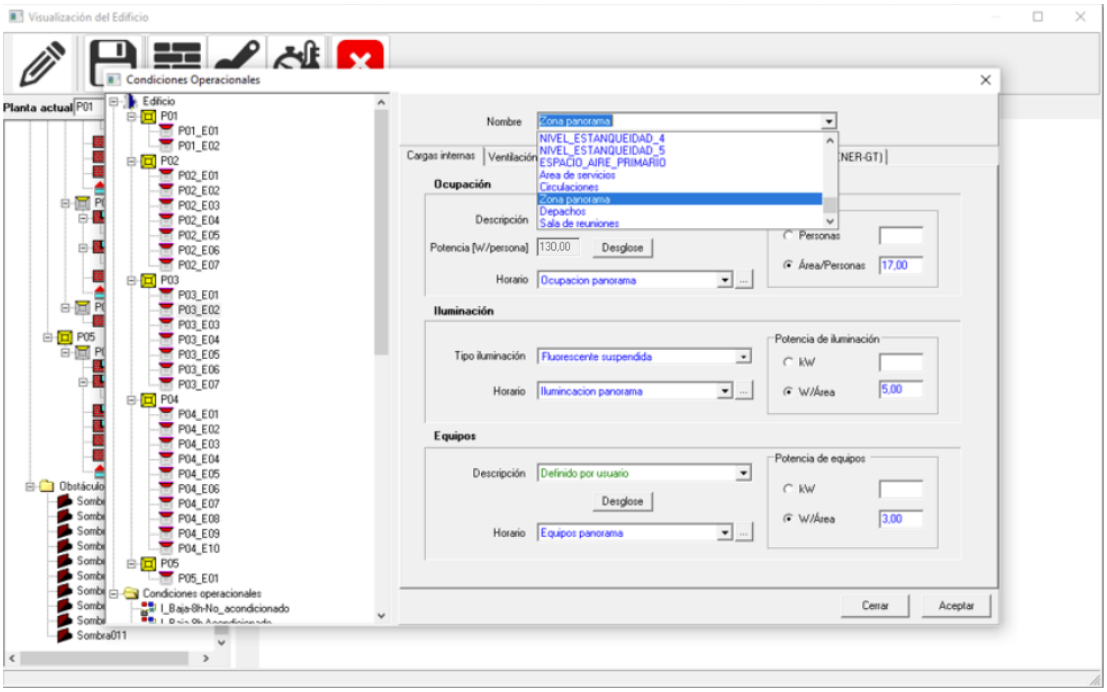
Una vez definidas las cargas internas asociadas a la presencia de ocupantes, habremos terminado de definir las condiciones correspondientes a la ocupación para este perfil de uso "*Zona panorama*". De igual manera crearemos los horarios correspondientes a Iluminación y Equipos dentro de este perfil de uso y basándonos en las tablas resumen que aparecen en esta Guía. Se puede consultar este proceso en el *anexo 2 Cálculo de la carga interna media. CFI*



Una vez hayamos introducido nuestros valores y horarios de ocupación, iluminación y equipos, pulsamos el botón “Aceptar” y el programa nos ofrecerá la opción de editar el perfil prestablecido (I_Media-12h-Acondicionado) o generar un nuevo perfil. De esta manera crearemos y nombraremos cada uno de los perfiles (Zonas panorama, circulaciones, área de servicios, Despachos y sala de reuniones).



Una vez creado el perfil de uso (en este caso Zona panorama) y habiéndole asignado el nombre, podremos asignar a cada espacio perteneciente a este grupo el perfil generado utilizando el desplegable de tipo de uso, tal y como hemos hecho a continuación con el espacio P03_E02 perteneciente también al perfil de uso *Zona panorama*:



Por último, debemos introducir los datos de la pestaña de ventilación/infiltración. Para ello debemos realizar la misma operación de agrupación de los caudales de ventilación para cada grupo de espacios de cada perfil.

A partir de la tabla de caudales de ventilación por espacios que figura en el apartado de *Sistemas, apartado 1. Ventilación mecánica con recuperador de calor*, que se reproducimos a continuación:

CAUDALES DE VENTILACIÓN CON OCUPACIÓN MEDIA

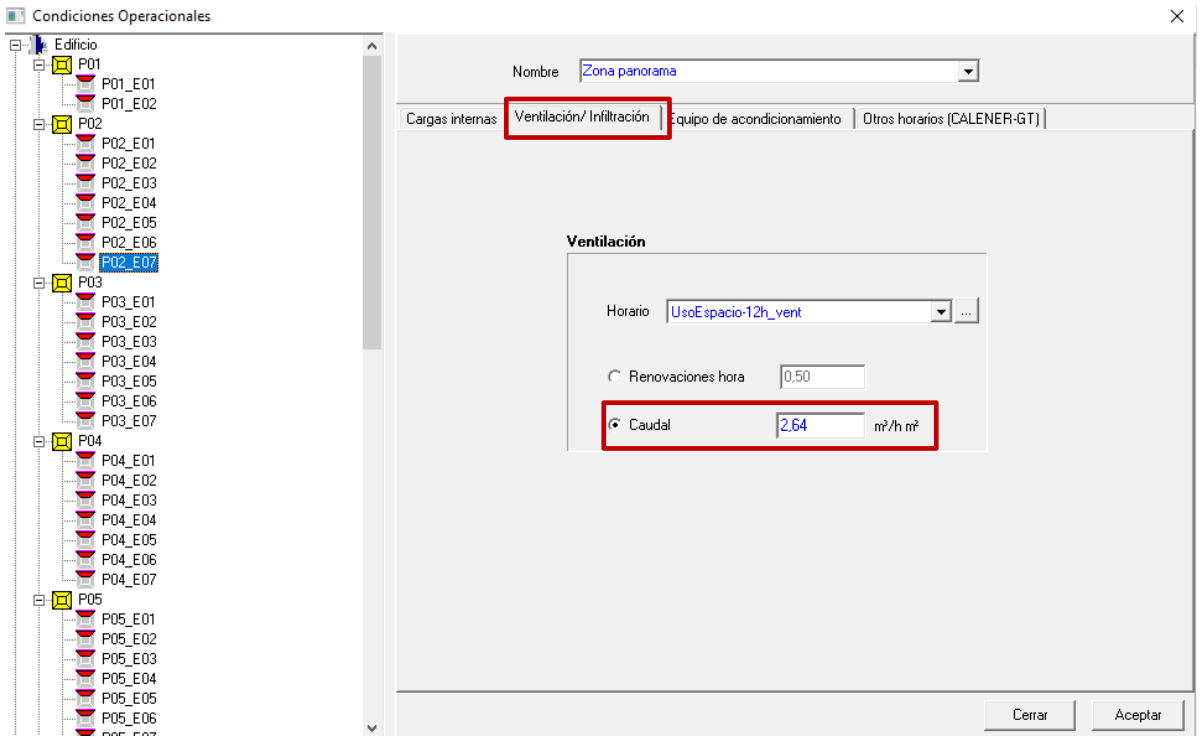
LOCALES					OCUPACIÓN	CARACTERIZACIÓN DE LOS CAUDALES DE VENTILACIÓN										
Programa del local			Superficie ÚTIL	Volumen de aire interior	Ocpación prevista por perfil de uso	Categorías del aire		Tasa de ventilación según IDA $dm^3/s{\cdot}p$	Tasa de ventilación según IDA $dm^3/s{\cdot}m^2$	Caudales mínimos de ventilación						
Pl.	ESPACIO	Nomenclatura en planos	(m^2)	(m^3)	nº p.	Interior	Extracción			Admisión dm^3/s	Extracción dm^3/s	Extracción m^3/s	Extracción m^3/h	$m^3/h{\cdot}m^2$	Renov./h (h^{-1})	
Planta baja	P02 E01	Aseo de planta	8,69	26,50		IDA 2	AE 2		0,55	4,8	26,1	0,026	93,85	10,80	3,5	(*)
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	36,11	110,14		IDA 2	AE 1		0,55	19,9	19,9	0,020	71,50	1,98	0,6	
	P02 E05	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	273,13	833,05	16	IDA 2	AE 1	12,5		200,0	200,0	0,200	720,00	2,64	0,9	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,60	1.029,68	16					235,5	304,9	0,305	1.097,79	3,25	1,1	
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P03 E04	Distribuidor de planta	25,12	76,62		IDA 2	AE 1		0,55	13,8	13,8	0,014	49,74	1,98	0,6	
	P03 E01	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	833,05	16	IDA 2	AE 1	12,5		200,0	200,0	0,200	720,00	2,64	0,9	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,59	1.029,65	16					235,5	331,8	0,332	1.194,61	3,54	1,2	
Planta tipo (2º-3º)	P04 E03	Aseo accesible 2	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P04 E04	Distribuidor de planta	25,12	76,62		IDA 2	AE 1		0,55	13,8	13,8	0,014	49,74	1,98	0,6	
	P04 E01	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	833,05	16	IDA 2	AE 1	12,5		200,0	200,0	0,200	720,00	2,64	0,9	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,59	1.029,65	16					235,5	331,8	0,332	1.194,61	3,54	1,2	
OTALES PARA DOS PLANTAS IGUALES. X 2			675,18	2.059,30	32					470,91	663,67	0,664	2389,22		2,3	
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P05 E03	Distribuidor de planta	25,12	76,62		IDA 2	AE 1		0,55	13,8	13,8	0,014	49,74	1,98	0,6	
	P05 E01	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P05 E07	Despachos 1	91,32	278,53	9	IDA 2	AE 1	12,5		112,5	112,5	0,113	405,00	4,43	1,5	
	P05 E09	Despachos 2	91,32	278,53	9	IDA 2	AE 1	12,5		112,5	112,5	0,113	405,00	4,43	1,5	
	P05 E06	Hall zona despachos	43,92	133,96		IDA 2	AE 1		0,55	24,2	24,2	0,024	86,96	1,98	0,6	
	P05 E08	Salas de reuniones	46,56	142,01	23	IDA 2	AE 1	12,5		287,5	287,5	0,288	1.035,00	22,23	7,3	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,58	1.029,62	41					572,1	668,5	0,668	2.406,57	7,13	2,3	
TOTALES DEL EDIFICIO			**1.687,95**	**5.148,25**	**105**					**1.513,9**	**1.968,9**	**1,969**	**7.088,19**		**1,38**	

Los aseos y en particular las cabinas de inodoro, deben mantener su espacio en depresión respecto a los locales adyacentes. Con este objetivo se propone que reciban aire de transferencia de los locales contiguos y que en los locales con presencia de inodoros se realice exclusivamente extracción. En consecuencia:

(*) En zonas de aseos se ha considerado un caudal mínimo de extracción de 3 $l/s{\cdot}m^2$ (según el RITE el caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 l/s por m^2) o 15 l/s (como caudal mínimo recomendado). Tomaremos el mayor de los dos opciones para cada aseo.

Recordemos que el sistema de ventilación integrado en el sistema de climatización "todo aire" incorpora recuperador de calor con una eficacia del 75%

Esta pestaña de ventilación nos permite introducir el dato de ventilación mediante renovaciones hora (re/h) o mediante el valor en $m^3/h{\cdot}m^2$. Esta última, es la opción que hemos elegido.



Siguiendo el mismo procedimiento que hemos empleado para crear el perfil de uso de *Zona panorama,* crearemos, siguiendo los mismos pasos, los otros perfiles de uso definidos en este edificio: *circulaciones, área de servicios, despachos y sala de reuniones*.

Este proceso de asignación de perfiles de uso lo iremos repitiendo conforme vamos levantando la geometría del modelo planta a planta y espacio a espacio.

Continuamos con el levantamiento del modelo en HULC:

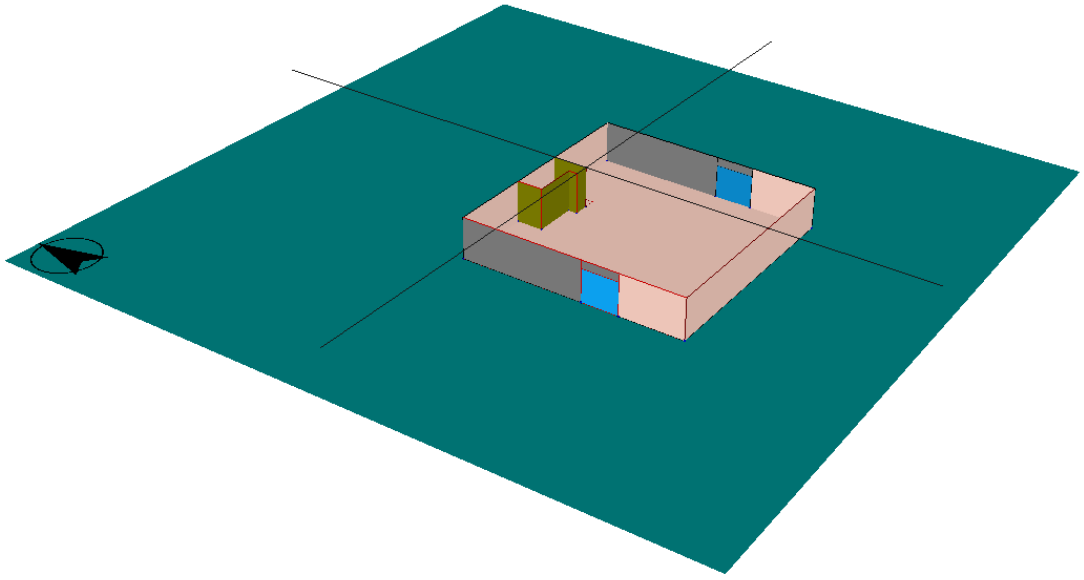


Imagen del proceso de levantamiento en HULC de la planta sótano

Esta planta consta de dos espacios correspondientes a la zona de aparcamiento y el núcleo vertical de escaleras (espacios P01 E01, P01 E02) definidos como espacios no habitable y no acondicionado respectivamente y dentro de la envolvente térmica.

Planta baja.

- P02 E01 P02 E02, P02 E03, P02 E04, P02 E05, P02 E06 y P02 E07

  La planta P02, que es la que contiene el acceso al edificio, se sitúa en la cota 0,00 y su altura es de 3,50 metros. Dentro de los 5 espacios que definen esta planta hay dos espacios no habitables pero que pertenece a la envolvente térmica, que son el que recoge el espacio que ocupan los ascensores y el otro espacio que abarca el patinillo de instalaciones. El nivel de estanqueidad con el que se ha definido este espacio del ascensor, en función de la ventilación previsible, es de 3 según los valores de la tabla 8 del *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.* En el caso del espacio de patinillo el nivel de estanqueidad empleado es de 4. Como se ha comentado, se trata de zonas destinadas al hueco del ascensor y patinillo de instalaciones que deben contar con aberturas de ventilación.

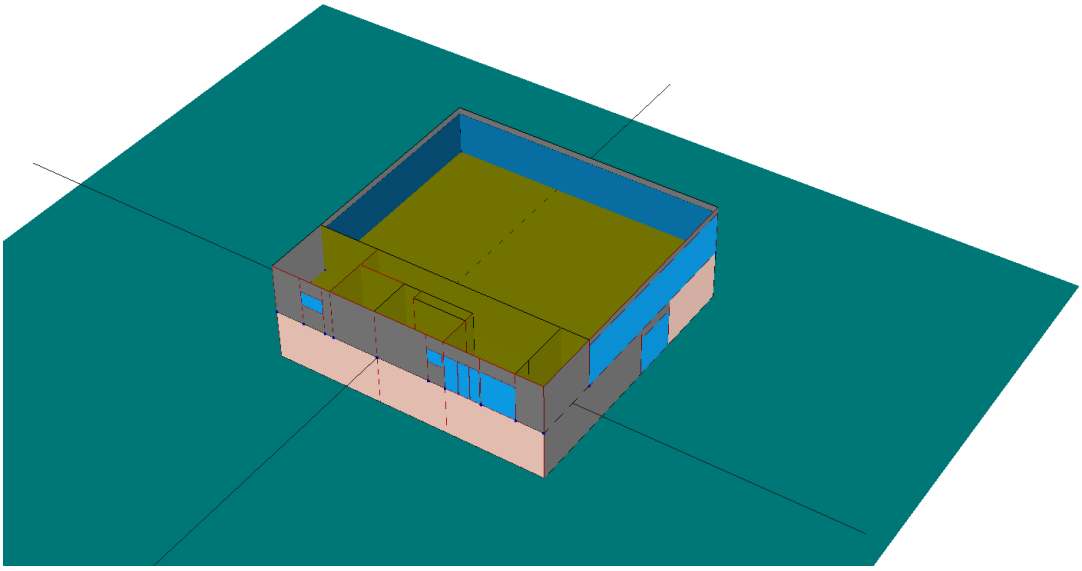


Imagen del proceso de levantamiento en HULC de planta de acceso (edificio de oficinas)

Como ocurría en la planta sótano también, el espacio que delimita el núcleo vertical de la escalera debemos modificarlo para definirlo como espacio “no acondicionado”.

En cuanto a la definición del resto de los espacios, en esta planta también existe variedad de espacios con diferentes condiciones y definición. Consta, además de los espacios ya mencionados (no habitables de ascensor y patinillo, y no acondicionados de escalera) de tres espacios correspondientes a:

- Aseo accesible 1. P02 E05,
- Aseo accesible 2. P02 E01,
- Vestíbulo de acceso al edificio. P02 E06.
- Zona panorama de trabajo. P02 E07.

Todos ellos definidos como espacios acondicionados y dentro de la envolvente térmica.

Para terminar con el levantamiento de esta planta, se definen los elementos de sombra que afectan de manera directa a los huecos. En este caso, esos elementos de sombra serían los correspondientes al vuelo de las pasarelas propias del muro cortina que corresponderían a la

planta inmediatamente superior (planta primera). Para ello, utilizaremos la herramienta “Crear cerramientos singulares” y concretamente, tipo de elemento; “elementos de sombra” ayudándonos de líneas auxiliares 3D que definan el espacio ocupado por las pasarelas:

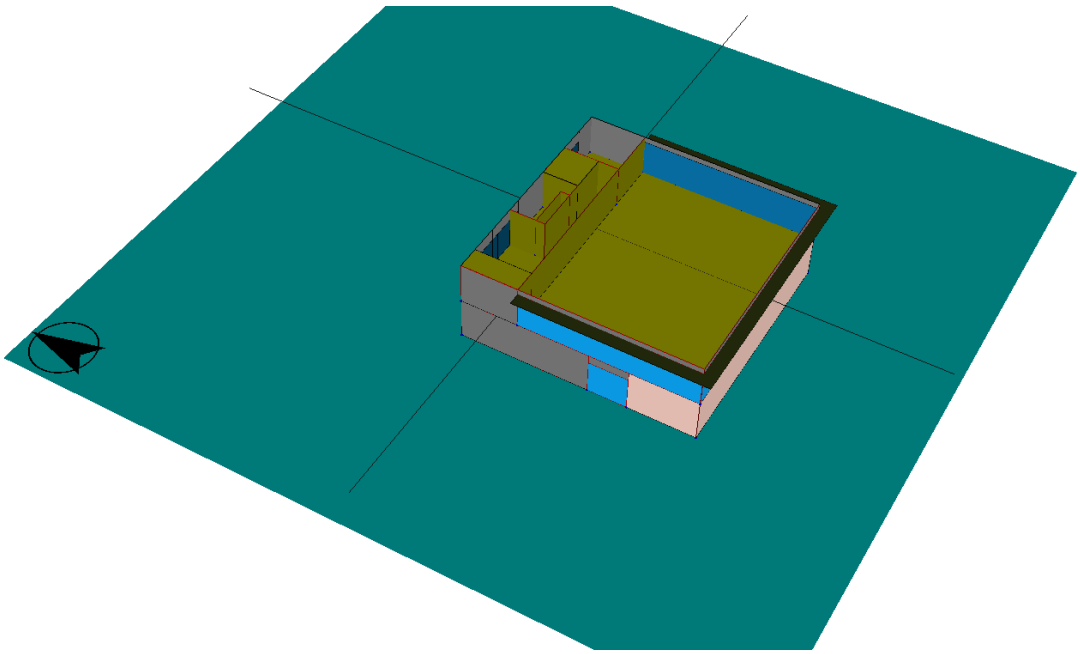


Imagen del proceso de levantamiento en HULC de planta de acceso

Por último y para que HULC pueda estimar de la manera más aproximada posible la longitud de puentes térmicos que se producen en el edificio, deberíamos indicar en cada espacio el número de pilares de fachada que se encuentran dentro de cada uno de los espacios acondicionados del edificio.

En este caso, al tratarse de pilares interiores, no perimetrales en fachada los ubicados en la zona panorama de trabajo, y de muros de hormigón perimetrales en las zonas de servicio y circulaciones, no hay pilares de fachada en ninguno de los espacios. Por lo tanto, debemos dejar el valor “0” en el número de pilares en la pantalla de edición de cada espacio:

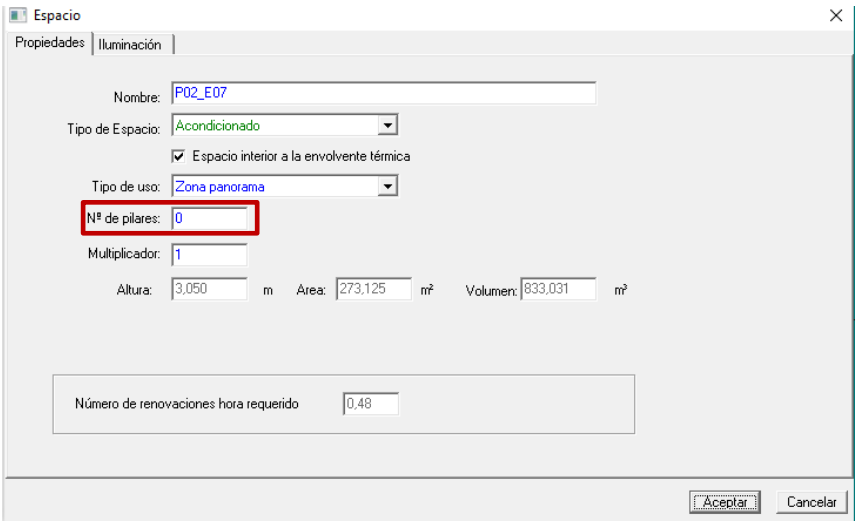


Imagen pestaña de edición de espacio: número de pilares por espacio

Planta primera.

- P03 E01 P03 E02, P03 E03, P03 E04, P03 E05, P03 E06 y P03 E07

  La planta P03 se sitúa en la cota 3,50 y su altura es de 3,50 metros. Dentro de los 5 espacios que definen esta planta, al igual que en la planta de acceso, hay dos espacios no habitables pero que pertenece a la envolvente térmica, que son el que recoge el espacio que ocupan los ascensores y el otro espacio que abarca el patinillo de instalaciones. El nivel de estanqueidad con el que se ha definido este espacio del ascensor, en función de la ventilación previsible, es de 3 según los valores de la tabla 8 del *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.* Para el espacio del patinillo de instalaciones se ha definido 4 como nivel de estanqueidad. Como se ha comentado, se trata de zonas destinadas al hueco del ascensor y patinillo de instalaciones que deben contar con aberturas de ventilación.

  Como ya se ha explicado en el apartado de definición del programa de cada planta, para conseguir un correcto funcionamiento de los multiplicadores y del cálculo de los puentes térmicos de frente de forjado en HULC, es necesario definir al menos dos plantas sobre rasante antes de introducir una planta con multiplicadores. De esta manera en HULC debemos definir la planta baja (P02) y la planta primera P03 antes de incorporar la planta tipo (segunda y tercera) (P04 en el modelo) con un multiplicador de 2.

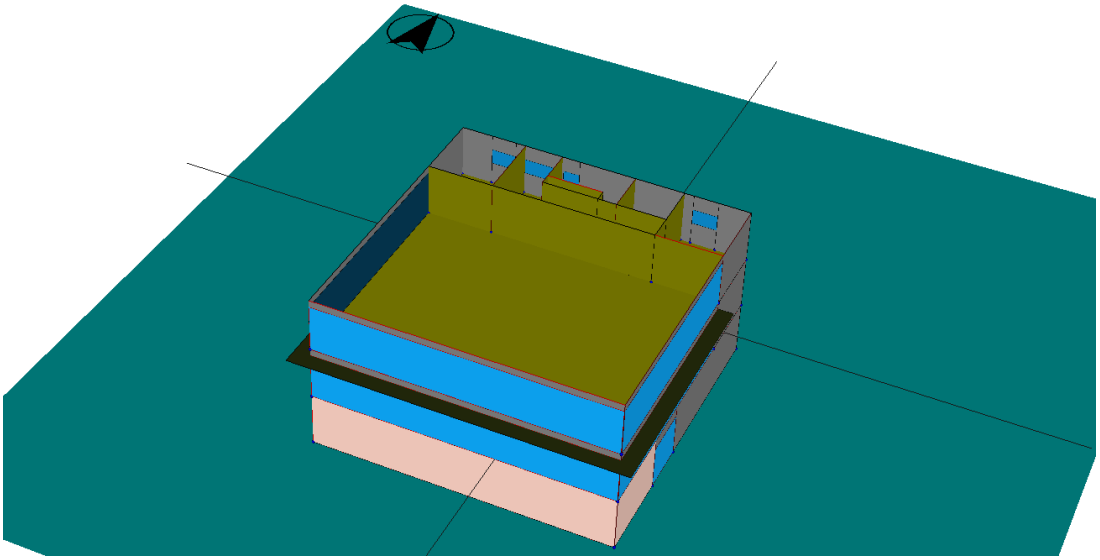


Imagen del proceso de levantamiento en HULC de planta primera

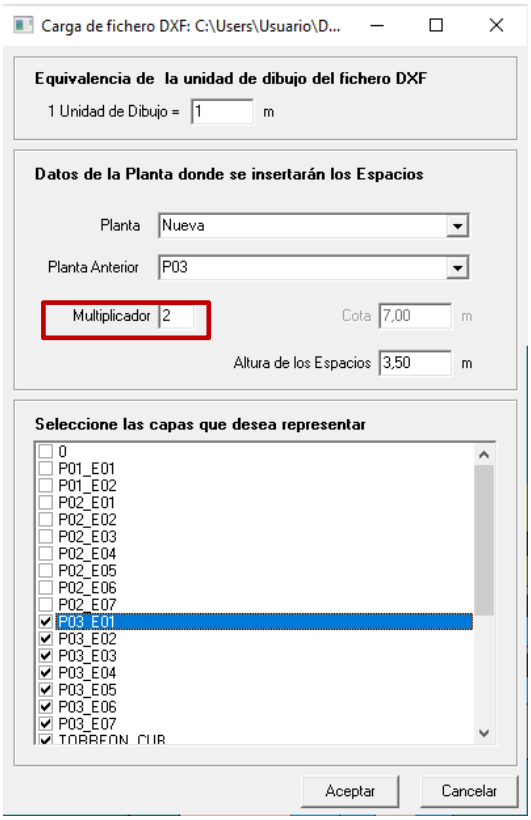
Planta segunda. Planta tipo. (x2)

- P04 E01 P04 E02, P04 E03, P04 E04, P04 E05, P04 E06 y P04 E07

  La planta P04, que es la planta tipo (repetida 2 veces en el edificio), se sitúa en la cota 7 y su altura es de 3,50 metros. Dentro de los 5 espacios que definen esta planta, al igual que en la planta primera, hay dos espacios no habitables pero que pertenece a la envolvente térmica, que son el que recoge el espacio que ocupan los ascensores y el otro espacio que abarca el patinillo de instalaciones. Como se ha comentado, se trata de zonas destinadas al hueco del ascensor y patinillo de instalaciones que deben contar con aberturas de ventilación.

  Lo primero que debemos tener en cuenta al levantar esta planta es que, como se ha mencionado, son 2 pisos iguales los que comparten esta misma distribución en planta y contactos con plantas inferior/superior.

En esta ocasión, vamos a simular esta repetición utilizando el "multiplicador de plantas". Para ello, en el momento en el que generamos la planta, introduciendo las polilíneas en formato .dxf, debemos señalar dentro de la pantalla "Carga de fichero DXF" la pestaña "multiplicador" indicando el número 2, correspondiente al número de veces que queremos que se multiplique la planta que vamos a introducir:



Aparentemente, al crear la planta, no percibiremos que se han generado dos plantas a modo de multiplicador de esta planta primera. Sin embargo, cualquier cambio que introduzcamos en ella, se aplicará en esas 2 plantas multiplicadas que no se ven en el modelo, pero existen en el cálculo que realizará el programa.

En cuanto a la definición del resto de los espacios, en esta planta también existe variedad de espacios con diferentes condiciones y definición. Consta, además de los espacios ya mencionados (no habitables de ascensor y patinillo, y no acondicionados de escalera) de tres espacios correspondientes a:

- Aseo accesible 1. P04 E01,
- Aseo accesible 2. P04 E03,
- Distribuidor de planta. P04 E04.
- Zona panorama de trabajo. P04 E02.

Todos ellos definidos como espacios acondicionados y dentro de la envolvente térmica.

De igual manera que en la planta de acceso y planta primera, para terminar con el levantamiento de esta planta, se definen los elementos de sombra que afectan de manera directa a los huecos. Para ello, utilizaremos de nuevo la herramienta "Crear cerramientos singulares" y concretamente, tipo de elemento; "elementos de sombra" ayudándonos de líneas auxiliares 3D que definan el espacio ocupado por las pasarelas de la planta de arriba:

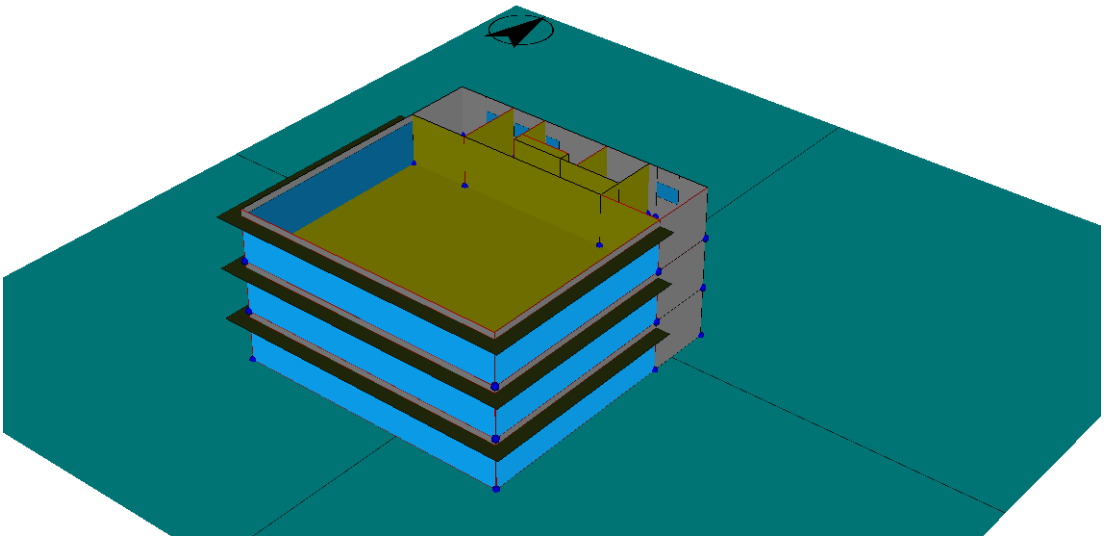


Imagen del proceso de levantamiento en HULC de la planta tipo (incluyendo las sombras)

Estos elementos de sombra creados en esta planta con multiplicador serán aplicados directamente en la planta multiplicada de igual manera, aunque no se vean en el visualizador del modelo de HULC.

Planta cuarta.

- P05 E01 P05 E02, P05 E03, P05 E04, P05 E05, P05 E06 y P05 E07

  La planta P05 se sitúa en la cota 14,00 y su altura es de 3,75 metros. Es la planta inmediatamente inferior al torreón de cubierta. Dentro de los 5 espacios que definen esta planta, al igual que en la planta de acceso y la planta tipo, hay dos espacios no habitables pero que pertenece a la envolvente térmica, que son el que recoge el espacio que ocupan los ascensores y el otro espacio que abarca el patinillo de instalaciones. El nivel de estanqueidad con el que se ha definido este espacio, en función de la ventilación previsible, es de 3 según los valores de la tabla 8 del *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.* Como se ha comentado, se trata de zonas destinadas al hueco del ascensor y patinillo de instalaciones que deben contar con aberturas de ventilación.

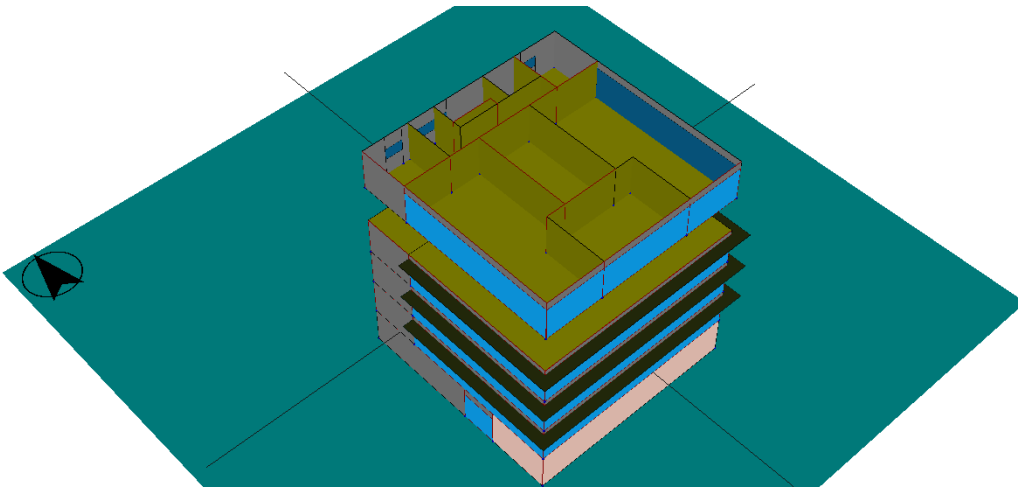


Imagen del proceso de levantamiento en HULC de la planta cuarta

En cuanto a la definición del resto de los espacios, en esta planta también existe variedad de espacios con diferentes condiciones y definición. Consta, además de los espacios ya mencionados (no habitables de ascensor y patinillo, y no acondicionados de escalera) de tres espacios correspondientes a:

- Aseo accesible 1. P05 E01,
- Aseo accesible 2. P05 E02,
- Distribuidor de planta. P05 E03.
- Hall zona de oficinas. P05 E06.
- Zona Despachos 1. P05 E07.
- Zona Despachos 2. P05 E09.
- Salas de reuniones. P05 E08.

Todos ellos definidos como espacios acondicionados y dentro de la envolvente térmica.

De igual manera que en las plantas anteriores, para terminar con el levantamiento de esta planta, se definen los elementos de sombra que afectan de manera directa a los huecos. Para ello, utilizaremos de nuevo la herramienta “Crear cerramientos singulares” y concretamente, tipo de elemento; “elementos de sombra” ayudándonos de líneas auxiliares 3D que definan el espacio ocupado por las pasarelas de la planta de arriba:

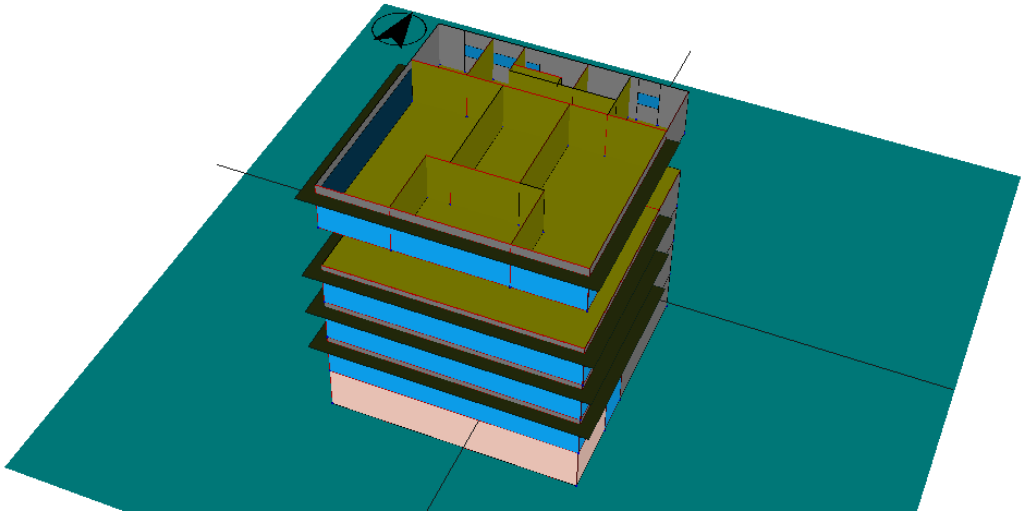


Imagen del proceso de levantamiento en HULC de la planta cuarta (incluidas las sombras)

Planta de acceso a cubierta.

- P06 E01.

  La planta P06 se sitúa en la cota 17,75 y su altura es de 3,75 metros. Es la planta que da acceso a cubierta plana del edificio. Solo existe un espacio en esta planta, correspondiente al núcleo de comunicación vertical que conecta el resto del edificio con la cubierta. Es un espacio no habitable y que se encuentra excluido de la envolvente térmica del edificio. El nivel de estanqueidad con el que se ha definido este espacio, en función de la ventilación previsible, es de 3 según los valores de la tabla 8 del *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.*

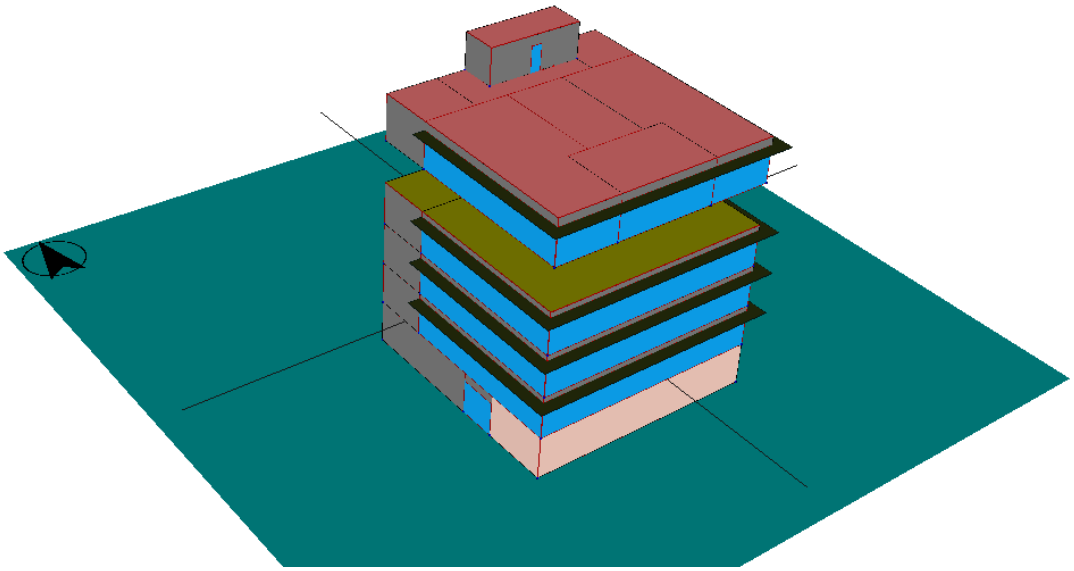


Imagen del proceso de levantamiento en HULC del torreón de cubierta

Como ocurría en la planta sótano también, el espacio que delimita el núcleo vertical de la escalera debemos modificarlo para definirlo como espacio “no acondicionado”.

Para terminar con el levantamiento del modelo y de esta planta, se definen los elementos de sombra. En este caso, los elementos de sombra serían los correspondientes al peto de cubierta. Para ello, utilizaremos de nuevo la herramienta “Crear cerramientos singulares” y concretamente, tipo de elemento; “elementos de sombra” ayudándonos de líneas auxiliares 3D que definan el espacio ocupado por el peto:

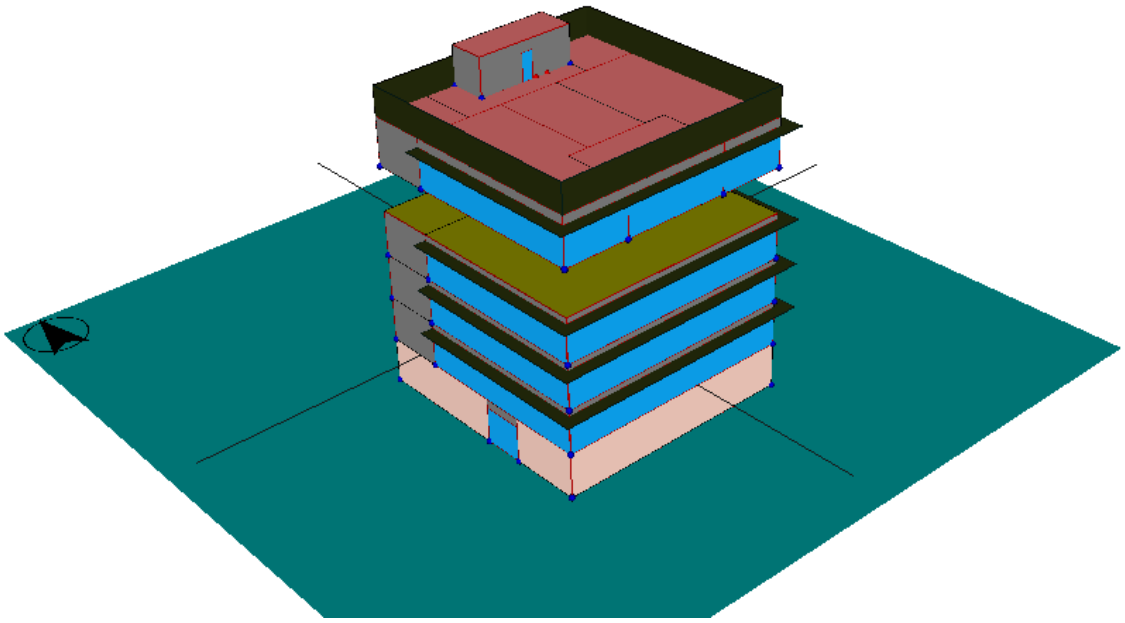


Imagen del levantamiento completo del modelo de edificio de oficinas

Con este último paso, daríamos por concluido el levantamiento de la geometría del modelo de edificio de oficinas.

SIST

5. Incorporación de sistemas

A la hora de simular los sistemas que hemos propuesto para el edificio, se han de introducir los datos de las fichas que aparecen en la descripción de cada uno de los sistemas.

- Sistemas de ACS

  Como se ha comentado en el apartado correspondiente a la definición de sistemas y dada la escasa demanda estimada para el edificio, el sistema de preparación de ACS se propone mediante acumuladores eléctricos, conocidos habitualmente como "termos eléctricos". Como también se ha comentado previamente, se ha considerado que el edificio tiene un perfil de ocupación muy similar en las plantas baja, 1ª, 2ª y 3ª y para ellas se ha definido un sistema por cada unidad de almacenamiento, completando un total de 8 sistemas iguales. Para la planta 4ª, con una ocupación diferente, se han considerado dos sistemas iguales, uno por cada termo eléctrico de los dos que se incorporan en la planta.

  La potencia de cada uno de los depósitos es de 1.500 W.

PRODUCCIÓN Y PREPARACIÓN DE ACS

Sistema de producción mediante acumuladores eléctricos (10) que aportan la energía necesaria para la preparación del ACS. Apoyo en su consumo eléctrico mediante paneles solares fotovoltaicos.

PRODUCCIÓN SISTEMA CONVENCIONAL: Acum. eléctrico

Características de los acumuladores eléctricos

Potencia de cada acumulador	1,5	KW
Rendimiento	0,92	
Coef. perdidas acumulador (A·U):	0,74	W/ºC
Volumen de cada depósito:	30	litros

DEMANDA DE ACS (Anejo F Demanda de referencia de ACS)

Cálculo demanda de referencia a 60 ºC

Ocupantes (*)	105	
Necesidades de ACS	2	l/p·día
Demanda diaria de ACS	210	l/día

Estimación de perdidas

Estimación de perdidas debidas a distribución y recirculación (10%)	21	l/día
Total Demanda de ACS	**231**	**l/día**

(*) Ocupación media según cálculos relizados para el CFI (Ver anexo de cálculo en el apartado de AYUDAS) de 16 personas por planta en las plantas baja, primera, segunda y tercera y 41 personas en la planta cuarta de despachos. Se utilizan las demandas orientativas de ACS para usos distintos al residencial privado (oficinas) que figuran en el anejo F (Tabla b) DB HE, en este caso 2 litros por persona y día. A la hora de incorporar estos datos en HULC se ha optado por introducir 8 sistemas iguales correspondientes a las plantas baja, 1ª, 2ª y 3ª (2 sistemas iguales por planta) y dos sitemas iguales en la planta cuarta, cada uno de ellos con la demanda correspondiente en función de su ocupación parcial vinculada.

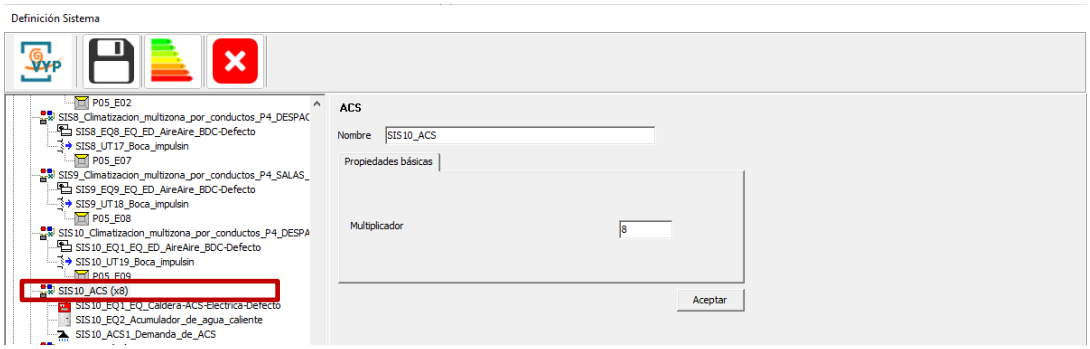
Sistema TIPO 1. Planta baja, primera y planta tipo (2ª y 3ª)

Número de sistemas iguales	8	
Potencia de cada acumulador	1,5	KW
Rendimiento nominal	0,92	
Volumen de cada depósito:	30	litros
Coef. perdidas acumulador (A·U):	0,74	W/ºC
Ocupantes en cada sistema	8	pers.
Demanda (incluidas pérdidas)	17,6	l/día
Tª de distribución:	60	ºC
Tª de utilización:	60	ºC
Demanda total (8 sistemas iguales)	140,8	l/día

Sistema TIPO 2. Planta cuarta

Número de sistemas iguales	2	
Potencia de cada acumulador	1,5	kW
Rendimiento nominal	0,92	
Volumen de cada depósito:	30	litros
Coef. perdidas acumulador (A·U):	0,74	W/ºC
Ocupantes en cada sistema	20,5	pers.
Demanda (incluidas pérdidas)	45,1	l/día
Tª de distribución:	60	ºC
Tª de utilización:	60	ºC
Demanda total (2 sistemas iguales)	90,2	l/día

Reproducimos todas las características del sistema que figuran en la ficha. Comenzamos creando un sistema de ACS con multiplicador de 8 (uno por cada aseo del edificio en las plantas baja, 1ª, 2ª y 3ª del edificio):



Introducimos los datos del sistema con los valores definidos en la tabla previa:

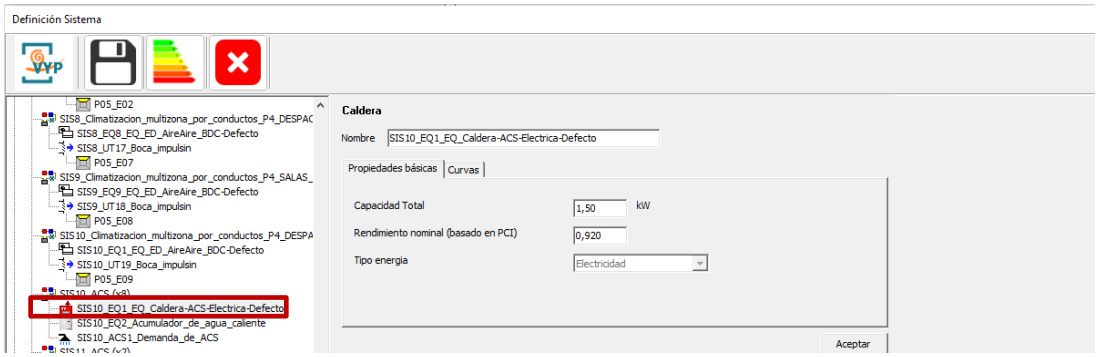
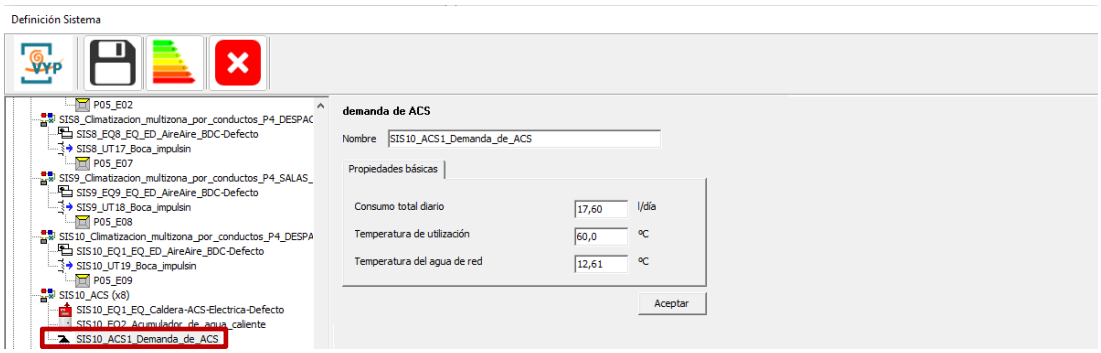


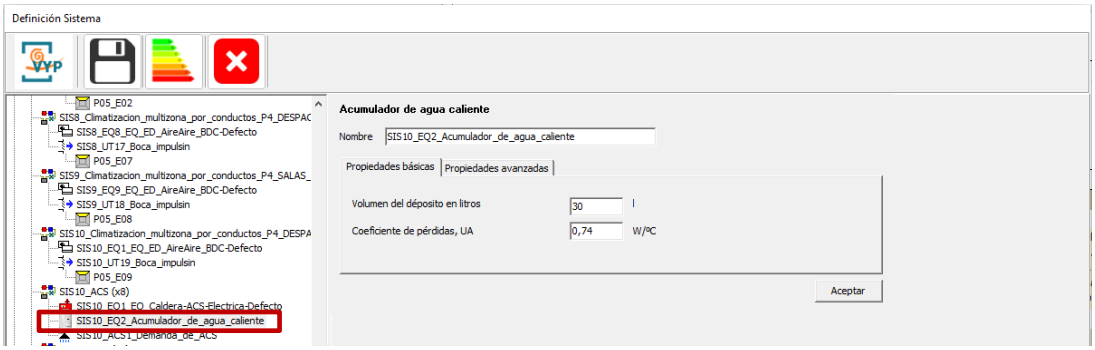
Imagen de la introducción del sistema ACS en el módulo de CALENER VYP de HULC

Para definir la demanda de ACS utilizamos los datos de la ficha de la instalación:



demanda de ACS en el módulo de HULC.

Finalmente, creamos el correspondiente depósito acumulador. Viene definido por las siguientes características:



Depósito de ACS (30 l) en el sistema de ACS en el módulo de HULC

Exactamente igual haríamos con el otro sistema de ACS definido para la planta cuarta del edificio y reproduciendo de igual manera los valores que figuran en la tabla previa.

- Sistema de climatización (frío y calor):
  Reproducimos todas las características del sistema que figuran en la ficha del apartado correspondiente de esta guía y que se incluyen en una tabla resumen a continuación. En resumen, se propone un sistema de climatización (invierno y verano) por aire, individual para cada planta que, como se ha dicho anteriormente, está alimentado por equipos de bombas de calor aerotérmicas con unidades exteriores en cubierta y circuitos de agua que alimentan a las climatizadoras de cada planta. Los aseos de cada planta serán acondicionados, pero sin unidades terminales de impulsión de aire.

  El resto de las características del sistema y sus componentes figuran las siguientes tablas:

SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

Lo componen en realidad 10 sistemas independientes que agrupan cada uno de ellos las diferentes zonas que resultan compatibles en cuanto a planta en la que se ubican, carga interna, orientación, etc. La producción térmica se realiza mediante bombas de calor (BDC) cuyas unidades exteriores se situan en cubierta. Mediante circuitos de agua estas BDC alimentan las baterías de las unidades interiores, climatizadoras, una por zona, y que reciben además aire exterior de renovación, sin recirculación y con recuperador de calor (eficiencia 75%). Desde las climatizadoras los caudales de aire tratado se distribuyen a los locales mediante conductos de impulsión y red de retorno para devolver el aire a la climatizadora que recupera su energía antes de expulsarlo nuevamente en cubierta.

SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN PLANTA BAJA

SISTEMA 1. Planta baja ZONA DE SERVICIOS

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P02 E01		183,00	93,85
P02 E06	*	642,00	180,00
P02 E05		428,00	212,44
Totales		**1.253,00**	**486,29**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	6,47	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	5,27	kW
Consumo de refrigeración nominal	1,62	kW
Capacidad calorífica nominal	5,85	kW
Consumo de calefacción nominal	1,46	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMA 2. Planta Baja ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P02 E07	*	6.789,00	1.215,00
Totales		**6.789,00**	**1.215,00**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	31,68	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	28,04	kW
Consumo de refrigeración nominal	7,92	kW
Capacidad calorífica nominal	31,68	kW
Consumo de calefacción nominal	7,92	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN PLANTA PRIMERA

SISTEMA 3. Planta Primera ZONA DE SERVICIOS

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P03 E03		309,00	212,44
P03 E04	*	215,00	49,74
P03 E01		347,00	212,44
Totales		**871,00**	**474,61**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	4,21	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	3,52	kW
Consumo de refrigeración nominal	1,05	kW
Capacidad calorífica nominal	4,06	kW
Consumo de calefacción nominal	1,02	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMA 4. Planta Primera ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P03 E02	*	6.528,00	1.215,00
Totales		**6.528,00**	**1.215,00**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	30,46	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	26,96	kW
Consumo de refrigeración nominal	7,62	kW
Capacidad calorífica nominal	30,46	kW
Consumo de calefacción nominal	7,62	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN PLANTA TIPO

SISTEMA 5. Planta Tipo ZONA DE SERVICIOS

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P04 E03		309,00	212,44
P04 E04	*	215,00	49,74
P04 E01		347,00	212,44
Totales		**871,00**	**474,61**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	4,21	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	3,52	kW
Consumo de refrigeración nominal	1,05	kW
Capacidad calorífica nominal	4,06	kW
Consumo de calefacción nominal	1,02	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMA 6. Planta Tipo ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P04 E02	*	6.528,00	1.215,00
Totales		**6.528,00**	**1.215,00**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	30,46	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	26,96	kW
Consumo de refrigeración nominal	7,62	kW
Capacidad calorífica nominal	30,46	kW
Consumo de calefacción nominal	7,62	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN PLANTA CUARTA

SISTEMA 7. Planta Cuarta ZONA DE SERVICIOS

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P05 E02		357,00	212,44
P05 E03	*	275,00	49,74
P05 E01		396,00	212,44
P05 E06		289,00	86,96
Totales		**1.317,00**	**561,57**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	6,37	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	5,32	kW
Consumo de refrigeración nominal	1,59	kW
Capacidad calorífica nominal	6,15	kW
Consumo de calefacción nominal	1,54	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMA 8. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. DESPACHOS 1. OESTE

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P05 E07	*	4.093,00	405,00
Totales		**4.093,00**	**405,00**

(*) Zona de control

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	18,76	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	16,66	kW
Consumo de refrigeración nominal	4,69	kW
Capacidad calorífica nominal	19,10	kW
Consumo de calefacción nominal	4,78	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

SISTEMA 9. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. SALA DE REUNIONES

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P05 E08	*	1.448,00	1.035,00
Totales		**1.448,00**	**1.035,00**

Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	8,69	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	6,00	kW
Consumo de refrigeración nominal	2,17	kW
Capacidad calorífica nominal	6,76	kW
Consumo de calefacción nominal	1,69	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

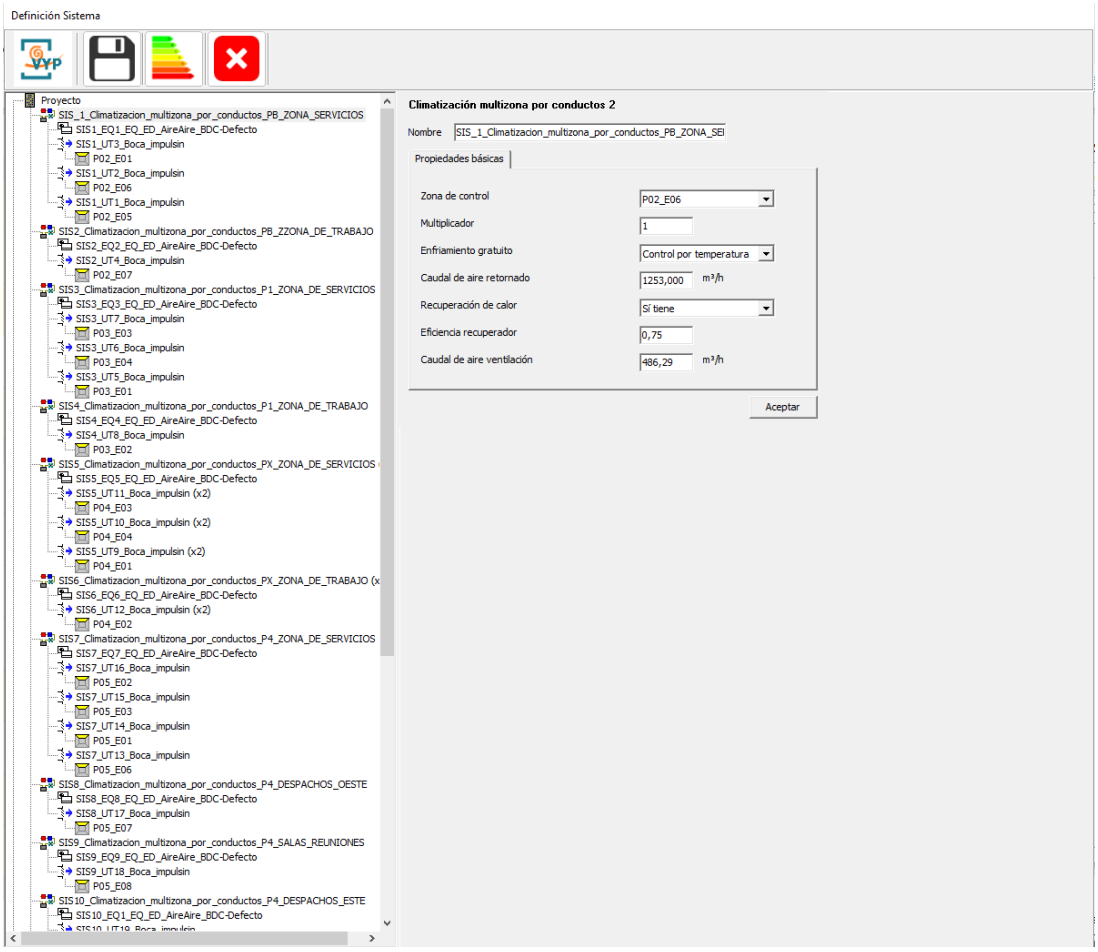
SISTEMA 10. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. DESPACHOS 2. ESTE

ESPACIOS		Caudal de suministro (m^3/h)	Caudal de ventilación (m^3/h)
P05 E09	*	1.492,00	405,00
Totales		**1.492,00**	**405,00**

(*) Zona de control

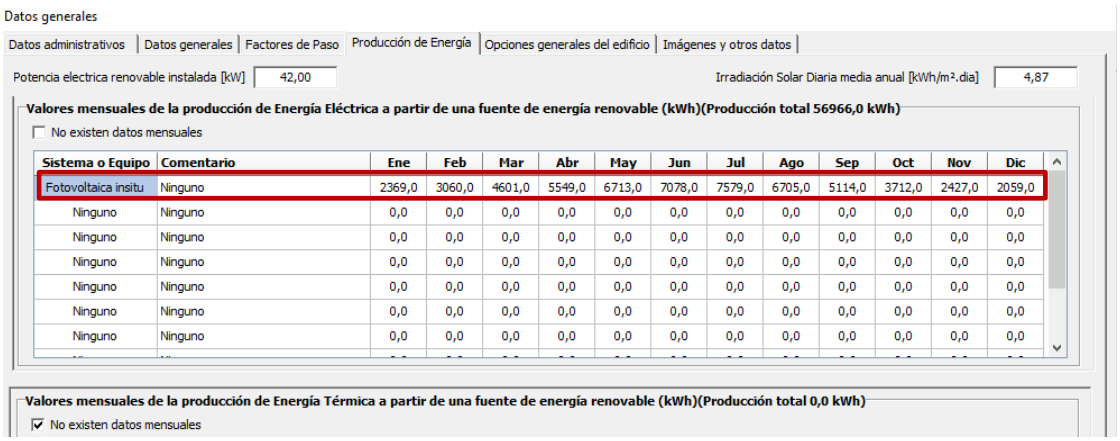
Propiedades básicas del sistema		
Capacidad total de refrigeración nominal	7,34	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	6,23	kW
Consumo de refrigeración nominal	1,83	kW
Capacidad calorífica nominal	6,96	kW
Consumo de calefacción nominal	1,74	kW
Eficiencia del recuperador de calor	0,75	

Por lo tanto, crearemos 10 sistemas de climatización multizona por conductos siguiendo los datos recogidos en la tabla resumen y organizados en zona de servicios y zona de trabajo en la planta baja, planta primera y plantas tipo, y en zona de despachos este, zona de despachos oeste, sala de reuniones, y zona de servicios en la planta cuarta:



Sistema de climatización multizona por conductos en el módulo de HULC

Además de los sistemas de acondicionamiento, debemos introducir los datos de producción de energía fotovoltaica en los paneles solares del edificio. Para ello accedemos a la ficha de datos generales, en la pestaña de producción de energía y activaremos la introducción de valores para la producción de energía eléctrica. A continuación, en la fila de "fotovoltaica in situ", asignaremos dichos valores mes a mes como se reproduce en la siguiente imagen:



Pestaña Producción de energía con valores mensuales de la producción de Energía Eléctrica en el módulo de HULC

Por último, hemos de introducir las características del sistema de iluminación de cada espacio y que han sido calculados en el apartado *HE3 iluminación* de esta Guía. Debemos editar manualmente cada uno de los espacios del modelo e introducir los valores de cada espacio. Dentro de la Edición de cada uno de los espacios, encontraremos una pestaña dedicada exclusivamente a la instalación de iluminación donde podremos insertar los valores de potencia instalada, el valor de eficiencia energética de la instalación del edificio objeto (VEEI) y el VEEI límite según lo establecido en la sección *HE3 Condiciones de las instalaciones de iluminación*.

A continuación, se muestra una captura de la pestaña de Iluminación de uno de los espacios del modelo:

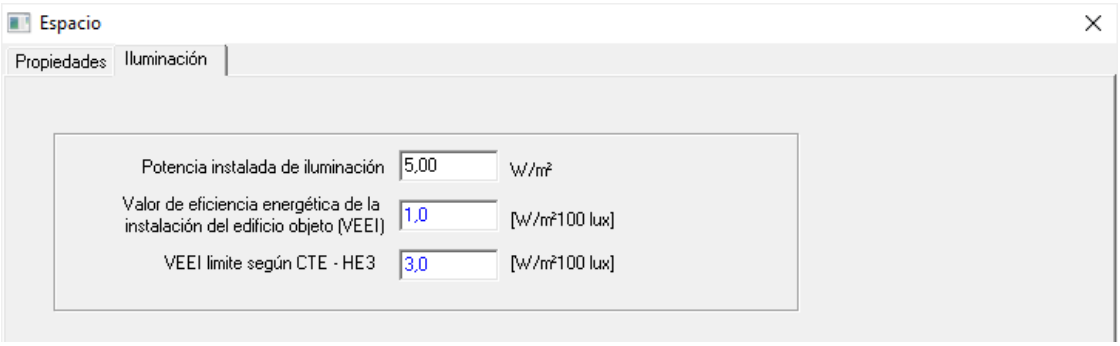


Imagen tabla de valores de iluminación por espacio e imagen de edición de espacios

Para introducir los valores del resto de espacios del modelo nos basaremos en los datos resumidos en las siguientes tablas extraídas del apartado *HE3 Condiciones de las instalaciones de iluminación* de esta Guía:

DATOS DE LA INSTALACIÓN EN CADA UNA DE LAS ZONAS

Tipo de luminarias previstas en todas las zonas

Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	(m^2)	Iluminancia media (lux)	Lúmenes	Potencia (W/m^2)	Potencia Total (W)	V.E.E.I. (W/m^2)/(Lux/100)
P.sóta	P01 E01	Aparcamiento	349,61	200	69.922	1,00	349,61	0,50
	P01 E02	Escaleras	11,38	100	1.138	1,00	11,38	1,00
Planta	P02 E01	Aseo de planta	8,69	200	1.738	2,00	17,38	1,00
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	36,11	100	3.611	1,00	36,11	1,00
	P02 E05	Aseo accesible 1	19,67	200	3.934	2,00	39,34	1,00
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	273,13	500	136.565	5,00	1.365,65	1,00
	P02 E02	Escalera	11,38	100	1.138	1,00	11,38	1,00
P. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	19,67	200	3.934	2,00	39,34	1,00
	P03 E04	Distribuidor de planta	25,12	100	2.512	1,00	25,12	1,00
	P03 E01	Aseo accesible 1	19,67	200	3.934	2,00	39,34	1,00
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	500	136.565	5,00	1.365,65	1,00
	P03 E06	Escalera	11,38	100	1.138	1,00	11,38	1,00
Planta tipo	P04 E03	Aseo accesible 2	19,67	200	3.934	2,00	39,34	1,00
	P04 E04	Distribuidor de planta	25,12	100	2.512	1,00	25,12	1,00
	P04 E01	Aseo accesible 1	19,67	200	3.934	2,00	39,34	1,00
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	500	136.565	5,00	1.365,65	1,00
	P04 E06	Escalera	11,38	100	1.138	1,00	11,38	1,00
X	2	TOTALES 2 PLANTAS	697,94				2.961,66	
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	19,67	200	3.934	2,00	39,34	1,00
	P05 E03	Distribuidor de planta	25,12	100	2.512	1,00	25,12	1,00
	P05 E01	Aseo accesible 1	19,67	200	3.934	2,00	39,34	1,00
	P05 E07	Despachos 1	91,32	500	45.660	5,00	456,60	1,00
	P05 E09	Despachos 2	91,32	500	45.660	5,00	456,60	1,00
	P05 E06	Hall zona oficinas	43,92	100	4.392	1,00	43,92	1,00
	P05 E08	Sala de reuniones	46,56	500	23.280	5,00	232,80	1,00
	P05 E05	Escalera	11,38	100	1.138	1,00	11,38	1,00
TOTALES			2.105,84				7.578,44	

MAES

6. Propuesta de medidas de mejora de la eficiencia energética del edificio

Una de las novedades más importantes de la versión 2.5.2662.1183 de HULC es la incorporación de nuevas funcionalidades que permiten introducir las medidas de mejora de la eficiencia energética desde la propia herramienta.

En versiones anteriores, las propuestas de mejora debían incorporarse posteriormente a la obtención de los resultados mediante el visor XML oficial, completando la información correspondiente a las actuaciones propuestas y su repercusión sobre la calificación energética del edificio.

Con esta actualización, HULC incorpora herramientas auxiliares que permiten gestionar las medidas de mejora y generar la documentación necesaria para su inclusión en el nuevo certificado de eficiencia energética 3.0, facilitando su integración en el procedimiento de certificación.

A continuación, se explica paso a paso el procedimiento para incorporar las medidas de mejora, tomando como referencia el edificio de oficinas objeto de estudio, desde la definición de las actuaciones propuestas hasta su inclusión en la documentación final de certificación energética.

Tanto las herramientas incorporadas, como sus manuales y otra información interesante para la correcta generación de certificados, están disponibles para su utilización en abierto por cualquier otro programa de certificación energética reconocido en la siguiente dirección: https://energia.ietcc.csic.es/

Paso 1. Generación del certificado energético del CASO BASE

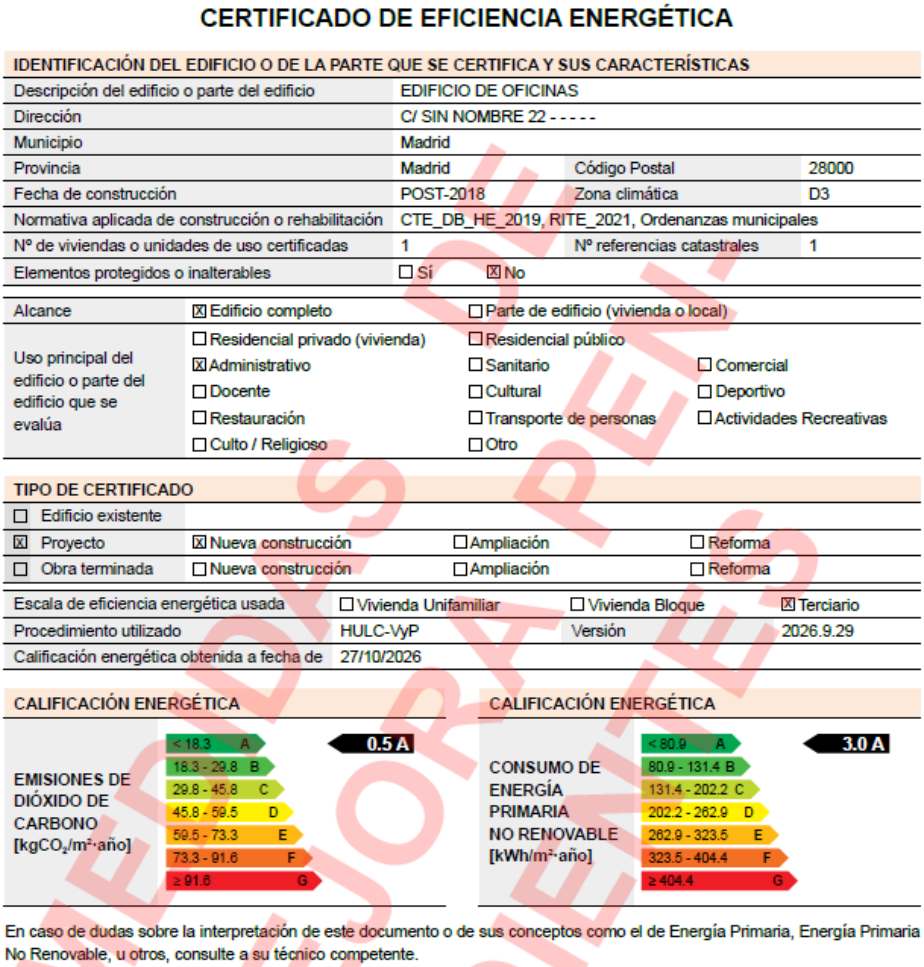
El primer paso consiste en generar el certificado de eficiencia energética del CASO BASE, que corresponde al edificio objeto de estudio antes de incorporar las medidas de mejora y que servirá como referencia para evaluar posteriormente las actuaciones propuestas.

Para ello, una vez completada la definición del modelo geométrico, constructivo y de instalaciones, así como su correspondiente simulación energética, se procederá a emitir el certificado siguiendo el procedimiento habitual de HULC.

Es importante comprobar previamente que todos los datos administrativos y de identificación del edificio se han cumplimentado correctamente, tal y como se ha indicado en el comienzo de este capítulo, incluyendo las referencias catastrales, las características generales del inmueble y las imágenes requeridas, con el fin de evitar errores durante la generación del certificado.

En esta primera fase, HULC permite generar el certificado energético del CASO BASE, aunque todavía no se hayan incorporado las propuestas de mejora. Por este motivo, el documento se emite con la marca de agua «MEDIDAS DE MEJORA PENDIENTES», tal como se muestra en la siguiente imagen. Esta advertencia es normal en esta fase del procedimiento y no debe interpretarse como un error de cálculo. Indica que el certificado se encuentra pendiente de completar con las correspondientes medidas de mejora.

El objetivo de este primer paso es conseguir generar correctamente el certificado del CASO BASE, con la advertencia indicada, y disponer así del archivo de referencia necesario para incorporar posteriormente las propuestas de mejora de la eficiencia energética.



CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA Y SUS CARACTERÍSTICAS			
Descripción del edificio o parte del edificio	EDIFICIO DE OFICINAS		
Dirección	C/ SIN NOMBRE 22 - - - - -		
Municipio	Madrid		
Provincia	Madrid	Código Postal	28000
Fecha de construcción	POST-2018	Zona climática	D3
Normativa aplicada de construcción o rehabilitación	CTE_DB_HE_2019, RITE_2021, Ordenanzas municipales		
Nº de viviendas o unidades de uso certificadas	1	Nº referencias catastrales	1
Elementos protegidos o inalterables	☐ Sí ☒ No		

Alcance	☒ Edificio completo	☐ Parte de edificio (vivienda o local)	
Uso principal del edificio o parte del edificio que se evalúa	☐ Residencial privado (vivienda)	☐ Residencial público	
	☒ Administrativo	☐ Sanitario	☐ Comercial
	☐ Docente	☐ Cultural	☐ Deportivo
	☐ Restauración	☐ Transporte de personas	☐ Actividades Recreativas
	☐ Culto / Religioso	☐ Otro	

TIPO DE CERTIFICADO			
☐ Edificio existente			
☒ Proyecto	☒ Nueva construcción	☐ Ampliación	☐ Reforma
☐ Obra terminada	☐ Nueva construcción	☐ Ampliación	☐ Reforma

Escala de eficiencia energética usada	☐ Vivienda Unifamiliar	☐ Vivienda Bloque	☒ Terciario
Procedimiento utilizado	HULC-VyP	Versión	2026.9.29
Calificación energética obtenida a fecha de	27/10/2026		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [$kgCO_2/m^2$·año]

< 18.3 A
18.3 - 29.8 B
29.8 - 45.8 C
45.8 - 59.5 D
59.5 - 73.3 E
73.3 - 91.6 F
≥ 91.6 G

0.5 A

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m^2·año]

< 80.9 A
80.9 - 131.4 B
131.4 - 202.2 C
202.2 - 262.9 D
262.9 - 323.5 E
323.5 - 404.4 F
≥ 404.4 G

3.0 A

En caso de dudas sobre la interpretación de este documento o de sus conceptos como el de Energía Primaria, Energía Primaria No Renovable, u otros, consulte a su técnico competente.

MEDIDAS DE MEJORA PENDIENTES DE DISEÑO

Imagen del certificado de eficiencia energética del CASO BASE del edificio de oficinas, generado mediante HULC, con la advertencia «MEDIDAS DE MEJORA PENDIENTES».

Paso 2. Acceso a la herramienta de incorporación de medidas de mejora

Una vez generado correctamente el certificado energético del CASO BASE, el siguiente paso consiste en acceder a la nueva herramienta de incorporación de medidas de mejora, incluida en la versión 2.5.2662.1183 de HULC.

Para ello, desde la barra de herramientas principal, se selecciona el nuevo desplegable «Herramientas CTE-HE» y, dentro de este, la opción «Herramienta de incorporación de medidas de mejora», tal como se muestra en la siguiente imagen.

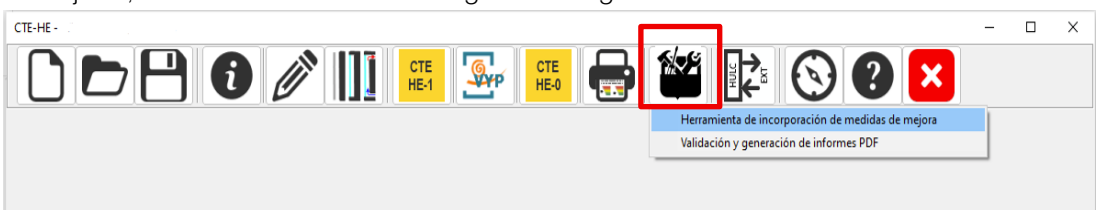


Imagen de interfaz de HULC. Acceso a la «Herramienta de incorporación de medidas de mejora» desde el nuevo desplegable «Herramientas CTE-HE».

Esta opción permite acceder a la aplicación auxiliar desde la que se gestionará la incorporación de las propuestas de mejora al certificado energético del edificio.

Paso 3. Carga del archivo XML del CASO BASE

Una vez abierta la «Herramienta de incorporación de medidas de mejora», se accede a la pestaña «Caso Base», desde la que se debe seleccionar el archivo XML correspondiente al certificado energético generado previamente en HULC.

Para ello, se hace clic en el campo «Ruta al caso base» y se selecciona, de entre los distintos archivos XML generados por HULC durante el proceso de cálculo y certificación, el archivo cuyo nombre termina en «Certificado-V30.xml», correspondiente al nuevo formato del certificado de eficiencia energética 3.0.

Es importante seleccionar este archivo y no otros XML generados por la herramienta, puesto que es el que contiene la información del certificado energético en el formato requerido para la incorporación de las medidas de mejora.

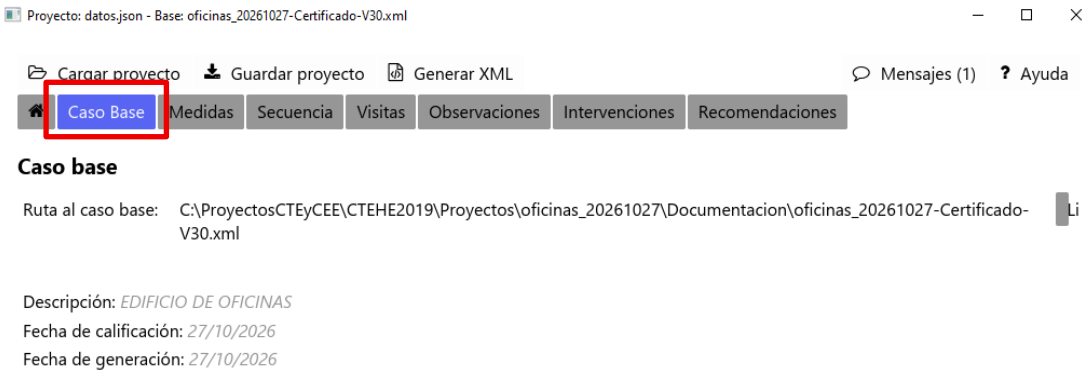


Imagen de la herramienta de incorporación de medidas de mejora. Pestaña «Caso Base» y selección del archivo XML «Certificado-V30.xml» generado por HULC.

Paso 4. Definición de las medidas de mejora

Una vez cargado el archivo XML del CASO BASE, se accede a la pestaña «Medidas», donde se incorporarán las actuaciones propuestas para mejorar la eficiencia energética del edificio.

Para cada medida es necesario disponer previamente de una simulación energética del edificio con la mejora aplicada, realizada en HULC, y generar su correspondiente archivo «Certificado-V30.xml», tal y como se ha hecho previamente con el CASO BASE. Este archivo se seleccionará en el apartado correspondiente de la medida de mejora.

En nuestro ejemplo, dado que el edificio de oficinas presenta ya una elevada eficiencia energética, se ha optado, a modo de ejemplo, por una actuación sencilla sobre las instalaciones, consistente en incrementar el rendimiento de los recuperadores de calor del 75 % al 85 %, manteniendo inalteradas las restantes características del modelo. Con esta elección se pretende evitar añadir complejidad innecesaria a un procedimiento que ya presenta cierta dificultad, centrando la explicación en el manejo de la nueva herramienta y en los pasos necesarios para incorporar las medidas de mejora al certificado energético, más que en el alcance técnico o la justificación de la actuación propuesta.

Una vez seleccionado el archivo XML del escenario mejorado, se cumplimentan los campos de denominación y descripción técnica de la actuación, así como los relativos a su coste estimado, plazo de amortización y posibles beneficios adicionales.

La aplicación permite incorporar varias medidas de mejora de forma independiente, que pueden gestionarse mediante las pestañas numeradas y los controles disponibles en la parte superior. Por defecto, aparecen tres medidas de mejora, aunque no es necesario cumplimentarlas todas. En caso de que se proponga un número inferior de medidas, deberán eliminarse las pestañas que queden vacías mediante el botón con el símbolo «—», situado en la parte superior derecha de la ventana. De esta forma, únicamente permanecerán las medidas de mejora que se hayan definido y evaluado.



Imagen de la herramienta de incorporación de medidas de mejora. Pestaña «Medidas» y campos de definición técnica y económica de la primera actuación propuesta.

Existe también la posibilidad de no incorporar ninguna medida de mejora porque el edificio no tenga potencial de mejora razonable tal y como establece el RD de certificación. Esto puede suceder con los edificios nuevos, pero no es una situación que se produzca de facto simplemente por ser un edificio nuevo, ya que el cumplimiento estricto de la normativa del HE no implica que no pueda hacerse incluso mejor. Será la persona encargada de la evaluación del proyecto quién tenga que establecer esa imposibilidad y justificarla adecuadamente en el apartado de observaciones.

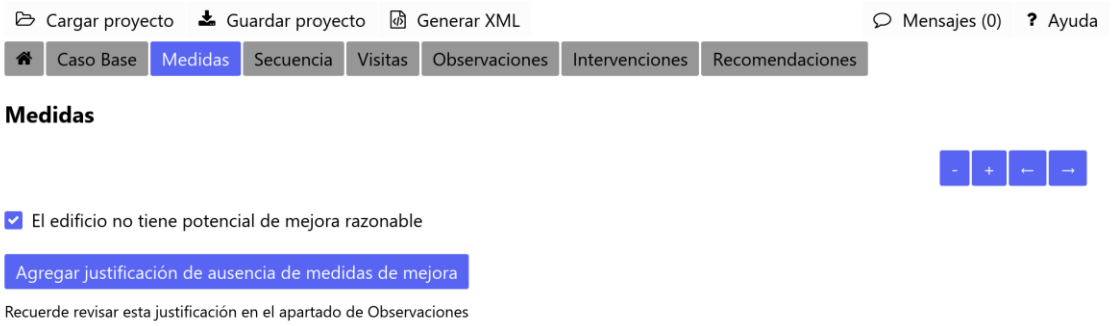


Imagen de la herramienta de incorporación de medidas de mejora. Pestaña «Medidas» con la posibilidad de no incorporar medidas de mejora

Paso 5. Definición de la secuencia temporal de las medidas de mejora

Una vez definidas las medidas de mejora, se accede a la pestaña «Secuencia», donde se establece el orden recomendado para su aplicación y se justifica la secuencia temporal propuesta.

Este apartado adquiere especial importancia cuando se han planteado varias medidas de mejora, ya que permite indicar el orden en el que se recomienda ejecutarlas, teniendo en cuenta criterios técnicos, económicos y de compatibilidad entre las distintas actuaciones.

En nuestro ejemplo, al haberse definido una única medida de mejora, correspondiente al incremento del rendimiento de los recuperadores de calor de los sistemas de climatización, no es necesario establecer un orden de ejecución entre distintas actuaciones. No obstante, se cumplimentará el campo de justificación indicando que la medida puede ejecutarse de manera independiente, sin necesidad de realizar otras intervenciones previas.

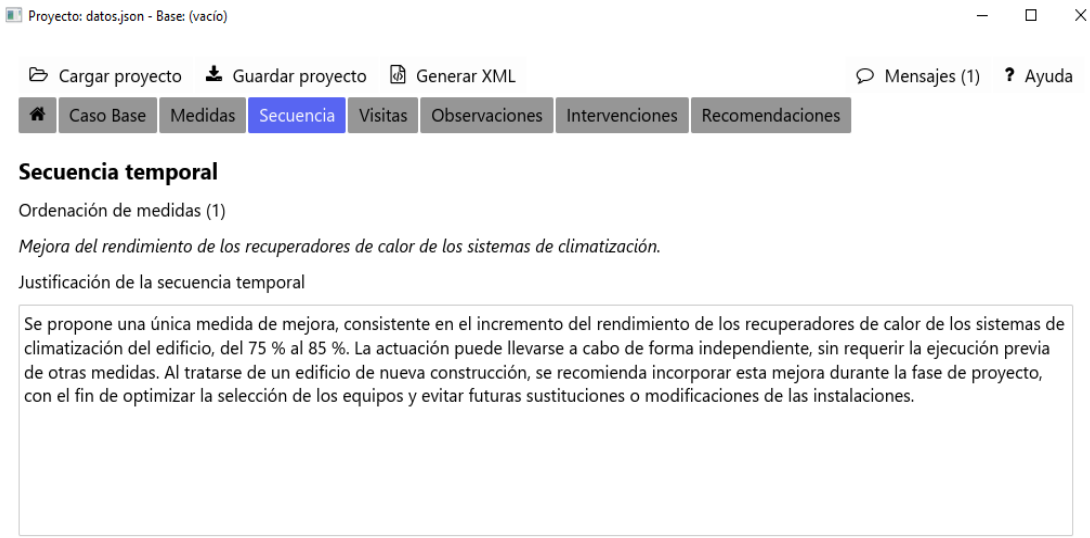


Imagen de la herramienta de incorporación de medidas de mejora. Pestaña «Secuencia» para la ordenación y justificación temporal de las actuaciones propuestas.

Paso 6. Descripción de las visitas y comprobaciones realizadas

La siguiente pestaña, «Visitas», permite incorporar información sobre las visitas y comprobaciones realizadas durante el proceso de certificación energética.

Es necesario mantener al menos un registro de visita, independientemente de que el certificado corresponda a un edificio existente o a un proyecto de nueva construcción.

En el caso de certificados de edificios existentes, se indicará la fecha de la visita y se describirán las comprobaciones efectuadas, incluyendo la inspección de la envolvente térmica, las instalaciones y otros aspectos relevantes para la caracterización energética del inmueble. La herramienta permite añadir varias visitas, incorporando para cada una su fecha y descripción.

En el caso de certificados de proyecto, como el edificio de oficinas objeto de este ejemplo, no procede realizar una visita de inspección a un edificio todavía no construido. Sin embargo, debe mantenerse el registro y utilizarse el campo «Descripción» para justificar esta circunstancia e identificar expresamente el proyecto técnico consultado y los datos empleados para elaborar el certificado energético. Se hará referencia a la documentación de proyecto utilizada, incluyendo las memorias, planos, características constructivas, instalaciones y cálculos justificativos que han servido de base para la simulación.

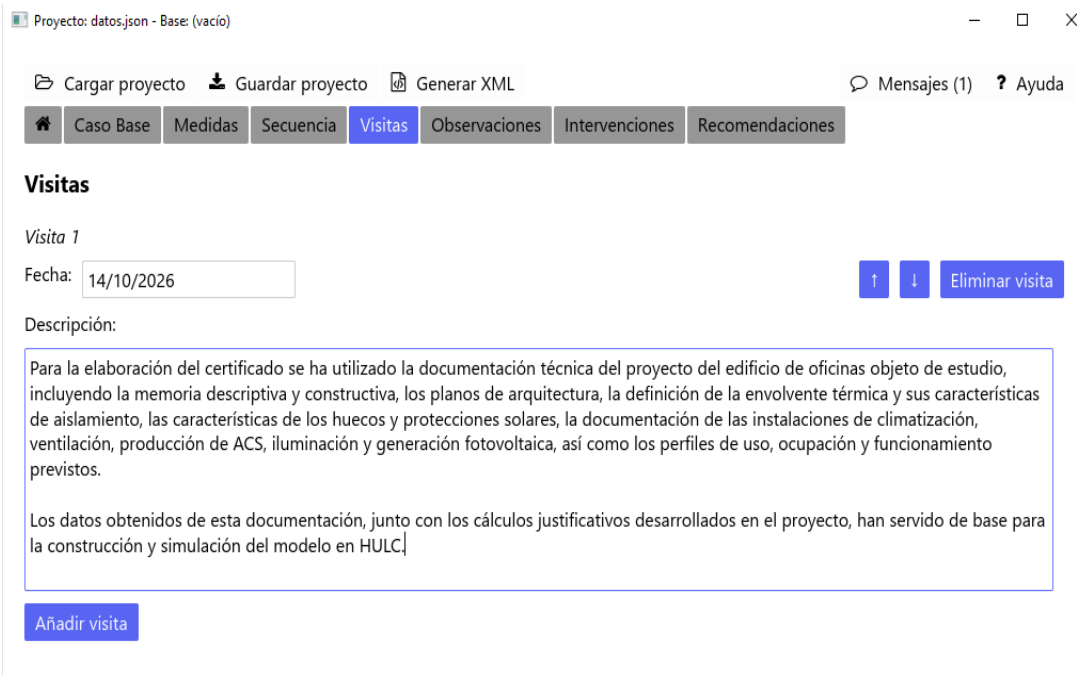


Imagen de la herramienta de incorporación de medidas de mejora. Pestaña «Visitas», destinada al registro de las visitas efectuadas o a la justificación documental en certificados de proyecto.

Paso 7. Incorporación de observaciones

La siguiente pestaña, «Observaciones», permite incorporar comentarios y aclaraciones de carácter general relacionados con el proceso de certificación energética, especialmente aquellos que puedan resultar relevantes para la interpretación de los resultados o para su posterior revisión por parte del organismo competente.

En este campo pueden incluirse aclaraciones sobre los criterios adoptados durante la modelización, las hipótesis de cálculo, las particularidades del edificio o las limitaciones de la información disponible. No se trata de repetir la descripción general del inmueble, sino de dejar constancia de aquellos aspectos que el técnico considere relevantes para justificar o interpretar la certificación realizada. La herramienta permite incorporar varias observaciones, identificadas mediante su fecha y una descripción individualizada.

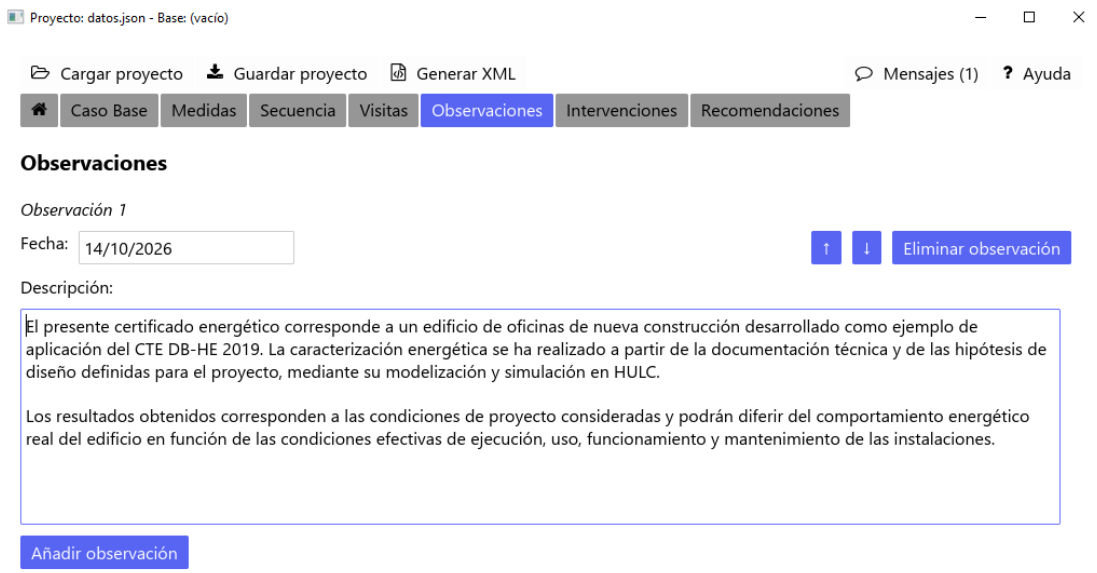


Imagen de la herramienta de incorporación de medidas de mejora. Pestaña «Observaciones» y apartado correspondiente del Anexo IV del certificado de eficiencia energética.

Paso 8. Identificación de las intervenciones realizadas

La pestaña «Intervenciones» permite identificar y clasificar las actuaciones realizadas en el edificio que se certifica, diferenciando entre intervenciones sobre la envolvente térmica, las instalaciones y las condiciones de uso.

Para ello, la herramienta dispone de una serie de casillas que permiten seleccionar los elementos sobre los que se ha intervenido en las medidas de mejora, incluyendo cerramientos opacos, huecos, protecciones solares, sistemas de generación térmica, instalaciones de iluminación, energías renovables y recuperación de energía, entre otros. Aunque pueda parecer repetitivo se trata de una tabla que permite la recopilación y clasificación a nivel estadístico de las medidas de mejora que se proponen.

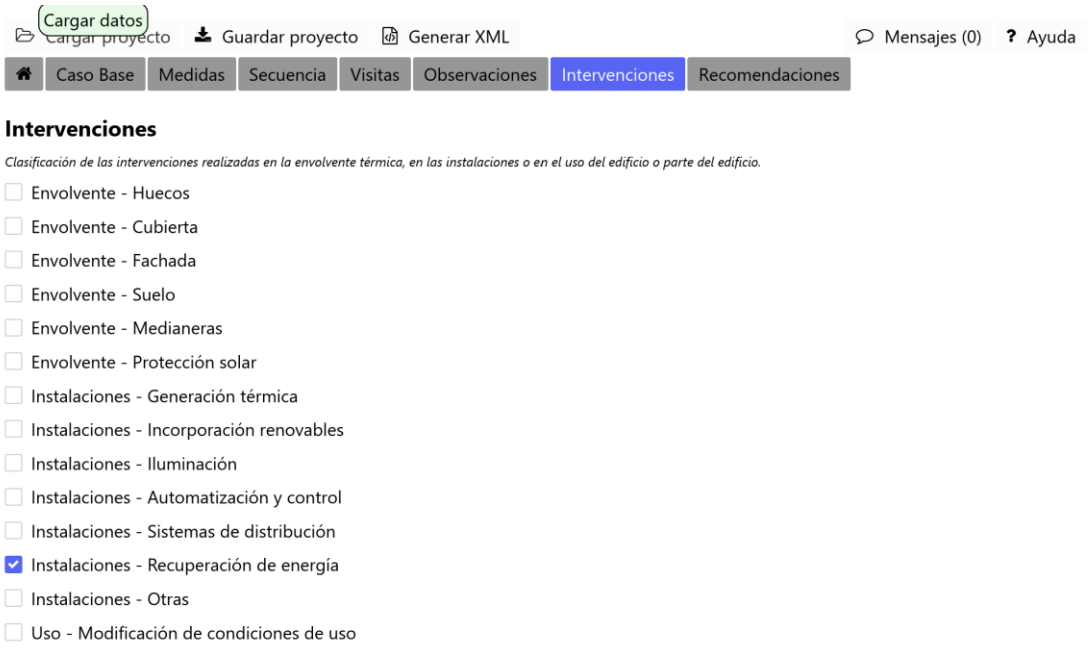


Imagen de la herramienta de incorporación de medidas de mejora. Pestaña «Intervenciones», destinada a la identificación y clasificación de las medidas de mejora propuestas

Paso 9. Incorporación de recomendaciones de uso

La última pestaña, «Recomendaciones», permite incorporar indicaciones dirigidas a los usuarios y responsables del edificio para favorecer un funcionamiento energéticamente eficiente durante su utilización.

A diferencia de las medidas de mejora definidas anteriormente, que implican modificaciones de las características constructivas o de las instalaciones, las recomendaciones de uso se centran en las buenas prácticas de utilización, regulación y mantenimiento del edificio, sin requerir necesariamente nuevas inversiones:

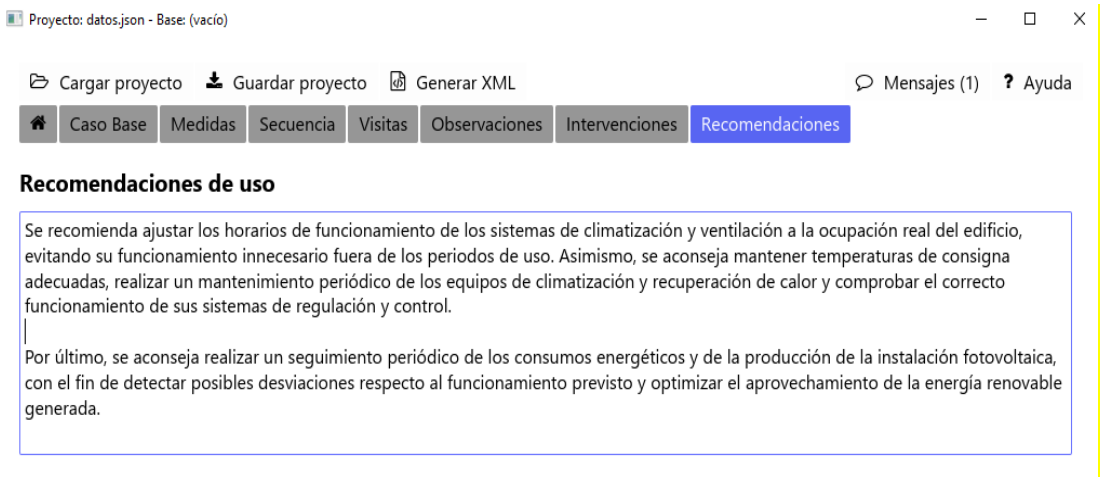


Imagen de la herramienta de incorporación de medidas de mejora. Pestaña «Recomendaciones», destinada a la introducción de buenas prácticas para un uso energéticamente eficiente del edificio.

Paso 10. Generación del archivo XML con las medidas de mejora

Una vez cumplimentadas todas las pestañas de la «Herramienta de incorporación de medidas de mejora», el siguiente paso consiste en generar el archivo XML que integra la información del CASO BASE y las medidas de mejora propuestas, junto con el resto de los datos introducidos.

Para ello, se selecciona la opción «Generar XML», situada en la barra superior de la aplicación, y se guarda el archivo resultante en la carpeta correspondiente al proyecto. El archivo tendrá un nombre con la siguiente estructura: «nombredelcaso-Certificado-V30_ConMedidas.xml».

Este archivo constituye el documento XML del certificado de eficiencia energética en su versión 3.0, con las medidas de mejora incorporadas, y será el que se utilice posteriormente para la validación y generación del certificado definitivo en formato PDF.

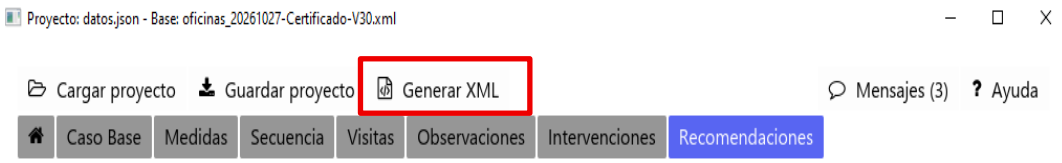


Imagen de la herramienta de incorporación de medidas de mejora. Barra superior con las opciones «Guardar proyecto» y «Generar XML», utilizada para obtener el archivo del certificado energético con las medidas de mejora incorporadas

Paso 11. Validación y generación del certificado energético definitivo en PDF

Una vez generado y guardado el archivo XML con las medidas de mejora incorporadas, se regresa a la ventana principal de HULC para obtener el certificado de eficiencia energética definitivo en formato PDF.

Para ello, se accede nuevamente al desplegable «Herramientas CTE-HE», situado en la barra superior de la aplicación, y se selecciona la opción «Validación y generación de informes PDF», tal como se muestra en la siguiente imagen:



Imagen de HULC. Acceso a la opción «Validación y generación de informes PDF» desde el desplegable «Herramientas CTE-HE».

Paso 12. Generación del certificado de eficiencia energética 3.0

Una vez abierta la herramienta «Generador de informes de certificación en PDF», el último paso consiste en seleccionar el archivo XML generado anteriormente con las medidas de mejora incorporadas, cuyo nombre termina en «Certificado-V30_ConMedidas.xml».

A continuación, se selecciona el directorio de salida en el que se desea guardar la documentación. Si no se especifica ninguna carpeta, la aplicación utiliza por defecto la misma ubicación en la que se encuentra el archivo XML.

Finalmente, se pulsa el botón «Generar PDF», situado en la parte inferior izquierda de la ventana. La herramienta realiza la validación del archivo XML y, si no se detectan errores que impidan su procesamiento, genera el certificado de eficiencia energética definitivo en formato PDF, junto con el correspondiente archivo de registro de mensajes (.log). Los errores que puedan aparecer se visualizarán en la propia pantalla para su identificación y corrección por parte del usuario, así como en el archivo .log

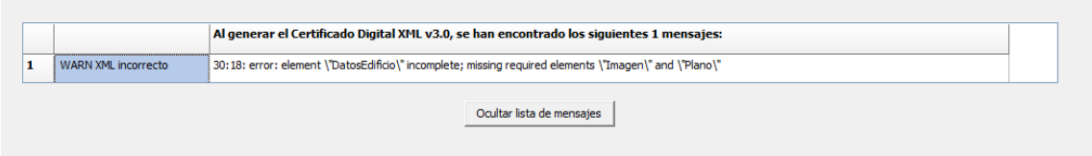


Imagen de los posibles errores que pueden llegar a aparecer en la validación del archivo xml

El certificado definitivo se generará sin la marca de agua «MEDIDAS DE MEJORA PENDIENTES» que aparecía en el certificado inicial del CASO BASE, completándose así el procedimiento de certificación energética mediante la nueva versión 3.0. El nombre del archivo será igualmente Certificado-V30.pdf, sobrescribiendo el anterior.



Imagen del generador de informes de certificación en PDF. Selección del archivo XML con medidas de mejora y generación del certificado energético definitivo.

SIMUL

7. Comentarios sobre la simulación

En relación a los datos que se obtienen mediante HULC respecto a los que se han calculado mediante hoja de cálculo, decir que son idénticos en la mayoría de los casos. Se presentan pequeñas diferencias en aquellos que implican superficies y volúmenes debidos, principalmente a pequeñas imprecisiones derivadas del reparto de superficies de opacos y huecos en cerramientos o en el cálculo de volúmenes por redondeos en decimales.

Respecto a las condiciones en las que se han realizado los cálculos desde el módulo de sistemas para HE0 y HE4, indicar que se han efectuado desactivando la pestaña de sistemas de sustitución o ficticios (Datos generales/opciones generales del edificio), con el fin de conocer las horas reales de fuera de consigna que se producen con los equipos y potencias previstos inicialmente para el acondicionamiento.

C_{FI}

2. CÁLCULO DE LA CARGA INTERNA MEDIA. CFI

1. Definiciones
2. Datos y cálculos para el uso principal de oficinas

En este apartado se desarrolla tanto el concepto de carga interna media para una semana tipo, como las premisas y condiciones en las que se ha de obtener un valor aproximado y realista para los usos que se estudian en este número de la *Guía de Ejemplos de Aplicación del CTE DB HE 2019*.

Con este objetivo se realizará el cálculo completo para el modelo que estamos estudiando en esta guía (edificio de oficinas). Recordemos que, en el número anterior de esta guía, dedicado a la configuración de local comercial en planta baja de edificio residencial, ya se desarrollaron dos ejemplos completos de cálculo del C_{FI}. Dichos ejemplos estaban dedicados uno al uso de "gimnasio" y el segundo a "tienda de ropa de vestir".

DEFINE

1. Definiciones

Cuando hablamos, en este contexto, de **carga interna** nos referimos a los aportes de calor, tanto sensible como latente, procedentes de diferentes fuentes internas de los locales en los edificios. Estas aportaciones de calor se deben principalmente a la presencia de personas, la iluminación artificial y otros equipos, normalmente eléctricos, instalados en los locales.

Las personas emitimos calor sensible y latente al ambiente y tanto la iluminación como los equipos eléctricos, disipan, habitualmente, solo calor sensible. Los equipos que pueden contribuir al aumento de la humedad ambiente son principalmente aquellos que trabajan calentando agua: cocinas, lavadoras, lavavajillas y en el uso de duchas y bañeras. Estas aportaciones de calor tienen una incidencia importante en las condiciones higrotérmicas de los espacios interiores de los edificios. Su influencia es habitualmente a favor de las condiciones de confort en invierno y suele penalizar las condiciones de confort interno en verano. Su valor se expresa en W/m^2.

Por otra parte, en el *Anejo A Terminología del CTE DB HE* se define la **carga interna media** de la siguiente forma:

> *"Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a iluminación y la carga debida a los equipos:*

$$C_{FI} = \frac{\Sigma C_{oc}}{7 \cdot 24} + \frac{\Sigma C_{il}}{7 \cdot 24} + \frac{\Sigma C_{eq}}{7 \cdot 24}$$

Donde,

ΣC_{oc}: suma de las cargas sensibles nominales por ocupación [W/m²], por hora y a lo largo de una semana tipo
ΣC_{il}: suma de las cargas nominales por iluminación [W/m²], por hora y a lo largo de una semana tipo
ΣC_{eq}: suma de las cargas nominales de equipos [W/m²], por hora y a lo largo de una semana tipo

La carga interna media (C_{FI}) del edificio se obtiene ponderando por la superficie útil la carga interna media de cada espacio. Se expresa en W/m².

Para el cálculo de la carga interna media se valora, por tanto, exclusivamente la aportación de calor sensible y no de calor latente, procedente de las fuentes existentes en los espacios.

La cuestión más relevante consistirá en definir de una manera "realista" el *periodo de utilización*[12] y el *perfil de uso*[13] adecuado a lo que se define como "semana tipo". En ningún caso se trata de establecer los valores de las cargas internas operativas máximas, que calcularemos en el apartado siguiente y que se utilizan, exclusivamente, para dimensionar y prescribir los equipos necesarios en la climatización de los locales. Se debe, más bien, establecer un perfil de uso característico y representativo de una semana de funcionamiento ordinario para el uso previsto en el edificio.

CÁLCULO

2. Datos y cálculos para el uso principal de oficinas

Como hemos dicho en el apartado anterior, las cargas internas proceden principalmente de tres orígenes o fuentes:

- La presencia de personas (ocupación).
- La iluminación artificial de los espacios.
- Los otros equipos.

Ocupación

El primer paso consistirá en definir una ocupación representativa de este tipo de uso para cada espacio y en el conjunto del edificio o parte de él. En nuestro caso, partiremos de una ocupación máxima "posible", y para establecerla recurrimos a la *Tabla 2.1. Densidades de ocupación* que figura en el *CTE DB SI Seguridad en caso de incendio* en el apartado de *Cálculo de la ocupación*, para luego deducir una ocupación media simultanea de los diferentes locales vinculados a la actividad prevista. Este dato de ocupación media será el que se utilice también tanto para los cálculos de ACS como para los de ventilación ya que se trata de calcular el comportamiento energético del edificio en una situación representativa de su uso habitual.

Si bien las ratios de ocupación que se establecen en la *Tabla 2.1. Densidades de ocupación del CTE DB SI Seguridad en caso de incendio*, no tienen por qué corresponderse con lo que podría ser su "aforo"[14] u ocupación máxima, se parte de esos valores para, a partir de ellos, establecer una ocupación

[12] **Periodo de utilización**, definición en *Anejo A Terminología del DB HE*: tiempo característico de utilización de un espacio habitable o del edificio. A efectos de la definición de perfiles de uso se establecen periodos de utilización tipo de 8h, 12h, 16h y 24h. Para edificios de uso residencial privado se establece un periodo de utilización de 24h.

[13] **Perfil de uso**, definición en *Anejo A Terminología del DB HE*: descripción hora a hora, para un año tipo, de las cargas internas (carga sensible por ocupación, carga latente por ocupación, equipos, iluminación y ventilación).

[14] **Aforo**, según la R.A.E., en su segunda acepción se define como *el "Número máximo autorizado de personas que puede admitir un recinto destinado a espectáculos u otros actos públicos"*, es decir no se trata de una característica de proyecto sino de una autorización administrativa y que normalmente conceden los ayuntamientos como administración competente.

razonable pensando en un uso medio habitual de los diferentes locales de este edificio de uso administrativo. Se ha de considerar además la alternancia de los mismos usuarios entre espacios. En alguna normativa de nuestro entorno (como la francesa *Méthode de calcul détaillée «Th-BCE 2020*) se considera en estos casos una ocupación general de 0,1 personas por m^2 de superficie útil. En el caso de nuestro ejemplo, vincularemos la ocupación exclusivamente a los espacios principales de trabajo, es decir, despachos, salas panorama de trabajo y salas de reuniones y no consideraremos ninguna ocupación en las zonas pensadas para servicio de estos espacios principales, salvo en los aseos, que siguiendo el criterio de la *Tabla 2.1. Densidades de ocupación* para el caso de *"cualquier uso"* se plantea un criterio de ocupación de 3 m^2/persona. El resumen de las densidades de ocupación que fija el CTE DB SI, para el caso que nos ocupa, es el siguiente:

Tabla 2.1. Densidades de ocupación (1)

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m^2/persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.	Ocupación nula
Cualquiera	Aseos de planta	3
Administrativo	Plantas o zonas de oficinas	10
Administrativo	Vestíbulos generales y zonas de uso público	2

Aplicando estos criterios, la ocupación máxima para el edificio sería la siguiente:

CARACTERIZACIÓN DE LOCALES

Programa del local			Tipo de uso dentro del Uso característico	Superficie por espacio (m^2)	Multiplicador plantas iguales	Superficie TOTAL	**Ocupación máxima** por espacio según **CTE DB SI**	
Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	ADMINISTRATIVO	(m^2)	x	(m^2)	Administrativo (m^2/persona)	Nº personas
Pl. baja	P02 E01	Aseo de planta	A. Servicios	8,69	1	8,69	3	3
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	36,11	1	36,11	0	-
	P02 E05	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	3	7
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	10	27
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	3	7
	P03 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	0	-
	P03 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	3	7
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	10	27
Planta tipo (2ª y 3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	2	39,34	3	13
	P04 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	2	50,24	0	-
	P04 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	2	39,34	3	13
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	2	546,26	10	55
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	3	7
	P05 E03	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	0	-
	P05 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	3	7
	P05 E07	Despachos 1	Despacho	91,32	1	91,32	10	9
	P05 E09	Despachos 2	Despacho	91,32	1	91,32	10	9
	P05 E06	Hall zona despachos	Circulaciones	43,92	1	43,92	0	-
	P05 E08	Salas de reuniones	Salas reuniones	46,56	1	46,56	2	23
TOTALES Y MEDIAS						**1.687,95**		**214,00**

Como alternativas a la hora de plantear una ocupación media razonable se proponen dos opciones:

1. Partir de un porcentaje de ocupación del 50% respecto a la ocupación máxima establecida anteriormente,

2. Establecer un perfil personalizado de ocupación para oficinas que considere una ocupación regular exclusivamente en las zonas de trabajo, es decir, despachos, zona abierta de oficina panorama y salas de reunión, es decir, si las personas están en los despachos y salas de reuniones no pueden estar simultáneamente en los aseos o espacios de circulación. Las ratios propuestas para un uso administrativo son las siguientes:

Perfil de ocupación en espacios de oficina

Tipos de Espacio	Ratio (m^2/persona)
Despachos	10
Oficina panorama	17
Salas de reunión	2
Circulaciones	0
Areas de servicio	0

Aplicando estos criterios, las opciones posibles serían por tanto las siguientes:

CARACTERIZACIÓN DE LOCALES

Programa del local			Tipo de uso dentro del Uso característico	Superficie por espacio (m^2)	Multiplicador plantas iguales	Superficie TOTAL	**Ocupación máxima** por espacio según **CTE DB SI**		**Propuesta 1** Nº pers (50% sobre max.)	**Propuesta 2** Perfil Administrativo	
Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	ADMINISTRATIVO	(m^2)	x	(m^2)	Administrativo (m^2/persona)	Nº personas	Nº personas	Ratio oficinas (m^2/persona)	Nº personas
Pl. baja	P02 E01	Aseo de planta	A. Servicios	8,69	1	8,69	3	3	2	0	-
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	36,11	1	36,11	0	-	-	0	-
	P02 E05	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	3	7	4	0	-
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	10	27	14	17	16
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	3	7	4	0	-
	P03 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	0	-	-	0	-
	P03 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	3	7	4	0	-
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	10	27	14	17	16
Planta tipo (2ª y 3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	2	39,34	3	13	7	0	-
	P04 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	2	50,24	0	-	-	0	-
	P04 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	2	39,34	3	13	7	0	-
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	2	546,26	10	55	28	17	32
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	3	7	4	0	-
	P05 E03	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	0	-	-	0	-
	P05 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	3	7	4	0	-
	P05 E07	Despachos 1	Despacho	91,32	1	91,32	10	9	5	10	9
	P05 E09	Despachos 2	Despacho	91,32	1	91,32	10	9	5	10	9
	P05 E06	Hall zona despachos	Circulaciones	43,92	1	43,92	0	-	-	0	-
	P05 E08	Salas de reuniones	Salas reuniones	46,56	1	46,56	2	23	12	2	23
TOTALES Y MEDIAS						**1.687,95**		**214,00**	**114**		**105**

Finalmente, creemos que la opción que mejor representa una ocupación media ajustada, tanto en ratio de superficie como en equilibrio entre espacios de ocupación permanente y espacios de ocupación alternativa, sería la que hemos nombrado opción 2. Esta será la que introduciremos en la personalización del perfil de uso en HULC.

De esta forma, para el uso principal de nuestro edificio administrativo y los subusos previstos en cada espacio, se establece la siguiente propuesta de presencia de personas:

PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS				CONDICIONES OCUPACIÓN		
Perfil	Nombre del perfil de uso	ESPACIOS	USO	Superficie (m^2)	Perfil de uso oficinas m^2/pers.	Ocupación propuesta nº pers
1	Despachos	P05 E07 P05 E09	ADMIN Despachos	182,6	10	18
2	Oficina Panorama	P02 E07 P03 E02 P04 E02	ADMIN Panorama	1.092,5	17	64
3	Salas de reunión	P05 E08	ADMIN S. reunión	46,6	2	23
4	Circulaciones	P02 E06 P03 E04 P04 E04 P05 E03 P05 E06	ADMIN Circulaciones	180,5	0	-
5	Área de servcicios	P02 E01 P02 E05 P03 E03 P03 E01 P04 E03 P04 E01 P05 E02 P05 E01	ADMIN Áreas de servicio	185,7	0	-
TOTALES Y MEDIAS				1.687,95		105

El metabolismo humano supone un aporte de calor que es necesario liberar. La cantidad de calor que cada uno de estos ocupantes emite al ambiente dependerá de su nivel de actividad metabólica. Esa energía que desprendemos se expresa en "met"[15], como unidad de medida y se corresponde con el metabolismo de una persona sana, sentada y sin realizar ningún trabajo.

Este aporte de calor al ambiente se materializa en forma de:

- Calor sensible. La emisión en forma de calor sensible por las personas se produce por convección y radiación. En este ejemplo se considera, de forma simplificada, que la carga sensible debida a la ocupación se distribuye en partes iguales entre ambas componentes, adoptando un 50% convectivo y un 50% radiante.

- Calor latente. La emisión de calor latente por las personas tiene lugar por la respiración y la transpiración.

Como referencia para los valores de calor disipado al ambiente por las personas en función de su actividad metabólica, podemos utilizar la *UNE-EN ISO 8996:2021 Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica (ISO 8996:2021)*. De manera orientativa se extrae lo siguiente:

[15] Se corresponde con una emisión de 58,2 W/m^2 por unidad de superficie de piel. El cuerpo humano dispone de una superficie de piel proporcional al tamaño de cada individuo y que para una persona de una estatura de 1,70 m es aproximadamente de 1,8 m^2.

VALORES PARA DIFERENTES NIVELES DE ACTIVIDAD METABÓLICA		
NIVEL DE ACTIVIDAD	Ejemplos de actividad	Valores de actividad metabólica (W)
Reposo	Estado de reposo	100-125
Actividad metabólica baja	Actividad sedentaria (oficina, vivienda, escuela, laboratorio: escribir, mecanografiar, dibujar,(costura, teneduría de libros). De pie, actividad ligera (compras, laboratorio, industria ligera). Trabajo manual y de brazos (pequeñas herramientas de banco, inspección, montaje o clasificación de equipos ligeros). Trabajo ligero de brazos y piernas (conducción de vehículos en condiciones normales o pedalear). Mecanizado con herramientas de baja potencia (taladrado, fresado de piezas pequeñas, aserrado, etc.) Caminata o paseo con baja exigencia por camino llano (2 km/h).	100-125
Actividad metabólica moderada	Trabajo sostenido de manos y brazos (martillado de clavos, limado, carga, pulido). Trabajo de brazos y piernas (operación todoterreno de camiones, tractores o equipos de construcción). Trabajos de brazos y troncos (trabajos con martillo neumático, montaje de tractores, enlucidos). Desbrozar, cavar, recoger frutas o verduras. Empujar o tirar de carros o carretillas de peso ligero Albañilería, a n ritmo de 5 ladrillos/min. Manipulación intermitente de material moderadamente pesado. Caminar (2,5 a 5 km/h) en un camino llano y parejo, sólido con carga ≤ 20 kg, Caminar (2,5 a 3 km/h) sobre terreno nivelado pero de irregular a inestable con carga ≤ 20 kg. Caminar (≤2,5 km/h) sobre suelo estable cuesta arriba (≤5 %) con carga ≤ 20 kg.	235-360
Actividad metabólica alta	Trabajo intenso de brazos y tronco con herramientas manuales o máquinas. Cargar material pesado. Trabajo con martillo, aserrado, cepillado o cincelado de madera dura, siega manual, excavación. Caminar (5,5 a 7 km/h) por camino llano, uniforme, sólido con carga ≤ 20 kg. Caminar (3,5 a 5 km/h) sobre terreno nivelado pero de suelo irregular o inestable con carga ≤ 20 kg. Caminata (2,5 a 3 km/h) en terreno estable cuesta arriba (≤5 %) con carga ≤ 10 kg. Empujar o tirar de carros de mano o carretillas muy cargados. Colocación de bloques de hormigón.	360-465
Actividad metabólica muy alta	Actividad intensa a ritmo de rápido a máximo. Trabajar con hacha; cavar o trabajo de pala intenso; subir escaleras, rampa o escalera. Caminar (> 7 km-h-1) en un camino nivelado, firme, con o sin carga. Caminar (p5 km-h-1) sobre terreno nivelado pero irregular a inestable con o sin carga. Caminar (>3 km-h-1) en terreno estable cuesta arriba (25 %) con o sin carga. Correr (>6 km-h-1).	>465

(*) Los términos cualitativos bajo, moderado y alto se refieren a un turno de trabajo completo

Respecto a la proporción entre calor sensible y calor latente, en cada caso dependerá del nivel de actividad metabólica pero también de las condiciones de temperatura y humedad del espacio en el que se desarrolla la actividad. De manera orientativa y como referencia, podemos utilizar la siguiente tabla extraída de la norma UNE-EN ISO 8996:

Actividad metabólica en función de la actividad	Sensible (W/persona)	Latente (W/persona)	met
Durmiendo	50	25	0,76
Tumbado	55	30	0,86
Sentado, sin trabajar	65	35	1
De pie, relajado	75	55	1,3
Paseando	75	70	1,5
Andando:			
a 1,6 km/h	50	110	1,6
a 3,2 km/h	80	130	2,1
a 4,8 km/h	110	180	2,9
a 6,4 km/h	150	270	4,2
Bailando moderadamente	90	160	2,5
Atlética en gimnasio (hombres)	210	315	5
Atlética en gimnasio (mujeres)	185	280	
Deporte de equipo masculino (valor medio)	290	430	6,9
Deporte de equipo femenino (valor medio)	260	380	

Fuente: UNE-EN ISO 8996

Actividad metabólica en función de la actividad	Sensible (W/persona)	Latente (W/persona)	met
Trabajos:			
Muy ligero, sentado	70	45	1,2
Moderado (en oficinas: valor medio)	75	55	1,3
Sedentario (restaurante, incluidas comidas)	80	80	-
Ligera de pie (industria ligera, de compras, etc)	70	90	1,6
Media de pie (trabajos domésticos, tiendas, etc)	80	120	2
Manual	80	140	2,1
Ligero (en fábrica, solo hombres)	110	185	2,8
Ligero (en fábrica, solo mujeres)	100	165	
Pesado (en fábrica, solo hombres)	170	255	4
Pesado (en fábrica, solo mujeres)	150	225	
Muy pesado (en fábrica, solo hombres)	185	285	4,5

Fuente: UNE-EN ISO 8996

Para las actividades que nos ocupan, actividad administrativa y otras actividades complementarias, la diferencia de aporte de calor por parte de los ocupantes entre los diferentes locales no será significativa. Entre la actividad de trabajo moderado en oficina (75 W/persona) o estar situado de pie en una zona estancial (75 W/persona) no hay diferencia y así se ha reflejado en los cálculos. Atendiendo al criterio de reparto al 50% se considerarán 37,5 W/persona como carga convectiva directa al aire interior y 37,5 W/persona como carga radiante inicialmente absorbida por las superficies del recinto.

En la estimación de los valores medios de emisión por ocupante aplicados a nuestro caso de estudio, hemos considerado además una distribución equilibrada entre mujeres y hombres en el interior de los locales, con individuos de una complexión media y superficie de piel de entre 1,6 m^2 y 1,8 m^2.

Atendiendo a todas estas circunstancias se ha elaborado el siguiente cuadro resumen:

CARACTERIZACIÓN DE LOCALES							OCUPACIÓN		CARGAS					
Programa del local			Tipo de uso dentro del Uso característico	Superficie por espacio (m^2)	Multiplicador plantas iguales	Superficie TOTAL	**Propuesta de ocupación** Perfil Administrativo		Carga **sensible** estimada para ocupación media				Carga **latente** estimada para ocupación media	
Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	ADMINISTRATIVO	(m^2)	X	(m^2)	Ratio oficinas (m^2/persona)	Nº personas	F. sensible radiante (W/p)	F. sensible convectiva (W/p)	Carga sensible total (W/p)	Carga sensible total (W)	Carga latente (W/p)	Carga (W)
Pl. baja	P02 E01	Aseo de planta	A. Servicios	8,69	1	8,69	0	-	-	-	-	-	-	-
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	36,11	1	36,11	0	-	-	-	-	-	-	-
	P02 E05	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	0	-	-	-	-	-	-	-
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	17	16	37,50	37,50	75	1.200,00	55	880,00
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	0	-	-	-	-	-	-	-
	P03 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	0	-	-	-	-	-	-	-
	P03 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	0	-	-	-	-	-	-	-
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	17	16	37,50	37,50	75	1.200,00	55	880,00
Planta tipo (2ª y 3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	2	39,34	0	-	-	-	-	-	-	-
	P04 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	2	50,24	0	-	-	-	-	-	-	-
	P04 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	2	39,34	0	-	-	-	-	-	-	-
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	2	546,26	17	32	37,50	37,50	75	2.400,00	55	1.760,00
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	0	-	-	-	-	-	-	-
	P05 E03	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	0	-	-	-	-	-	-	-
	P05 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	0	-	-	-	-	-	-	-
	P05 E07	Despachos 1	Despacho	91,32	1	91,32	10	9	37,50	37,50	75	675,00	55	495,00
	P05 E09	Despachos 2	Despacho	91,32	1	91,32	10	9	37,50	37,50	75	675,00	55	495,00
	P05 E06	Hall zona despachos	Circulaciones	43,92	1	43,92	0	-	-	-	-	-	-	-
	P05 E08	Salas de reuniones	Salas reuniones	46,56	1	46,56	2	23	37,50	37,50	75	1.725,00	55	1.265,00
TOTALES Y MEDIAS						1.687,95		105				7.875,00		5.775,00
											Emisión media por unidad de superficie:	4,67 W/m²	3,42	W/m²

Recordemos que a efectos del cálculo de la carga interna media (C_{FI}) del edificio se consideran exclusivamente las cargas sensibles.

A partir de los criterios de ocupación anteriormente definidos, se obtienen las cargas térmicas medias asociadas a la presencia de personas. Su distribución por subusos, agrupando los espacios afectados en cada caso, se resume en la tabla siguiente:

PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS				CONDICIONES OCUPACIÓN			CARGAS POR OCUPACIÓN			
Perfil	Nombre del perfil de uso	ESPACIOS	USO	Superficie (m^2)	Perfil de uso oficinas m^2/pers.	Ocupación propuesta nº pers	Carga sensible (W/persona)	Carga sensible total (W)	Carga latente (W/persona)	Carga latente total (W)
1	Despachos	P05 E07 P05 E09	ADMIN Despachos	182,6	10	**18**	75	**1.350,00**	55	**990,00**
2	Oficina Panorama	P02 E07 P03 E02 P04 E02	ADMIN Panorama	1.092,5	17	**64**	75	**4.800,00**	55	**3.520,00**
3	Salas de reunión	P05 E08	ADMIN S. reunión	46,6	2	**23**	75	**1.725,00**	55	**1.265,00**
4	Circulaciones	P02 E06 P03 E04 P04 E04 P05 E03 P05 E06	ADMIN Circulaciones	180,5	0	-	-	-	-	-
5	Área de servcicios	P02 E01 P02 E05 P03 E03 P03 E01 P04 E03 P04 E01 P05 E02 P05 E01	ADMIN Áreas de servicio	185,7	0	-	-	-	-	-
TOTALES Y MEDIAS				**1.687,95**		**105**		**7.875,00**		**5.775,00**

Iluminación

En cuanto a la iluminación artificial dispuesta en los espacios, se han de considerar los valores previstos en proyecto o reales en un edificio existente. En nuestro ejemplo, teórico, se ha partido del cumplimiento ajustado tanto del *CTE DB HE 3 Condiciones de las instalaciones de iluminación*, como de lo establecido en el *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*.

Respecto a este último, en su *Anexo IV Iluminación de los lugares de trabajo*, se indican los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo y son los establecidos en la siguiente tabla.

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

(*) El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm. del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo.

En nuestro caso hemos consideramos para los diferentes locales del edificio las siguientes exigencias visuales mínimas:

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

Para la aplicación de estos valores, se dice además lo siguiente:

> *"Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurran las siguientes circunstancias:*
>
> *a) En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.*
>
> *b) En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil".*

En este caso y dada la naturaleza de la actividad, se considera la zona administrativa de trabajo con unas exigencias visuales altas (iluminancia de al menos 500 lux), a los aseos se le aplican 200 lux, en una exigencia visual moderada. Los vestíbulos y circulaciones se consideran como un área de uso habitual (100 lux).

Actualmente, además, lo habitual y aconsejable es incorporar luminarias led, que proporcionan un gran rendimiento y muy bajo consumo. La siguiente tabla permite aproximar, para luminarias LED (aprox. 100 lm/W, 2m al plano de trabajo), la potencia disipada (en W/m^2) a partir de la iluminancia media (lux):

Iluminancia media (lux)	Potencia (W/m^2)
100	1
200	2
300	3
400	4
500	5
1000	10

Ver Guía de aplicación DB HE 2019, versión junio de 2022

A partir de esta consideración las características de la instalación para cada uno de los espacios se reflejan en la siguiente tabla:

CARACTERIZACIÓN DE LOCALES							ILUMINACIÓN		
Programa del local			Tipo de uso dentro del Uso característico	Superficie por espacio (m^2)	Multiplicador plantas iguales	Superficie TOTAL	Potencia de Iluminación Instalada		
Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	ADMINISTRATIVO	(m^2)	x	(m^2)	Iluminancia media (lux)	D. Potencia (W/m^2)	Potencia Total (W)
Pl. baja	P02 E01	Aseo de planta	A. Servicios	8,69	1	8,69	200	2	17,38
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	36,11	1	36,11	100	1	36,11
	P02 E05	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	2	39,34
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	500	5	1.365,65
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	2	39,34
	P03 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	100	1	25,12
	P03 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	2	39,34
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	500	5	1.365,65
Planta tipo (2ª y 3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	2	39,34	200	2	78,68
	P04 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	2	50,24	100	1	50,24
	P04 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	2	39,34	200	2	78,68
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	2	546,26	500	5	2.731,30
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	2	39,34
	P05 E03	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	100	1	25,12
	P05 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	2	39,34
	P05 E07	Despachos 1	Despacho	91,32	1	91,32	500	5	456,60
	P05 E09	Despachos 2	Despacho	91,32	1	91,32	500	5	456,60
	P05 E06	Hall zona despachos	Circulaciones	43,92	1	43,92	100	1	43,92
	P05 E08	Salas de reuniones	Salas reuniones	46,56	1	46,56	500	5	232,80
TOTALES Y MEDIAS						1.687,95			7.160,55
						Emisión media por unidad de superficie:		4,24	W/m^2

En la siguiente tabla, se resume la caracterización del sistema de iluminación artificial del edificio en función de cada subuso previsto y agrupando los espacios afectados para cada uno de ellos:

PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS				CONDICIONES ILUMINACIÓN		
Perfil	Nombre del perfil de uso	ESPACIOS	USO	Superficie (m^2)	Potencia media (W/m^2)	Potencia total (W)
1	Despachos	P05 E07 P05 E09	ADMIN Despachos	182,6	5	**913,20**
2	Oficina Panorama	P02 E07 P03 E02 P04 E02	ADMIN Panorama	1.092,5	5	**5.462,60**
3	Salas de reunión	P05 E08	ADMIN S. reunión	46,6	5	**232,80**
4	Circulaciones	P02 E06 P03 E04 P04 E04 P05 E03 P05 E06	ADMIN Circulaciones	180,5	1	**180,51**
5	Área de servcicios	P02 E01 P02 E05 P03 E03 P03 E01 P04 E03 P04 E01 P05 E02 P05 E01	ADMIN Áreas de servicio	185,7	2	**371,44**
TOTALES Y MEDIAS				**1.687,95**		**7.160,55**

Otros equipos

Nos resta por obtener la aportación de calor que realizan otros equipos que puedan existir en las diferentes salas y espacios del edificio que estamos estudiando.

Para estimar un valor medio del flujo de calor aportado al ambiente por los equipos existentes se pueden aplicar diferentes metodologías. En nuestro caso hemos tomado como referencia la *UNE-EN-ISO 13790 Eficiencia energética de los edificios. Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración de espacios*. En concreto, en su *Anexo G*, se han tomado los valores de la *tabla G.11 índice del flujo de calor debido a los equipos; valores por defecto en ausencia de valores nacionales; valores globales en función del uso del edificio, no residencial*.

En la siguiente tabla se recogen esos valores para los usos característicos y sobre ellos, hemos marcado el que vamos a emplear en nuestro ejemplo:

Flujo de calor debido a los equipos			
Uso del edificio	Equipos de prod. de calor durante el tiempo de trabajo (W/m^2)	fracción del tiempo presente (tanto por uno)	Indice medio del flujo de calor debido a los equipos (W/m^2)
Oficinas	**15**	**0,20**	**3**
Colegios, escuelas	5	0,15	1
Centros de salud	8	0,50	4
Centros de asist., no clínico	15	0,20	3
Catering, restauración	10	0,25	3
Tiendas	10	0,25	3
Salones de actos	5	0,20	1
Alojamiento, hospedaje	4	0,50	2
Prisiones y penitenciarías	4	0,50	2
Deportes	4	0,25	1

Fuente: *UNE-EN-ISO 13790 Eficiencia energética de los edificios. Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración de espacios. Anexo G.*

De acuerdo con todo lo anterior se ha elaborado la siguiente tabla de aportación de calor de los equipos:

CARACTERIZACIÓN DE LOCALES							OTROS EQUIPOS	
Programa del local			Tipo de uso dentro del Uso característico	Superficie por espacio (m^2)	Multiplicador plantas iguales	Superficie TOTAL	Carga por equipos	
Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	ADMINISTRATIVO	(m^2)	x	(m^2)	Carga media (W/m^2)	Carga (W)
Pl. baja	P02 E01	Aseo de planta	A. Servicios	8,69	1	8,69	-	-
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	36,11	1	36,11	-	-
	P02 E05	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	3	819,39
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-
	P03 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	-	-
	P03 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	3	819,39
Planta tipo (2ª y 3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	2	39,34	-	-
	P04 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	2	50,24	-	-
	P04 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	2	39,34	-	-
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	2	546,26	3	1.638,78
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-
	P05 E03	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	-	-
	P05 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-
	P05 E07	Despachos 1	Despacho	91,32	1	91,32	3	273,96
	P05 E09	Despachos 2	Despacho	91,32	1	91,32	3	273,96
	P05 E06	Hall zona despachos	Circulaciones	43,92	1	43,92	-	-
	P05 E08	Salas de reuniones	Salas reuniones	46,56	1	46,56	3	139,68
TOTALES Y MEDIAS						1.687,95		3.965,16
					Emisión media por unidad de superficie:		2,35	W/m^2

Agrupando nuevamente los espacios en función del perfil concreto o subuso que se desarrolla en cada uno de los locales, obtenemos lo siguiente:

PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS				OTROS EQUIPOS		
Perfil	Nombre del perfil de uso	ESPACIOS	USO	Superficie (m^2)	Potencia media (W/m^2)	Potencia total (W)
1	Despachos	P05 E07 P05 E09	ADMIN Despachos	182,6	3	**547,92**
2	Oficina Panorama	P02 E07 P03 E02 P04 E02	ADMIN Panorama	1.092,5	3	**3.277,56**
3	Salas de reunión	P05 E08	ADMIN S. reunión	46,6	3	**139,68**
4	Circulaciones	P02 E06 P03 E04 P04 E04 P05 E03 P05 E06	ADMIN Circulaciones	180,5	0	-
5	Área de servcicios	P02 E01 P02 E05 P03 E03 P03 E01 P04 E03 P04 E01 P05 E02 P05 E01	ADMIN Áreas de servicio	185,7	0	-
TOTALES Y MEDIAS				1.687,95		3.965,16

Una vez definidas y caracterizadas las tres fuentes principales que aportan calor al ambiente interior, el siguiente paso consiste en establecer un porcentaje de ocupación y uso de los espacios para cada hora y día de la semana. En función de los horarios habituales, del tipo y características de cada actividad, se concretarán unos porcentajes de ocupación de una manera adecuada al tiempo de apertura y de cierre.

No existen por el momento referencias nacionales suficientemente testadas que concreten unos porcentajes de ocupación para las diferentes usos y actividades en los edificios. No obstante, se puede encontrar en nuestro entorno internacional estudios y normativa de referencia sobre perfiles de uso y ocupación que se pueden utilizar como guía a la hora de establecer este perfil de uso para la semana tipo. Es el caso, por ejemplo, de la normativa francesa *(Méthode de calcul détaillée «Th-BCE 2020).*

En nuestro caso hemos adoptado los siguientes:

PERFIL DE USO PARA EDIFICIO DE OFICINAS

OCUPACIÓN

			Lunes - viernes																								
Pl.	Nombre en planos	USO	0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
Pl. baja	Aseo de planta	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	20	60	60	70	70	70	70	40	70	70	60	0	0	0	0	0	0	28
Pl. primera	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	20	60	60	70	70	70	70	40	70	70	60	0	0	0	0	0	0	28
Planta tipo (2ª-3ª)	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	20	60	60	70	70	70	70	40	70	70	60	0	0	0	0	0	0	28
Planta cuarta	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 1	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	5	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	34
	Despachos 2	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	5	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	34
	Hall zona oficinas	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salas de reuniones	S. reuniones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	70	80	80	80	5	80	80	70	0	0	0	0	0	0	25

			Sábados																								
Pl.	Nombre en planos	USO	0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
Pl. baja	Aseo de planta	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pl. primera	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta tipo (2ª-3ª)	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta cuarta	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 1	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 2	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hall zona oficinas	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salas de reuniones	S. reuniones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

			Domingos/festivos																								
Pl.	Nombre en planos	USO	0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
Pl. baja	Aseo de planta	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pl. primera	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta tipo (2ª-3ª)	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta cuarta	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 1	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 2	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hall zona oficinas	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salas de reuniones	S. reuniones	0	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

			Lunes - viernes																								
Pl.	Nombre en planos	USO	0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
Pl. baja	Aseo de planta	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
Pl. primera	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
Planta tipo (2ª-3ª)	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
Planta cuarta	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 1	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	5	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	34
	Despachos 2	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	5	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	34
	Hall zona oficinas	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
	Salas de reuniones	S. reuniones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	5	100	100	100	0	0	0	0	0	0	34

			Sábados																								
Pl.	Nombre en planos	USO	0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
Pl. baja	Aseo de planta	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pl. primera	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta tipo (2ª-3ª)	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta cuarta	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 1	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 2	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hall zona oficinas	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salas de reuniones	S. reuniones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

			Domingos/festivos																								
Pl.	Nombre en planos	USO	0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
Pl. baja	Aseo de planta	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pl. primera	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta tipo (2ª-3ª)	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planta cuarta	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 1	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 2	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hall zona oficinas	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salas de reuniones	S. reuniones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

OTROS EQUIPOS

LOCALES Y ESPACIOS			Lunes - viernes																								
Pl.	Nombre en planos	USO	0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
Pl. baja	Aseo de planta	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
Pl. primera	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
Planta tipo (2ª-3ª)	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zona de oficina y trabajo	Panorama	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	46
Planta cuarta	Aseo accesible 2	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distribuidor de planta	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aseo accesible 1	A. Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Despachos 1	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	38
	Despachos 2	Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	38
	Hall zona oficinas	Circulaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salas de reuniones	S. reuniones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	5	100	100	100	0	0	0	0	0	0	34

Sábados																											
0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Domingos/festivos																											
0h-1h	1h-2h	2h-3h	3h-4h	4h-5h	5h-6h	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	Media
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

La última columna de cada cuadro recoge el porcentaje de ocupación media de cada espacio para cada día tipo de la semana y para las tres fuentes de calor consideradas.

En principio para el uso administrativo, distinguiremos entre los días "normales" o laborables de la semana de lunes a viernes y los sábados, domingos y festivos en los que no se contempla ningún tipo de actividad habitual.

Si aplicamos los porcentajes medios de cada día tipo (última columna de cada bloque de la tabla de perfiles de uso y ocupación) para cada una de las fuentes de emisión (ocupantes, iluminación y equipos) a los valores que hemos estimado anteriormente para cada uno de los espacios obtenemos lo siguiente:

Ocupación

CARACTERIZACIÓN DE LOCALES							CARGAS INTERNAS MEDIAS			ACUMULADOS DE LA SEMANA TIPO					
Programa del local			Tipo de uso dentro del Uso característico	Superficie por espacio (m^2)	Multiplicador plantas iguales	Superficie total	Carga por ocupación			Propuesta Ocupación media L-V		Propuesta Ocupación media Sábados		Propuesta Ocupación media D-Festivos	
Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	ADMINISTRATIVO	(m^2)	x	(m^2)	Propuesta perfil de uso en oficinas	Carga sens. media (W/p)	Carga (W)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)
Pl. baja	P02 E01	Aseo de planta	A. Servicios	8,69	1	8,69	-	-		0	-	0	-	0	-
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	36,11	1	36,11	-	-		0	-	0	-	0	-
	P02 E05	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		0	-	0	-	0	-
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	16	75	1.200	28	39.600	0	-	0	-
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		0	-	0	-	0	-
	P03 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	-	-		0	-	0	-	0	-
	P03 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		0	-	0	-	0	-
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	16	75	1.200	28	39.600	0	-	0	-
Planta tipo (2ª y 3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	2	39,34	-	-		0	-	0	-	0	-
	P04 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	2	50,24	-	-		0	-	0	-	0	-
	P04 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	2	39,34	-	-		0	-	0	-	0	-
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	2	546,26	32	75	2.400	28	79.200	0	-	0	-
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		0	-	0	-	0	-
	P05 E03	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	-	-		0	-	0	-	0	-
	P05 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		0	-	0	-	0	-
	P05 E07	Despachos 1	Despacho	91,32	1	91,32	9	75	675	34	27.169	0	-	0	-
	P05 E09	Despachos 2	Despacho	91,32	1	91,32	9	75	675	34	27.169	0	-	0	-
	P05 E06	Hall zona despachos	Circulaciones	43,92	1	43,92	-	-		0	-	0	-	0	-
	P05 E08	Salas de reuniones	Salas reuniones	46,56	1	46,56	23	75	1.725	25	51.319	0	-	0	-
TOTALES Y MEDIAS						1.687,95	105		7.875,00		264.056		0		0

Iluminación

CARACTERIZACIÓN DE LOCALES							CARGAS INTERNAS MEDIAS				ACUMULADOS DE LA SEMANA TIPO					
Programa del local			Tipo de uso dentro del Uso característico	Superficie por espacio (m^2)	Multiplicador plantas iguales	Superficie total	Carga por Iluminación				Propuesta Iluminación media L-V		Propuesta Iluminación media Sábados		Propuesta Iluminación media D-Festivos	
Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	ADMINISTRATIVO	(m^2)	x	(m^2)	Iluminancia media (lux)	Lúmenes	Carga med. (W/m^2)	Carga (W)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)
Pl. baja	P02 E01	Aseo de planta	A. Servicios	8,69	1	8,69	200	1.738	2	17,38	0	-	0	-	0	-
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	36,11	1	36,11	100	3.611	1	36,11	46	1.986	0	-	0	-
	P02 E05	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	3.934	2	39,34	0	-	0	-	0	-
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	500	136.565	5	1.365,65	46	75.111	0	-	0	-
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	3.934	2	39,34	0	-	0	-	0	-
	P03 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	100	2.512	1	25,12	46	1.382	0	-	0	-
	P03 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	3.934	2	39,34	0	-	0	-	0	-
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	500	136.565	5	1.365,65	46	75.111	0	-	0	-
Planta tipo (2ª y 3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	2	39,34	200	3.934	2	78,68	0	-	0	-	0	-
	P04 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	2	50,24	100	5.024	1	50,24	46	2.763	0	-	0	-
	P04 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	2	39,34	200	3.934	2	78,68	0	-	0	-	0	-
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	2	546,26	500	273.130	5	2.731,30	46	150.222	0	-	0	-
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	3.934	2	39,34	0	-	0	-	0	-
	P05 E03	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	100	2.512	1	25,12	46	1.382	0	-	0	-
	P05 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	3.934	2	39,34	0	-	0	-	0	-
	P05 E07	Despachos 1	Despacho	91,32	1	91,32	500	45.660	5	456,60	34	18.378	0	-	0	-
	P05 E09	Despachos 2	Despacho	91,32	1	91,32	500	45.660	5	456,60	34	18.378	0	-	0	-
	P05 E06	Hall zona despachos	Circulaciones	43,92	1	43,92	100	4.392	1	43,92	46	2.416	0	-	0	-
	P05 E08	Salas de reuniones	Salas reuniones	46,56	1	46,56	500	23.280	5	232,80	34	9.370	0	-	0	-
TOTALES Y MEDIAS						1.687,95				7.160,55		356.498		0		0

Otros equipos

CARACTERIZACIÓN DE LOCALES							CARGAS INT. MEDIAS		ACUMULADOS DE LA SEMANA TIPO					
Programa del local			Tipo de uso dentro del Uso característico	Superficie por espacio (m^2)	Multiplicador plantas iguales	Superficie total	Carga por equipos		Propuesta Equipos media L-V		Propuesta Equipos media Sábados		Propuesta Equipos media D-Festivos	
Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	ADMINISTRATIVO	(m^2)	x	(m^2)	Carga media (W/m^2)	Carga (W)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)
Pl. baja	P02 E01	Aseo de planta	A. Servicios	8,69	1	8,69	-	-	0	-	0	-	0	-
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	36,11	1	36,11	-	-	0	-	0	-	0	-
	P02 E05	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-	0	-	0	-	0	-
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	3	819,39	46	45.066	0	-	0	-
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-	0	-	0	-	0	-
	P03 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	-	-	0	-	0	-	0	-
	P03 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-	0	-	0	-	0	-
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	3	819,39	46	45.066	0	-	0	-
Planta tipo (2ª y 3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	2	39,34	-	-	0	-	0	-	0	-
	P04 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	2	50,24	-	-	0	-	0	-	0	-
	P04 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	2	39,34	-	-	0	-	0	-	0	-
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	2	546,26	3	1.638,78	46	90.133	0	-	0	-
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-	0	-	0	-	0	-
	P05 E03	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	-	-	0	-	0	-	0	-
	P05 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-	0	-	0	-	0	-
	P05 E07	Despachos 1	Despacho	91,32	1	91,32	3	273,96	38	12.328	0	-	0	-
	P05 E09	Despachos 2	Despacho	91,32	1	91,32	3	273,96	38	12.328	0	-	0	-
	P05 E06	Hall zona despachos	Circulaciones	43,92	1	43,92	-	-	0	-	0	-	0	-
	P05 E08	Salas de reuniones	Salas reuniones	46,56	1	46,56	3	139,68	34	5.622	0	-	0	-
TOTALES Y MEDIAS						**1.687,95**		**3.965,16**		**210.544**		**0**		**0**

Finalmente, solo resta acumular los diferentes aportes de calor de todos los espacios, para todos los días de la semana y obtener la carga media horaria repercutida por unidad de superficie (ver tabla completa al final de este apartado). Esta parte del cálculo junto con los acumulados de todos los anteriores, se resume en las siguientes tablas:

CARACTERIZACIÓN DE LOCALES							CARGAS INTERNAS MEDIAS PARA TODAS LAS FUENTES DE CALOR INTERNO								
Programa del local			Tipo de uso dentro del Uso característico	Superficie por espacio (m^2)	Multiplicador plantas iguales	Superficie total	Carga por ocupación			Carga por Iluminación				Carga por equipos	
Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	ADMINISTRATIVO	(m^2)	x	(m^2)	Propuesta perfil de uso en oficinas	Carga sens. media (W/p)	Carga (W)	Iluminancia media (lux)	Lúmenes	Carga med. (W/m^2)	Carga (W)	Carga media (W/m^2)	Carga (W)
Pl. baja	P02 E01	Aseo de planta	A. Servicios	8,69	1	8,69	-	-		200	1.738	2	17,38	-	-
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	36,11	1	36,11	-	-		100	3.611	1	36,11	-	-
	P02 E05	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		200	3.934	2	39,34	-	-
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	16	75	1.200	500	136.565	5	1.365,65	3	819,39
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		200	3.934	2	39,34	-	-
	P03 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	-	-		100	2.512	1	25,12	-	-
	P03 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		200	3.934	2	39,34	-	-
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	16	75	1.200	500	136.565	5	1.365,65	3	819,39
Planta tipo (2ª y 3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	2	39,34	-	-		200	3.934	2	78,68	-	-
	P04 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	2	50,24	-	-		100	5.024	1	50,24	-	-
	P04 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	2	39,34	-	-		200	3.934	2	78,68	-	-
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	2	546,26	32	75	2.400	500	273.130	5	2.731,30	3	1.638,78
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		200	3.934	2	39,34	-	-
	P05 E03	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	-	-		100	2.512	1	25,12	-	-
	P05 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		200	3.934	2	39,34	-	-
	P05 E07	Despachos 1	Despacho	91,32	1	91,32	9	75	675	500	45.660	5	456,60	3	273,96
	P05 E09	Despachos 2	Despacho	91,32	1	91,32	9	75	675	500	45.660	5	456,60	3	273,96
	P05 E06	Hall zona despachos	Circulaciones	43,92	1	43,92	-	-		100	4.392	1	43,92	-	-
	P05 E08	Salas de reuniones	Salas reuniones	46,56	1	46,56	23	75	1.725	500	23.280	5	232,80	3	139,68
TOTALES Y MEDIAS						**1.687,95**	**105**		**7.875,00**				**7.160,55**		**3.965,16**

LOCALES			ACUMULADOS APLICANDO EL PERFIL DE USO Y LA OCUPACIÓN DE LA SEMANA TIPO																		
Programa del local			Propuesta Ocupación media L-V		Propuesta Ocupación media Sábados		Propuesta Ocupación media D-Festivos		Propuesta Iluminación media L-V		Propuesta Iluminación media Sábados		Propuesta Iluminación media D-Festivos		Propuesta Equipos media L-V		Propuesta Equipos media Sábados		Propuesta Equipos media D-Festivos		Total semana tipo (W·h)	Total semana tipo / superf. (W·h/m²)	Total sem./168 horas sem. C_{FI} (W/m²)
Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)			
Pl. baja	P02 E01	Aseo de planta	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	0	-	0	-	0	-	46	1.986	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1.986	55	0,33
	P02 E05	Aseo accesible 1	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	28	39.600	0	-	0	-	46	75.111	0	-	0	-	46	45.066	0	-	0	-	159.777	585	3,48
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P03 E04	Distribuidor de planta	0	-	0	-	0	-	46	1.382	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1.382	55	0,33
	P03 E01	Aseo accesible 1	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	28	39.600	0	-	0	-	46	75.111	0	-	0	-	46	45.066	0	-	0	-	159.777	585	3,48
Planta tipo (2ª y 3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P04 E04	Distribuidor de planta	0	-	0	-	0	-	46	2.763	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2.763	55	0,33
	P04 E01	Aseo accesible 1	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	28	79.200	0	-	0	-	46	150.222	0	-	0	-	46	90.133	0	-	0	-	319.554	585	3,48
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P05 E03	Distribuidor de planta	0	-	0	-	0	-	46	1.382	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1.382	55	0,33
	P05 E01	Aseo accesible 1	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P05 E07	Despachos 1	34	27.169	0	-	0	-	34	18.378	0	-	0	-	38	12.328	0	-	0	-	57.875	634	3,77
	P05 E09	Despachos 2	34	27.169	0	-	0	-	34	18.378	0	-	0	-	38	12.328	0	-	0	-	57.875	634	3,77
	P05 E06	Hall zona despachos	0	-	0	-	0	-	46	2.416	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2.416	55	0,33
	P05 E08	Salas de reuniones	25	51.319	0	-	0	-	34	9.370	0	-	0	-	34	5.622	0	-	0	-	66.311	1.424	8,48
TOTALES Y MEDIAS				264.056		0		0		356.498		0		0		210.544		0		0	831.098		2,93

Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna:	
$C_{FI}<6$	Baja
$6 \leq C_{FI}<9$	Media
$9 \leq C_{FI}<12$	Alta
$12 \leq C_{FI}$	Muy alta

El resumen por espacios, que hemos utilizado en el modelo de HULC, es el siguiente:

RESUMEN CARGAS INTERNAS MEDIAS TOTALES POR ESPACIOS						TIPO DE USO	
Pl.	Nombre en planos	Superficie por locales (m^2)	Total semana tipo (W·h)	Total semana tipo / superf. (W·h/m^2)	Total sem./168 horas sem. C_{FI} por locales (W/m^2)	Nivel de carga interna en ESPACIO	Horario de funcionamiento (h)
Pl. baja	Aseo de planta	8,69	-	-	-	Baja	12
	Vestíbulo de entrada	36,11	1.986	55	0,33	Baja	12
	Aseo accesible	19,67	-	-	-	Baja	12
	Zona de oficina y trabajo	273,13	159.777	585	3,48	Baja	12
Pl. primera	Aseo accesible 2	19,67	-	-	-	Baja	12
	Distribuidor de planta	25,12	1.382	55	0,33	Baja	12
	Aseo accesible 1	19,67	-	-	-	Baja	12
	Zona de oficina y trabajo	273,13	159.777	585	3,48	Baja	12
Planta tipo (2ª y 3ª)	Aseo accesible 2	39,34	-	-	-	Baja	12
	Distribuidor de planta	50,24	2.763	55	0,33	Baja	12
	Aseo accesible 1	39,34	-	-	-	Baja	12
	Zona de oficina y trabajo	546,26	319.554	585	3,48	Baja	12
Planta cuarta	Aseo accesible 2	19,67	-	-	-	Baja	12
	Distribuidor de planta	25,12	1.382	55	0,33	Baja	12
	Aseo accesible 1	19,67	-	-	-	Baja	12
	Despachos 1	91,32	57.875	634	3,77	Baja	12
	Despachos 2	91,32	57.875	634	3,77	Baja	12
	Hall zona despachos	43,92	2.416	55	0,33	Baja	12
	Salas de reuniones	46,56	66.311	1.424	8,48	Media	12
TOTALES Y MEDIAS		1.687,95	831.098	-	2,93	Baja	12

Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna:	
$C_{FI}<6$	Baja
$6 \leq C_{FI}<9$	Media
$9 \leq C_{FI}<12$	Alta
$12 \leq C_{FI}$	Muy alta

TABLA RESUMEN COMPLETA DEL CÁLCULO DE LA CARGA INTERNA MEDIA (C_{FI}) PARA EL EDIFICIO DE OFICINAS

CARACTERIZACIÓN DE LOCALES							CARGAS INTERNAS MEDIAS PARA TODAS LAS FUENTES DE CALOR INTERNO								ACUMULADOS APLICANDO EL PERFIL DE USO Y LA OCUPACIÓN DE LA SEMANA TIPO																			
Programa del local			Tipo de uso dentro del Uso característico	Superficie por espacio (m^2)	Multiplicador plantas iguales	Superficie total	Carga por ocupación			Carga por Iluminación			Carga por equipos		Propuesta Ocupación media L-V		Propuesta Ocupación media Sábados		Propuesta Ocupación media D-Festivos		Propuesta Iluminación media L-V		Propuesta Iluminación media Sábados		Propuesta Iluminación media D-Festivos		Propuesta Equipos media L-V		Propuesta Equipos media Sábados		Propuesta Equipos media D-Festivos		Total semana tipo (W·h)	Total semana tipo / superf. ($W·h/m^2$)	Total sem./168 horas sem. C_{FI} (W/m^2)
Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	ADMINISTRATIVO	(m^2)	x	(m^2)	Propuesta perfil de uso en oficinas	Carga sens. media (W/p)	Carga (W)	Iluminancia media (lux)	Lúmenes	Carga med. (W/m^2)	Carga (W)	Carga media (W/m^2)	Carga (W)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)	%	(W·h)			
Pl. baja	P02 E01	Aseo de planta	A. Servicios	8,69	1	8,69	-	-		200	1.738	2	17,38	-	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	36,11	1	36,11	-	-		100	3.611	1	36,11	-	-	0	-	0	-	0	-	46	1.986	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1.986	55	0,33
	P02 E05	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		200	3.934	2	39,34	-	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	16	75	1.200	500	136.565	5	1.365,65	3	819,39	28	39.600	0	-	0	-	46	75.111	0	-	0	-	46	45.066	0	-	0	-	159.777	585	3,48
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		200	3.934	2	39,34	-	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P03 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	-	-		100	2.512	1	25,12	-	-	0	-	0	-	0	-	46	1.382	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1.382	55	0,33
	P03 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		200	3.934	2	39,34	-	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	16	75	1.200	500	136.565	5	1.365,65	3	819,39	28	39.600	0	-	0	-	46	75.111	0	-	0	-	46	45.066	0	-	0	-	159.777	585	3,48
Planta tipo (2ª y 3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	2	39,34	-	-		200	3.934	2	78,68	-	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P04 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	2	50,24	-	-		100	5.024	1	50,24	-	-	0	-	0	-	0	-	46	2.763	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2.763	55	0,33
	P04 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	2	39,34	-	-		200	3.934	2	78,68	-	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	2	546,26	32	75	2.400	500	273.130	5	2.731,30	3	1.638,78	28	79.200	0	-	0	-	46	150.222	0	-	0	-	46	90.133	0	-	0	-	319.554	585	3,48
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		200	3.934	2	39,34	-	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P05 E03	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	-	-		100	2.512	1	25,12	-	-	0	-	0	-	0	-	46	1.382	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1.382	55	0,33
	P05 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	-	-		200	3.934	2	39,34	-	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-
	P05 E07	Despachos 1	Despacho	91,32	1	91,32	9	75	675	500	45.660	5	456,60	3	273,96	34	27.169	0	-	0	-	34	18.378	0	-	0	-	38	12.328	0	-	0	-	57.875	634	3,77
	P05 E09	Despachos 2	Despacho	91,32	1	91,32	9	75	675	500	45.660	5	456,60	3	273,96	34	27.169	0	-	0	-	34	18.378	0	-	0	-	38	12.328	0	-	0	-	57.875	634	3,77
	P05 E06	Hall zona despachos	Circulaciones	43,92	1	43,92	-	-		100	4.392	1	43,92	-	-	0	-	0	-	0	-	46	2.416	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2.416	55	0,33
	P05 E08	Salas de reuniones	Salas reuniones	46,56	1	46,56	23	75	1.725	500	23.280	5	232,80	3	139,68	25	51.319	0	-	0	-	34	9.370	0	-	0	-	34	5.622	0	-	0	-	66.311	1.424	8,48
TOTALES Y MEDIAS						**1.687,95**	**105**		**7.875,00**				**7.160,55**		**3.965,16**		**264.056**		**0**		**0**		**356.498**		**0**		**0**		**210.544**		**0**		**0**	**831.098**		**2,93**

Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna:

C_{FI}<6	Baja
6≤C_{FI}<9	Media
9≤C_{FI}<12	Alta
12≤C_{FI}	Muy alta

CÁLCULO

3. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA EN INVIERNO Y VERANO

1. Conceptos previos
2. Cálculo de las cargas de invierno
3. Cálculo de las cargas de verano

PREVIOS

1. Conceptos previos

Las variaciones climáticas que se producen a lo largo del año en el entorno de un edificio pueden producir disconfort en los espacios interiores que queremos mantener en unas determinadas condiciones de confort higrotérmico. Esta situación se traduce en flujos de calor y de masa (pérdidas o ganancias) entre los locales acondicionados de un edificio y su entorno a través de la envolvente. Por otra parte, las fuentes de calor interno tales como la presencia de personas (metabolismo), la iluminación artificial de los espacios u otros equipos que en su funcionamiento ordinario disipan calor al ambiente, influyen en el balance térmico final de los espacios acondicionados, haciendo que no siempre sea posible mantenerlos de una manera pasiva dentro de las condiciones de confort establecidas. En estos periodos de desequilibrio serán los sistemas activos (que aportan o extraen energía) los encargados de reequilibrar dichas condiciones de confort interno.

El cálculo de la carga térmica de climatización[16], de invierno y verano, de cada uno de los espacios y zonas del edificio, nos permite conocer la potencia térmica global que tendrá que suministrar el sistema elegido, así como la de las unidades terminales necesarias para mantener las condiciones de confort durante el periodo de uso de los diferentes espacios que componen el edificio. A diferencia del capítulo anterior, en el que se trataba de obtener la carga interna media para una semana tipo de funcionamiento, debemos obtener ahora la carga "pico" que se producirá en el momento de máxima demanda, tanto de calefacción como de refrigeración. La máxima demanda se producirá con la combinación más desfavorable de las condiciones exteriores e interiores. En este sentido el RITE dice lo siguiente:

> *IT 1.2.4 Caracterización y cuantificación de la exigencia de eficiencia energética.*
>
> *IT 1.2.4.1 Generación de calor y frío.*
>
> *IT 1.2.4.1.1 Criterios generales.*
>
> *……*

[16] Carga térmica para climatización: es la máxima cantidad de energía por unidad de tiempo (potencia) que es necesaria aportar, en tiempo cálido y frío, para sostener unas determinadas condiciones de confort higrotérmico en el interior un edificio o parte de él, cuando dicho confort no se puede mantener de una manera pasiva. Esa potencia se refiere a la combinación más desfavorable de condiciones externas e internas tanto en invierno como verano que se puedan dar en el edificio (potencia pico).

2. La potencia que suministren las unidades de producción de calor o frío se ajustará a la demanda máxima simultánea de las instalaciones servidas, considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de los fluidos.

Una vez conocida las cargas térmicas de cada espacio, se podrá diseñar y caracterizar cada uno de los elementos que componen el sistema y subsistemas de climatización del edificio, desde los equipos de producción hasta las unidades terminales situadas en cada espacio acondicionado. El siguiente paso consistirá en la selección y prescripción de los equipos comerciales que satisfacen esos requisitos de diseño.

Respecto al proceso de cálculo, dada su complejidad, lo recomendable es utilizar un programa de ayuda que emplee un método horario de simulación. No obstante, la *UNE-EN 12831 de abril de 2019. Eficiencia energética de los edificios. Método de cálculo de la carga térmica de diseño*, describe detalladamente un procedimiento general y dos simplificados que pueden servir de referencia en la obtención de la carga térmica de los locales. En nuestro caso, emplearemos un método mixto entre el cálculo manual y la simulación informática, apoyándonos en HULC que no deja de ser un programa de simulación horaria.

Si bien HULC no nos facilita explícitamente el valor de la demanda pico de calefacción y refrigeración, sí que nos indica el número de horas de fuera de consigna (en las que no se alcanzan las condiciones de confort) para el sistema o sistemas de climatización que hemos diseñado.

Así pues, en este apartado, obtendremos un valor lo más aproximado posible de las cargas térmicas en las condiciones operacionales y de diseño más desfavorables previstas del edificio, caracterizaremos los parámetros básicos de los equipos encargados de neutralizarlas, para a continuación introducirlos y chequearlos en HULC.

INVIERNO

2. Cálculo de las cargas térmicas de invierno

En primer lugar, hemos de fijar las condiciones tanto externas como internas en las que se va a desarrollar el proyecto y posteriormente van a operar los sistemas activos del edificio.

Para los valores de cálculo de las condiciones exteriores hemos recurrido a la "*Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto" (IDAE, junio de 2010)* en concreto los datos que figuran para la estación de Retiro (Madrid). Partiendo de datos estadísticos históricos del clima del lugar, se elaboran los niveles percentiles (anuales o estacionales) que en función de la exigencia del proyecto hemos de adoptar. En la citada guía se recogen los percentiles anuales y su relación aproximada con los estacionales que por ejemplo se utilizan en la *antigua UNE 100014:2004 Climatización. Bases para el proyecto. Condiciones Exteriores de cálculo*.

A la hora de determinar el percentil que hemos de aplicar en nuestro proyecto se tendrá en cuenta lo que se indica en el RITE, en concreto lo siguiente:

> *IT 1.2.4 Caracterización y cuantificación de la exigencia de eficiencia energética.*
>
> *IT 1.2.4.1 Generación de calor y frío.*
>
> *IT 1.2.4.1.1 Criterios generales.*
>
> ……
>
> *3. Con objeto de mejorar la eficiencia energética de los generadores, ajustar la potencia a la demanda térmica real y reducir la potencia de diseño en proyecto, para fijar la potencia que suministren las unidades de producción de calor o frío se ha de tener en cuenta:*
>
> *a) Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de* ***invierno****, las temperaturas secas a considerar son las correspondientes a un* ***percentil del 99 %*** *para todos los tipos de edificios y espacios acondicionados (TS 99 %).*
>
> *b) Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de* ***verano****, las temperaturas seca y húmeda coincidente a considerar son las correspondientes a un* ***percentil del 1 %*** *para todos los tipos de edificios y espacios acondicionados (TS 1 %).*
>
> *Como excepción y siempre que se justifique en el proyecto o memoria técnica, para edificios con usos especiales, como hospitales, museos, etc. se ha de tener en cuenta:*
>
> *a) Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de invierno, las temperaturas secas a considerar son las correspondientes a un percentil del 99,6 % (TS 99,6 %).*
>
> *b) Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de verano, las temperaturas seca y húmeda coincidente a considerar son las correspondientes a un percentil del 0,4 % (TS 0,4 %).*

En nuestro caso, edificio de oficinas, y al no tratarse de ninguno de los usos especiales mencionados, será suficiente con la aplicación del nivel percentil del 99% en invierno y del 1% en los datos de verano, siendo estos percentiles anuales.

Respecto a las condiciones interiores se ha de cumplir lo indicado en el RITE, en la tabla 1.4.1.1

ESTACIÓN	Temperatura operativa ºC	Humedad relativa %
Verano	23…25	45…60
Invierno	21…23	40…50

RITE. Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño

Y se dice, además,

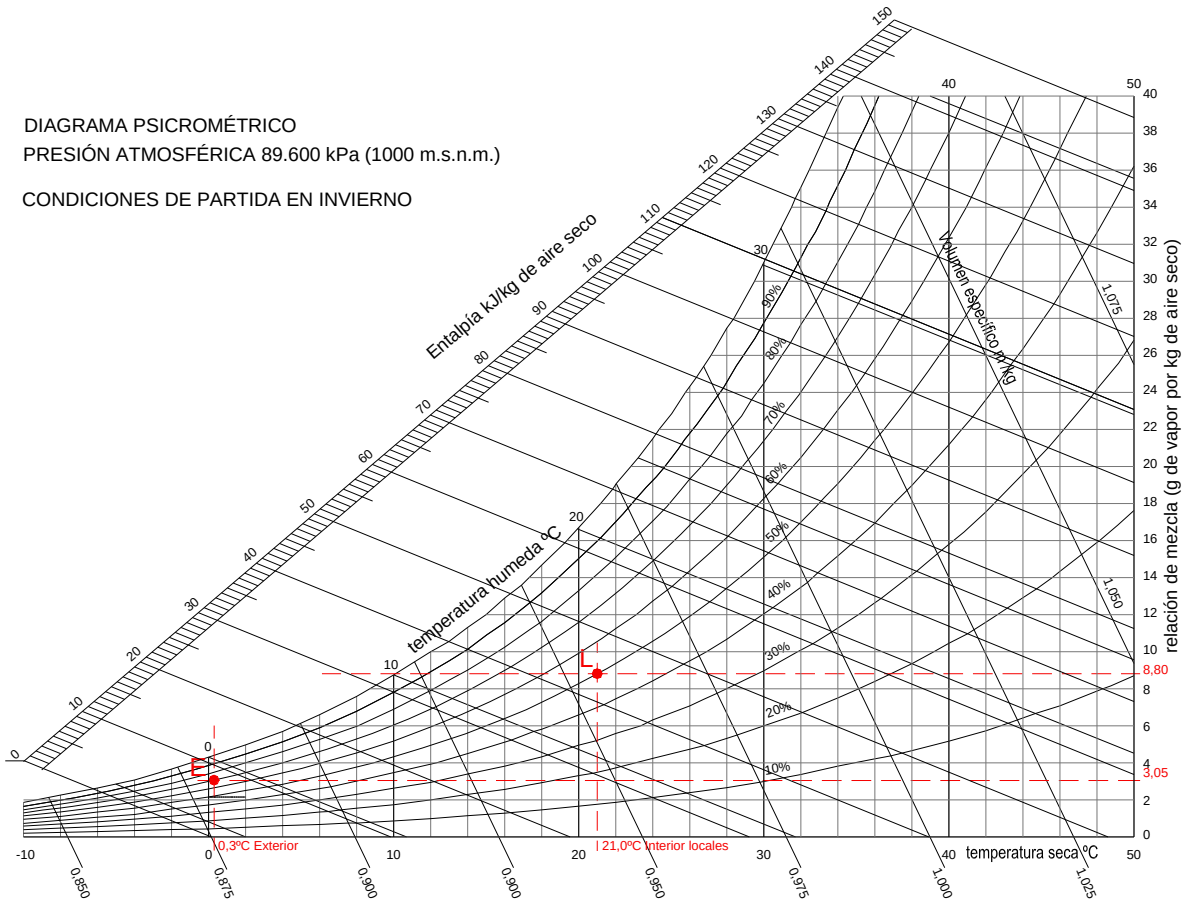
> *Para el dimensionamiento de los sistemas de calefacción, se empleará una temperatura de cálculo de las condiciones interiores de 21ºC. Para los sistemas de refrigeración la temperatura de cálculo será de 25ºC.*

En consecuencia, los valores de cálculo que se han fijado para el proyecto de acondicionamiento de invierno del edificio de oficinas que nos ocupa, situado en Madrid, son los siguientes:

DATOS DE PROYECTO EN INVIERNO

LOCALIZACIÓN		Condiciones INTERIORES			Condiciones EXTERIORES		
Uso	Oficina	Tª seca	21	ºC	Tª seca	0,3	ºC
Localidad	Madrid	HR	50	%	H.Coincid.	69	%
Altitud (m):	740						
Zona climática	D3						

Estas condiciones las hemos trasladado sobre el diagrama psicrométrico, en este caso, para una altitud de 1.000 m sobre el nivel del mar (altitud de proyecto: 740 m.s.n.m.), que resulta una aproximación suficiente y el resultado es el siguiente:



A partir de las condiciones iniciales del aire en ambos puntos, exterior e interior de proyecto, podemos determinar el resto de las condiciones que pueden ser útiles para el cálculo y que se resumen en el siguiente cuadro:

DATOS DE PROYECTO EN INVIERNO

LOCALIZACIÓN		Condiciones INTERIORES			Condiciones EXTERIORES		
Uso	Oficina	Tª seca	21	ºC	Tª seca	0,3	ºC
Localidad	Madrid	HR	50	%	H.Coincid.	69	%
Altitud (m):	740	R. de mezcla	0,0088	kg/kg	R. de mezcla	0,00305	kg/kg
Zona climática	D3						

Para obtener el valor final de carga térmica hemos de considerar:

- **Las perdidas por transmisión directas o indirectas** al exterior de los espacios calefactados. Las pérdidas de calor (directas e indirectas) dependerán de las condiciones exteriores, de las condiciones de los espacios adyacentes y de la resistencia al paso del calor de los diferentes elementos que componen la envolvente térmica. Estas pérdidas a través de la envolvente constituyen las pérdidas por transmisión.
- **Pérdidas térmicas por ventilación.** El otro origen importante de las pérdidas de calor en los espacios es la necesaria renovación del aire interior para mantener las condiciones higiénicas y de salubridad necesarias.
- **Potencia de calentamiento adicional**. Es el caso de espacios calentados de forma intermitente que pueden requerir una potencia de calentamiento adicional. (opcional)
- **Las ganancias térmicas que se produzcan simultáneamente**. Se trata de aportes de calor tanto externo (sol) como interno que se puedan producir en el edificio o locales (opcional).

Es decir, y de manera simplificada, para cada espacio obtendremos:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{hu,i} - \Phi_{gain,i}$$

Donde,

$\Phi_{HL,i}$: pérdidas térmicas de diseño del espacio calefactado (i) [W].

$\Phi_{T,i}$: pérdidas térmicas de diseño por transmisión del espacio calefactado (i) [W].

$\Phi_{V,i}$: pérdidas térmicas de diseño por ventilación del espacio calefactado (i) [W].

$\Phi_{hu,i}$: potencia de calentamiento adicional del espacio calefactado (i) [W].

$\Phi_{gain,i}$: Suma de las ganancias térmicas que se producen en el local (i) [W].

Respecto a los dos últimos términos, de aplicación opcional, se ha adoptado el siguiente criterio:

- Potencia de calentamiento adicional: En nuestro caso, suponemos que el sistema de control de la instalación puede evitar el descenso de temperatura en los momentos más fríos por lo que no será necesario considerar en el cálculo este calentamiento adicional.
- Ganancias térmicas que se producen en el local: Considerando las condiciones particulares del edificio que estamos calculando, oficinas con gran superficie acristalada en la envolvente, con una previsible carga interna media-baja, se ha optado por ser más conservador en el cálculo de las cargas de invierno. En este sentido se prescindirá de las ganancias exteriores (sol) y respecto a las ganancias interiores, iluminación, equipos y ocupación, se considerarán solamente al 5% de su capacidad total.

Para el cálculo de los términos restantes emplearemos, de manera simplificada, las siguientes expresiones:

- Pérdidas térmicas de diseño por transmisión

$$\Phi_{T,i} = \sum_k \Phi_{T,k} = \sum_k (A_k \cdot (U_k + \Delta U_{T,B}) \cdot f_{x,k}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Donde,

$\Phi_{T,i}$: pérdidas térmicas de diseño por transmisión del espacio calefactado (i) [W].

$\Phi_{T,k}$: pérdidas térmicas por transmisión del elemento del edificio (k) [W].

A_k: es la superficie (exterior) del elemento definido (k) [m^2].

U_k: es transmitancia del elemento definido (k) [$W/m^2 \cdot K$].

$\Delta U_{T,B}$: es transmitancia térmica adicional para los puentes térmicos [$W/m^2 \cdot K$].

$f_{x,k}$: es el factor de ajuste de la temperatura.

$\theta_{int,i}$: es la temperatura interior de diseño del espacio considerado (i) [ºC].

θ_e: es la temperatura exterior de diseño [ºC].

- Pérdidas térmicas de diseño por ventilación de un espacio

$$\Phi_{V,i} = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{v,min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Donde,

$\Phi_{V,i}$: pérdidas térmicas de diseño por ventilación del espacio calefactado (i) [W].

ρ_a: es la densidad del aire a la temperatura interior de diseño. Tomamos como valor aproximado 1, 20 kg/m^3

$c_{p,a}$: es el calor específico del aire a la temperatura interior de diseño. Tomaremos = 0,2792 W·h/kg·K

$q_{v,min,i}$: es el caudal volumétrico mínimo de aire interior del espacio calefactado (i) [m^3/h].

$\theta_{int,i}$: es la temperatura interior de diseño del espacio considerado (i) [ºC].

θ_e: es la temperatura exterior de diseño [ºC].

Para el cálculo de las pérdidas por transmisión en cada uno de los espacios acondicionados se han desglosado y caracterizado sus cerramientos.

Para el cálculo del término $(U_k + \Delta U_{T,B}) \cdot f_{x,k}$ se hacen las siguientes consideraciones respecto al criterio de aplicación en nuestro ejemplo:

- Para las pérdidas producidas en puentes térmicos, el término ($\Delta U_{T,B}$) se sustituirá por la aplicación de los valores obtenidos en la simulación mediante HULC. El conjunto total de estas pérdidas se repartirá proporcionalmente entre los distintos elementos de la envolvente térmica del edificio.
- Para el factor de ajuste de la temperatura $f_{x,k}$ se puede optar por corregir la transmitancia en función de su contacto. Como ya hemos visto, esta corrección podemos realizarla de dos formas diferentes:

    - mediante el procedimiento descrito en el documento de ayuda *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. Este es el procedimiento empleado en la sección de ayudas del volumen (I) *"Ejemplo 0, Vivienda unifamiliar mínima"* de esta

guía en la que se puede consultar el cálculo de la transmitancia corregida de varios ejemplos de cerramientos por este método.

- Mediante el procedimiento descrito en la *Guía de Aplicación DB HE 2019 (versión junio de 2022)*, en el punto *4.9 Modelización de espacios adyacentes a la envolvente térmica* dentro del apartado *HE1 CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA*. En este punto se trata la modelización de espacios adyacentes a la envolvente térmica y de las medianeras de separación, y se desarrolla una nueva metodología de cálculo adaptada a la UNE EN ISO 6946:2021.

Por este segundo procedimiento se han calculado y corregido, en el apartado de descripción constructiva del modelo de esta guía, las transmitancias de todas las medianeras de la envolvente térmica y de las particiones en contacto con espacios no habitables o no acondicionados. Esos valores corregidos son los que aparecen en las tablas y los que se han introducido en HULC para simular el modelo.

Envolvente

En la siguiente tabla se incorporan todos los cálculos de pérdidas por transmisión de los espacios de la planta baja del edificio (la planta sótano no dispone de ningún espacio acondicionado). Se incluyen las correcciones de las transmitancias de todas las particiones interiores obtenidas por el método indicado anteriormente (se sombrean y se definen con tres decimales). El cálculo detallado de estas correcciones figura, dentro del capítulo dedicado a la definición del edificio en el apartado *C Definición constructiva* de esta guía, *apartado 1 composición de los cerramientos*. Para el resto de los valores se han tomado directamente de los que calcula HULC y que presenta en la tabla de resultados de la HE 1.

PLANTA BAJA DE ACCESO. PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE

ESPACIO	Código de cerramiento	Tipo de Contacto	Descripción	Sup. Total Cerramiento (m^2)	Sup. Parte OPACA ET (m^2)	Sup. HUECO ET (m^2)	U W/m^2K	U*(Correg. contacto) W/m^2K	ΔT (Te-Ti) (ºC)	Pérdidas cerramiento (W)	Pérdidas estim. ptes térmicos (w)	Pérdidas por espacio (W)
	PLANTA BAJA DE ACCESO P02											
P02 E01 Aseo de planta	M2.N1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	6,55	6,55	-	0,14	0,14	-20,7	-18,97	-11,70	
	M2.O1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	16,17	16,17	-	0,14	0,14		-46,86		
	F1-2.1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	SUELO	8,68	8,68	-	0,31	0,285		-51,21		-128,74
P02 E06 Vestíbulo zona de acceso	M2.N1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	11,44	5,54		0,14	0,14	-20,7	-16,05	-68,35	
	H2.N1.3	EXTERIOR	PUERTA ACC.			2,30	2,62	2,62		-124,74		
	H2.N1.4	EXTERIOR	PUERTA ACC.			1,92	2,62	2,62		-104,13		
	H2.N1.5	EXTERIOR	VENTANA			1,675	0,7	0,7		-24,27		
	Med1$_{PARTE}$	NO ACOND	MEDIANERIA	6,62	6,62	-	0,34	0,292		-40,00		
	Med1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	MEDIANERIA	2,29	2,29	-	0,34	0,292		-13,83		
	Med1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	MEDIANERIA	11,04	11,04	-	0,34	0,292		-66,74		
	Med1$_{PARTE}$	NO ACOND	MEDIANERIA	3,66	3,66	-	0,34	0,292		-22,12		
	Med1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	MEDIANERIA	9,70	9,70	-	0,34	0,292		-58,63		
	F1-2.1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	SUELO	36,10	36,10	-	0,31	0,285		-212,97		-751,83
P02 E05 Aseo accesible 1	M2.N1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	14,88	13,28		0,14	0,14	-20,7	-38,47	-28,45	
	H2.N1.1	EXTERIOR	VENTANA			1,6	0,7	0,7		-23,18		
	M2.E1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	16,17	16,17	-	0,14	0,14		-46,86		
	Med2	NO HABITABLE	MEDIANERIA	8,91	8,91	-	0,34	0,325		-59,92		
	F1-2.1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	SUELO	19,67	19,67	-	0,31	0,285		-116,04		-312,92
P02 E07 Zona de oficina y trabajo	M2.O1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	50,30	6,50		0,14	0,14	-20,7	-18,83	-372,17	
	H2.O1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			43,80	0,68	0,68		-616,50		
	M2.S1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	66,50	8,61		0,14	0,14		-24,95		
	H2.S1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			57,89	0,68	0,68		-814,85		
	M2.E1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	50,30	6,50		0,14	0,14		-18,83		
	H2.E1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			43,80	0,68	0,68		-616,50		
	F1-2.1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	SUELO	273,12	273,12	-	0,31	0,285		-1611,27		-4.093,90
	TOTALES PLANTA BAJA DE ACCESO P02			**612,07**	**459,09**	**152,98**				**-4.806,73**	**-480,67**	**-5.353,23**

Respecto al salto térmico, se han invertido sus factores ($(\theta_e - \theta_{int,i})$ con el fin de obtener valores con signo negativos asociados a las pérdidas de calor y poder distinguir fácilmente en las tablas comparativas (calefacción-refrigeración) estos valores de los positivos asociados a las ganancias de calor.

En cuanto a los puentes térmicos, representan para todo el edificio un total de 1.226,43 W (valor obtenido de la simulación en HULC), por lo que se ha repartido proporcionalmente un valor similar aproximado

respecto a las pérdidas por transmisión de toda la envolvente. En concreto, se aplica un incremento del 10% en planta baja y última y un 5% para plantas intermedias. La composición que figura en HULC para esos puentes térmicos es la siguiente:

PUENTES TÉRMICOS

DEFINICIÓN	VALOR (W/m·K)	LONGITUD (m)	ΔT (Te-Ti) (ºC)	TOTAL (W)
Esquina convexa cerramientos	0,05	48,84	20,7	50,55
Hueco de ventana	0,078	728,28	20,7	1.175,88
			TOTALES	1.226,43

El resumen de la planta primera (P03) es el siguiente:

PLANTA PRIMERA. PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE

ESPACIO	Código de cerramiento	Tipo de Contacto	Descripción	Sup. Total Cerramiento (m^2)	Sup. Parte OPACA ET (m^2)	Sup. HUECO ET (m^2)	U W/m^2K	U*(Correg. contacto) W/m^2K	ΔT (Te-TI) (ºC)	Pérdidas cerramiento (W)	Pérdidas estim. ptes térmicos (w)	Pérdidas por espacio (W)
	PLANTA PRIMERA P03											
P03 E03 Aseo accesible 2	M3.N1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	14,88	13,30		0,14	0,14	-20,7	-38,53	-5,41	
	H3.N1.4	EXTERIOR	VENTANA			1,58	0,7	0,7		-22,89		
	M3.O1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	16,17	16,17	-	0,14	0,14		-46,86		-113,70
P03 E04 Distribuidor	M3.N1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	8,72	6,25		0,14	0,14	-20,7	-18,10	-12,76	
	H3.N1.3	EXTERIOR	VENTANA			2,47	0,7	0,7		-35,79		
	Med1 PARTE	NO ACOND	MEDIANERIA	6,62	6,62	-	0,34	0,292		-40,00		
	Med1 PARTE	NO HABITABLE	MEDIANERIA	2,29	2,29	-	0,34	0,292		-13,83		
	Med1 PARTE	NO HABITABLE	MEDIANERIA	11,04	11,04	-	0,34	0,292		-66,74		
	Med1 PARTE	NO ACOND	MEDIANERIA	3,66	3,66	-	0,34	0,292		-22,12		
	Med1 PARTE	NO HABITABLE	MEDIANERIA	9,70	9,70	-	0,34	0,292		-58,63		-267,97
P03 E01 Aseo accesible 1	M3.N1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	14,88	13,28		0,14	0,14	-20,7	-38,47	-8,42	
	H3.N1.1	EXTERIOR	VENTANA			1,6	0,7	0,7		-23,18		
	M3.E1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	16,17	16,17	-	0,14	0,14		-46,86		
	Med2	NO HABITABLE	MEDIANERIA	8,91	8,91	-	0,34	0,325		-59,92		-176,85
P03 E02 Zona de oficina y trabajo	M3.O1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	50,30	6,50		0,14	0,14	-20,7	-18,83	-105,52	
	H3.O1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			43,80	0,68	0,68		-616,50		
	M3.S1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	66,50	8,61		0,14	0,14		-24,95		
	H3.S1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			57,89	0,68	0,68		-814,85		
	M3.E1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	50,30	6,50		0,14	0,14		-18,83		
	H3.E1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			43,80	0,68	0,68		-616,50		-2215,98
	TOTALES PLANTA PRIMERA 03			**280,11**	**128,97**	**151,14**				**-2.642,38**	**-132,12**	**-2.774,50**

De la misma forma, se obtienen las pérdidas de calor por transmisión para la planta tipo (plantas segunda y tercera). Se trata de dos plantas genuinamente idénticas en su distribución, sistemas y contactos perimetrales y se introducen en HULC como planta (P04) multiplicada por 2. Esto significa que HULC multiplicará por 2 los valores y resultados de la simulación para dicha planta. La tabla resumen de las pérdidas por transmisión para este grupo de plantas es la siguiente:

PLANTA TIPO. PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE

ESPACIO	Código de cerramiento	Tipo de Contacto	Descripción	Sup. Total Cerramiento (m^2)	Sup. Parte OPACA ET (m^2)	Sup. HUECO ET (m^2)	U W/m^2K	U*(Correg. contacto) W/m^2K	ΔT (Te-TI) (ºC)	Pérdidas cerramiento (W)	Pérdidas estim. ptes térmicos (w)	Pérdidas por espacio (W)
	PLANTA TIPO P04 (PLANTAS 2ª Y 3ª)											
P04 E04 Aseo accesible 2	M4.N1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	14,88	13,30		0,14	0,14	-20,7	-38,53	-5,41	
	H4.N1.4	EXTERIOR	VENTANA			1,58	0,7	0,7		-22,89		
	M4.O1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	16,17	16,17	-	0,14	0,14		-46,86		-113,70
P04 E04 Distribuidor	M4.N1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	8,72	6,25		0,14	0,14	-20,7	-18,10	-12,76	
	H4.N1.3	EXTERIOR	VENTANA			2,47	0,7	0,7		-35,79		
	Med1 PARTE	NO ACOND	MEDIANERIA	6,62	6,62	-	0,34	0,292		-40,00		
	Med1 PARTE	NO HABITABLE	MEDIANERIA	2,29	2,29	-	0,34	0,292		-13,83		
	Med1 PARTE	NO HABITABLE	MEDIANERIA	11,04	11,04	-	0,34	0,292		-66,74		
	Med1 PARTE	NO ACOND	MEDIANERIA	3,66	3,66	-	0,34	0,292		-22,12		
	Med1 PARTE	NO HABITABLE	MEDIANERIA	9,70	9,70	-	0,34	0,292		-58,63		-267,97
P04 E01 Aseo accesible 1	M4.N1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	14,88	13,28		0,14	0,14	-20,7	-38,47	-8,42	
	H4.N1.1	EXTERIOR	VENTANA			1,6	0,7	0,7		-23,18		
	M4.E1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	16,17	16,17	-	0,14	0,14		-46,86		
	Med2	NO HABITABLE	MEDIANERIA	8,91	8,91	-	0,34	0,325		-59,92		-176,85
P04 E02 Zona de oficina y trabajo	M4.O1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	50,30	6,50		0,14	0,14	-20,7	-18,83	-105,52	
	H4.O1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			43,80	0,68	0,68		-616,50		
	M4.S1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	66,50	8,61		0,14	0,14		-24,95		
	H4.S1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			57,89	0,68	0,68		-814,85		
	M4.E1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	50,30	6,50		0,14	0,14		-18,83		
	H4.E1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			43,80	0,68	0,68		-616,50		-2215,98
	TOTALES PLANTA TIPO P04 (PLANTAS 2º Y 3º)			**280,11**	**128,97**	**151,14**				**-2.642,38**	**-132,12**	**-2.774,50**
TOTALES 2 PLANTAS IGUALES.MULTIPLICADOR			**2**	**560,22**	**257,95**	**302,27**				**-5.284,76**	**-264,24**	**-5.549,00**

Por último, para la planta 4ª (P05 en HULC), última acondicionada del edificio, se obtienen los siguientes resultados junto con los acumulados totales del edificio:

PLANTA CUARTA. PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE

ESPACIO	Código de cerramiento	Tipo de Contacto	Descripción	Sup. Total Cerramiento (m^2)	Sup. Parte OPACA ET (m^2)	Sup. HUECO ET (m^2)	U W/m^2K	U*(Correg. contacto) W/m^2K	ΔT (Te-Ti) (ºC)	Pérdidas cerramiento (W)	Pérdidas estim. ptes térmicos (w)	Pérdidas por espacio (W)
	PLANTA CUARTA P05											
P05 E02 Aseo accesible 2	M5.N1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	15,94	14,36		0,14	0,14	-20,7	-41,61	-17,58	
	H5.N1.4	EXTERIOR	VENTANA			1,58	0,7	0,7		-22,89		
	M5.O1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	17,33	17,33	-	0,14	0,14		-50,21		
	FCUB$_{PARTE}$	EXTERIOR	TECHO	19,67	19,67	-	0,15	0,15		-61,08		-193,36
P05 E03 Distribuidor de planta	M5.N1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	9,34	6,87		0,14	0,14	-20,7	-19,90	-33,50	
	H5.N1.3	EXTERIOR	VENTANA			2,47	0,7	0,7		-35,79		
	Med1$_{PARTE}$	NO ACOND	MEDIANERIA	6,62	6,62	-	0,34	0,292		-40,01		
	Med1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	MEDIANERIA	2,29	2,29	-	0,34	0,292		-13,83		
	Med1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	MEDIANERIA	11,04	11,04	-	0,34	0,292		-66,74		
	Med1$_{PARTE}$	NO ACOND	MEDIANERIA	3,66	3,66	-	0,34	0,292		-22,12		
	Med1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	MEDIANERIA	9,70	9,70	-	0,34	0,292		-58,63		
	FCUB$_{PARTE}$	EXTERIOR	TECHO	25,12	25,12	-	0,15	0,15		-78,00		-368,52
P05 E01 Aseo accesible 1	M5.N1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	15,94	14,34		0,14	0,140	-20,7	-41,55	-23,59	
	H5.N1.1	EXTERIOR	VENTANA			1,6	0,7	0,7		-23,18		
	M5.E1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	17,33	17,33	-	0,14	0,14		-50,21		
	Med2	NO HABITABLE	MEDIANERIA	8,91	8,91	-	0,34	0,325		-59,92		
	FCUB$_{PARTE}$	EXTERIOR	TECHO	19,67	19,67	-	0,15	0,15		-61,08		-259,53
P05 E07 Despachos 1	M5.O1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	53,89	10,09		0,14	0,14	-20,7	-29,24	-116,64	
	H5.O1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			43,80	0,68	0,68		-616,50		
	M5.S1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	19,84	3,77		0,14	0,14		-10,92		
	H5.S1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			16,07	0,68	0,68		-226,20		
	FCUB$_{PARTE}$	EXTERIOR	TECHO	91,31	91,31	-	0,15	0,15		-283,52		-1283,01
P05 E09 Despachos 2	M5.E1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	53,89	10,09		0,14	0,14	-20,7	-29,24	-116,64	
	H5.E1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			43,80	0,68	0,68		-616,50		
	M5.S1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	19,84	3,77		0,14	0,14		-10,92		
	H5.S1.3	EXTERIOR	MURO CORTINA			16,07	0,68	0,68		-226,20		
	FCUB$_{PARTE}$	EXTERIOR	TECHO	91,31	91,31	-	0,15	0,15		-283,52		-1283,01
P05 E06 Hall zona oficinas	FCUB$_{PARTE}$	EXTERIOR	TECHO	43,92	43,92	-	0,15	0,15	-20,7	-136,37	-13,64	-150,01
P05 E08 S. reuniones	M5.S1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	31,58	5,96		0,14	0,14	-20,7	-17,26	-52,23	
	H5.S1.2	EXTERIOR	MURO CORTINA			25,62	0,68	0,68		-360,63		
	FCUB$_{PARTE}$	EXTERIOR	TECHO	46,50	46,50	-	0,15	0,15		-144,38		-574,49
	TOTALES PLANTA CUARTA P05			**634,60**	**483,60**	**151,01**				**-3.738,13**	**-395,94**	**-4.111,94**
	TOTALES EDIFICIO DE OFICINAS			**2.086,99**	**1329,60**	**757,39**				**-16.472,00**	**-1.272,97**	**-17.788,67**

Ventilación

Respecto a las necesidades de ventilación en el edificio, en el apartado descriptivo de las instalaciones, se incluye un cuadro que refleja las necesidades de cada espacio en función de las exigencias del R.I.T.E. En este caso y, tal y como se ha explicado en el apartado de descripción de los sistemas, se ha utilizado la configuración que supone una ocupación más intensiva de cada uno de los espacios con el fin de conocer las necesidades reales de acondicionamiento en los escenarios más desfavorables.

El resumen es el siguiente:

CAUDALES DE VENTILACIÓN CON OCUPACIÓN MÁXIMA

LOCALES					OCUPACIÓN	CARACTERIZACIÓN DE LOS CAUDALES DE VENTILACIÓN										
Programa del local			Superficie ÚTIL	Volumen de aire interior	Ocpación máxima prevista	Categorías del aire		Tasa de ventilación según IDA $dm^3/s{\cdot}p$	Tasa de ventilación según IDA $dm^3/s{\cdot}m^2$	Caudales mínimos de ventilación						
Pl.	ESPACIO	Nomenclatura en planos	(m^2)	(m^3)	nº p.	Interior	Extracción			Admisión dm^3/s	Extracción dm^3/s	Extracción m^3/s	Extracción m^3/h	$m^3/h{\cdot}m^2$	Renov./h (h^{-1})	
Planta baja	P02 E01	Aseo de planta	8,69	26,50		IDA 2	AE 2		0,55	4,8	26,1	0,026	93,85	10,80	3,5	(*)
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	36,11	110,14	4	IDA 2	AE 1	12,5		50,0	50,0	0,050	180,00	4,98	1,6	
	P02 E05	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	273,13	833,05	27	IDA 2	AE 1	12,5		337,5	337,5	0,338	1.215,00	4,45	1,5	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,60	1.029,68	31					403,1	472,6	0,473	1.701,29	5,04	1,7	
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P03 E04	Distribuidor de planta	25,12	76,62		IDA 2	AE 1		0,55	13,8	13,8	0,014	49,74	1,98	0,6	
	P03 E01	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	833,05	27	IDA 2	AE 1	12,5		337,5	337,5	0,338	1.215,00	4,45	1,5	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,59	1.029,65	27					373,0	469,3	0,469	1.689,61	5,00	1,6	
Planta tipo (2º-3º)	P04 E03	Aseo accesible 2	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P04 E04	Distribuidor de planta	25,12	76,62		IDA 2	AE 1		0,55	13,8	13,8	0,014	49,74	1,98	0,6	
	P04 E01	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	833,05	27	IDA 2	AE 1	12,5		337,5	337,5	0,338	1.215,00	4,45	1,5	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,59	1.029,65	27					373,0	469,3	0,469	1.689,61	5,00	1,6	
OTALES PARA DOS PLANTAS IGUALES. X 2			675,18	2.059,30	54					745,91	938,67	0,939	3379,22		3,3	
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P05 E03	Distribuidor de planta	25,12	76,62		IDA 2	AE 1		0,55	13,8	13,8	0,014	49,74	1,98	0,6	
	P05 E01	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P05 E07	Despachos 1	91,32	278,53	9	IDA 2	AE 1	12,5		112,5	112,5	0,113	405,00	4,43	1,5	
	P05 E09	Despachos 2	91,32	278,53	9	IDA 2	AE 1	12,5		112,5	112,5	0,113	405,00	4,43	1,5	
	P05 E06	Hall zona despachos	43,92	133,96		IDA 2	AE 1		0,55	24,2	24,2	0,024	86,96	1,98	0,6	
	P05 E08	Salas de reuniones	46,56	142,01	23	IDA 2	AE 1	12,5		287,5	287,5	0,288	1.035,00	22,23	7,3	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,58	1.029,62	41					572,1	668,5	0,668	2.406,57	7,13	2,3	
TOTALES DEL EDIFICIO			**1.687,95**	**5.148,25**	**153**					**2.094,1**	**2.549,1**	**2,549**	**9.176,69**		**1,78**	

Los aseos y en particular las cabinas de inodoro, deben mantener su espacio en depresión respecto a los locales adyacentes. Con este objetivo se propone que reciban aire de transferencia de los locales contiguos y que en los locales con presencia de inodoros se realice exclusivamente extracción. En consecuencia:

(*) En zonas de aseos se ha considerado un caudal mínimo de extracción de 3 l/s m^2 (según el RITE el caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 l/s por m^2) o 15 l/s (como caudal mínimo recomendado). Tomaremos el mayor de los dos opciones para cada aseo.

Recordemos que el sistema de ventilación integrado en el sistema de climatización "todo aire" incorpora recuperador de calor con una eficacia del 75%

Como disponemos de los datos precisos de caudal de ventilación en cada espacio y sabiendo que en el cálculo de las cargas térmicas de refrigeración es importante discriminar entre las ganancias sensibles y latentes aplicaremos también en calefacción las siguientes expresiones, ya conocidas y con algún ajuste en las unidades de referencia:

Calor sensible:

$$\phi_{SV,i} = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{v,min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Donde,

$\phi_{SV,i}$: pérdidas térmicas sensibles de diseño por ventilación del espacio calefactado (i) [W].

ρ_a: es la densidad del aire a la temperatura interior de diseño. Tomamos como valor aproximado 1, 20 kg/m^3

$c_{p,a}$: es el calor específico del aire a la temperatura interior de diseño. Tomaremos = 1.005 J/kg·K

$q_{v,min,i}$: es el caudal volumétrico mínimo de aire interior del espacio calefactado (i) [m^3/s].

$\theta_{int,i}$: es la temperatura interior de diseño del espacio considerado (i) [ºC].

θ_e: es la temperatura exterior de diseño [ºC].

Calor latente:

$$\phi_{LV,i} = \rho_a \cdot L_v \cdot q_{v,min,i} \cdot (w_{int,i} - w_e)$$

Donde,

$\phi_{LV,i}$: pérdidas térmicas de diseño por ventilación del espacio calefactado (i) [W].

ρ_a: es la densidad del aire a la temperatura interior de diseño. Tomamos como valor aproximado 1, 20 kg/m^3

L_v: es el calor vaporización del agua a la temperatura interior de diseño. Tomaremos = 2.450 J/g

$q_{v,min,i}$: es el caudal volumétrico mínimo de aire interior del espacio calefactado (i) [m^3/h].

$w_{int,i}$: relación de vapor de agua por kilogramo de aire seco interior de diseño del espacio considerado (i) [g/kg].

w_e: es la relación de vapor de agua por kilogramo de aire seco exterior de diseño [g/kg].

Por las razones explicadas anteriormente invertiremos también el orden de factores en el salto térmico y en la diferencia de la relación de mezcla (g de vapor de agua/ kg de aire seco).

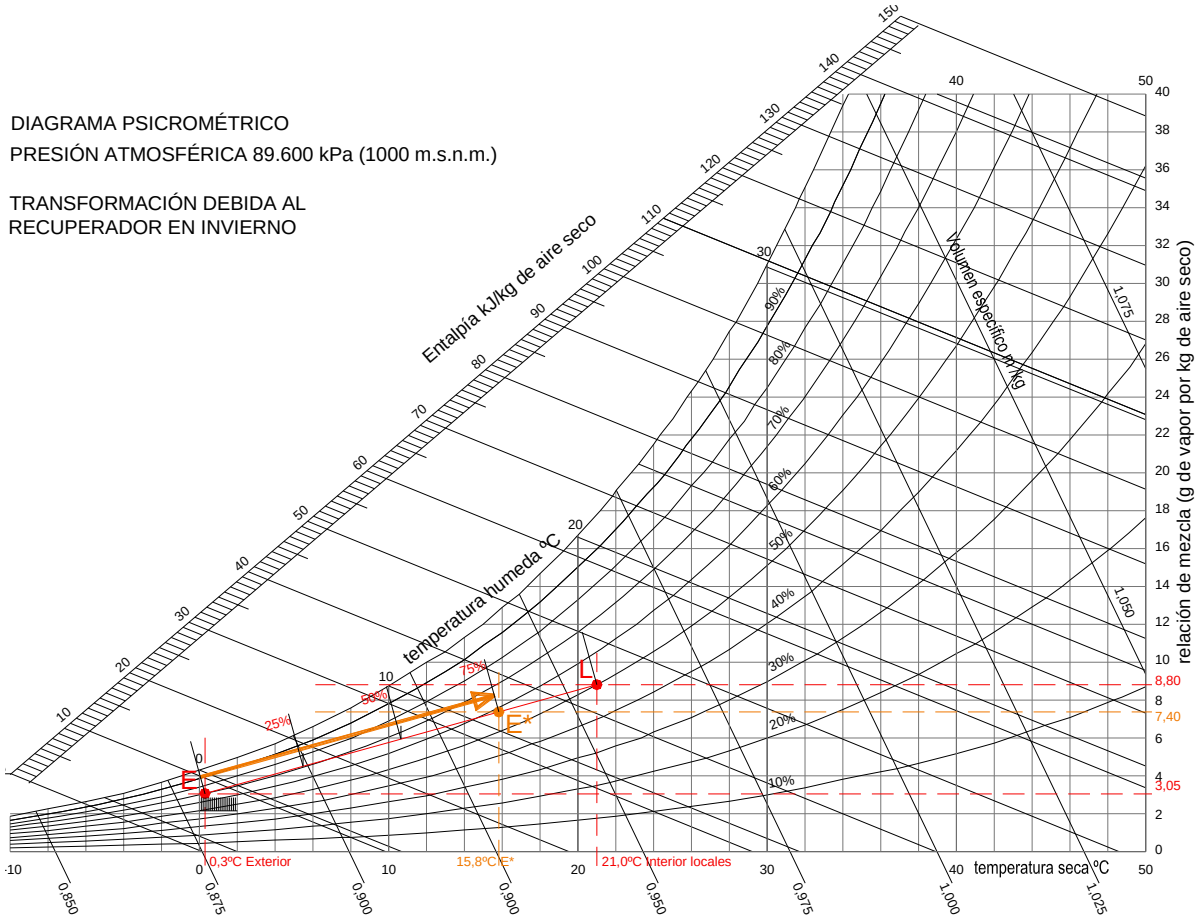
Las condiciones de cálculo del aire exterior que introducimos como aire de renovación en los espacios, sufre modificaciones cuando existe un recuperador de calor que lo transforma, como es nuestro caso. Si el recuperador es del tipo “estático” esa modificación será exclusivamente sensible, modificación de la temperatura seca del aire. Según la ficha de nuestro ejemplo el recuperador es del tipo “entálpico”, es decir, se transfiere tanto calor sensible como latente entre los dos flujos de aire que intercambian en el recuperador (flujo de admisión y flujo de expulsión).

El recuperador que se ha prescrito en nuestro ejemplo dispone de un rendimiento del 75 %, 0,75 en tanto por uno y va incluido en cada una de las climatizadoras de zona que reciben el aire exterior.

Las condiciones de cálculo del aire exterior (para el cálculo de calefacción) recordemos que eran las siguientes:

Condiciones EXTERIORES		
Tª seca	0,3	ºC
H.Coincid.	69	%
R. de mezcla	0,00305	kg/kg

El recuperador de calor va a modificar esas condiciones del aire exterior antes de ser tratado en los equipos e introducido en los locales, aproximando sus parámetros a los del local que queremos calefactar, con el consiguiente ahorro energético. Su efecto se describe gráficamente y, de manera esquemática, sobre el diagrama psicrométrico:



Tras el efecto de recuperación de energía producido, las condiciones modificadas del aire exterior serán las siguientes:

DATOS DE PROYECTO EN INVIERNO

LOCALIZACIÓN		Condiciones INTERIORES			Condiciones EXTERIORES			Condiciones EXTERIORES Modificadas por RECUPERADOR (E*)		
Uso	Oficina	Tª seca	21	ºC	Tª seca	0,3	ºC	Tª seca	15,8	ºC
Localidad	Madrid	HR	50	%	H.Coincid.	69	%	HR coincid.	58,0	%
Altitud (m):	740	R. de mezcla	0,0088	kg/kg	R. de mezcla	0,00305	kg/kg	R. de mezcla	0,0074	kg/kg
Zona climática	D3									

Son estas últimas las que hemos de considerar en el cálculo de las pérdidas debidas a la ventilación de los espacios. No estamos considerando en el cálculo las infiltraciones incontroladas a través de la envolvente, si lo hiciéramos, deberíamos aplicar un salto térmico referido a las condiciones originales de cálculo del aire exterior pues ese caudal de aire, evidentemente, no pasa por el recuperador.

El resultado de las pérdidas térmicas debidas a la ventilación de los espacios de todas las plantas del edificio se resume en las siguientes tablas:

PLANTA BAJA. PÉRDIDAS DEBIDAS A LA VENTILACIÓN

LOCAL				OCUPACIÓN	Q VENT	Δ		CARGAS TÉRM. VENTILACIÓN INVIERNO		
Pl.	ESPACIO	nomenclatura en planos	Superficie (m^2)	nº p.	m^3/s	$T_{e*} - T_i$ (ºC)	$w_e - w_i$ (kg/kg)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Totales (W)
Planta baja	P02 E01	Aseo de planta	8,69	-	0,026	-5,2	-0,0014	-163,49	-0,11	-163,60
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	36,11	4,00	0,050	-5,2	-0,0014	-313,56	-0,21	-313,77
	P02 E05	Aseo accesible 1	19,67	-	0,059	-5,2	-0,0014	-370,06	-0,24	-370,31
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	273,13	27,00	0,338	-5,2	-0,0014	-2.116,53	-1,39	-2.117,92
		TOTALES	337,60	31	0,473			-2.963,64	-1,95	-2.965,59

PLANTA PRIMERA. PÉRDIDAS DEBIDAS A LA VENTILACIÓN

LOCAL				OCUPACIÓN	Q VENT	Δ		CARGAS TÉRM. VENTILACIÓN INVIERNO		
Pl.	ESPACIO	nomenclatura en planos	Superficie (m^2)	nº p.	m^3/s	$T_{e*} - T_i$ (ºC)	$w_e - w_i$ (kg/kg)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Totales (W)
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	19,67	0	0,059	-5,2	-0,0014	-370,06	-0,24	-370,31
	P03 E04	Distribuidor de planta	25,12	0	0,014	-5,2	-0,0014	-86,64	-0,06	-86,70
	P03 E01	Aseo accesible 1	19,67	0	0,059	-5,2	-0,0014	-370,06	-0,24	-370,31
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	27	0,338	-5,2	-0,0014	-2.116,53	-1,39	-2.117,92
		TOTALES	337,59	27	0,469			-2.943,30	-1,93	-2.945,23

PLANTA TIPO. PÉRDIDAS DEBIDAS A LA VENTILACIÓN

LOCAL				OCUPACIÓN	Q VENT	Δ		CARGAS TÉRM. VENTILACIÓN INVIERNO		
Pl.	ESPACIO	nomenclatura en planos	Superficie (m^2)	nº p.	m^3/s	$T_{e*} - T_i$ (ºC)	$w_e - w_i$ (kg/kg)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Totales (W)
Planta tipo (2ª-3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	19,67	0	0,059	-5,2	-0,0014	-370,06	-0,24	-370,31
	P04 E04	Distribuidor de planta	25,12	0	0,014	-5,2	-0,0014	-86,64	-0,06	-86,70
	P04 E01	Aseo accesible 1	19,67	0	0,059	-5,2	-0,0014	-370,06	-0,24	-370,31
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	27	0,338	-5,2	-0,0014	-2.116,53	-1,39	-2.117,92
		TOTALES	337,59	27	0,469			-2.943,30	-1,93	-2.945,23
X	2	TOTALES 3 PLANTAS	675,18	54	0,94			- 5.886,60	- 3,86	- 5.890,46

PLANTA CUARTA. PÉRDIDAS DEBIDAS A LA VENTILACIÓN

LOCAL				OCUPACIÓN	Q VENT	Δ		CARGAS TÉRM. VENTILACIÓN INVIERNO		
Pl.	ESPACIO	nomenclatura en planos	Superficie (m^2)	nº p.	m^3/s	$T_{e*} - T_i$ (ºC)	$w_e - w_i$ (kg/kg)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Totales (W)
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	19,67	0	0,059	-5,2	-0,0014	-370,06	-0,24	-370,31
	P05 E03	Distribuidor de planta	25,12	0	0,014	-5,2	-0,0014	-86,64	-0,06	-86,70
	P05 E01	Aseo accesible 1	19,67	0	0,059	-5,2	-0,0014	-370,06	-0,24	-370,31
	P05 E07	Despachos 1	91,32	9	0,113	-5,2	-0,0014	-705,51	-0,46	-705,97
	P05 E09	Despachos 2	91,32	9	0,113	-5,2	-0,0014	-705,51	-0,46	-705,97
	P05 E06	Hall zona despachos	43,92	0	0,024	-5,2	-0,0014	-151,49	-0,10	-151,59
	P05 E08	Salas de reuniones	46,56	23	0,288	-5,2	-0,0014	-1.802,97	-1,18	-1.804,15
		TOTALES	337,58	41	0,668			-1.532,28	-1,01	-1.533,29
		TOTALES EN EL EDIFICIO	1.687,95	153,00	2,55			-13.325,82	-8,75	-13.334,57

Pérdidas de calor sensible

$$\phi_{s_vent} = Q_{vent} \cdot (T_{e*} - T_i) \cdot \rho \cdot C_{aire}$$

ϕ_{s_vent}: Pérdidas sensibles por ventilación (W)
Q_{vent}: Caudal de cálculo de ventilación m^3/s
T_{e*}: Temperatura exterior cálculo (ºC) 15,8
T_i: Temperatura interior cálculo (ºC) 21,0

ρ: densidad del aire (kg/m^3) 1,20
(varia con la altitud y la temperatura del aire). Tomamos un valor de referencia
C_{aire}: Calor específico del aire (J/kg·ºK) 1.005,0

Pérdidas de calor latente

$$\phi_{L_vent} = Q_{vent} \cdot (w_{e*} - w_i) \cdot \rho \cdot L_V$$

ϕ_{L_vent}: Pérdidas latentes ventilación (W)
Q_{vent}: Caudal de cálculo de ventilación m^3/s
W_{e*}: R. de mezcla aire exterior (kg/kg) 0,0074
W_i: R. de mezcla aire interior (kg/kg) 0,0088

ρ: densidad del aire (kg/m^3) 1,20
(varia con la altitud y la temperatura del aire). Tomamos un valor de referencia
L_V: Calor vaporización agua (J/g) a 20ºC 2.450,0

* Condiciones exteriores modificadas por el recuperador entálpico

Cargas internas. Criterios de aplicación.

Una vez caracterizadas las condiciones exteriores de cálculo, resulta necesario definir las cargas internas que se consideran simultáneamente presentes en el edificio durante la situación de diseño. Dado que el objetivo es determinar una condición razonablemente desfavorable para el dimensionado de los sistemas de climatización, se ha adoptado un conjunto de hipótesis coherente con el uso previsto del edificio y con el criterio general seguido a lo largo de esta guía, basado en la búsqueda de simplificaciones técnicamente justificadas que permitan obtener resultados representativos sin recurrir a procedimientos de complejidad excesiva.

- Ocupación: Para la determinación de las cargas internas asociadas a la presencia de personas se ha considerado la misma ocupación empleada previamente en el cálculo de los caudales de ventilación, ya justificada en el apartado correspondiente y en el capítulo dedicado a la descripción de los sistemas del edificio. De esta forma se garantiza la coherencia entre las hipótesis utilizadas para el dimensionado de la ventilación y las empleadas en el cálculo de las cargas térmicas.

- Iluminación: Para la estimación de las cargas internas debidas a la iluminación artificial se han adoptado las mismas densidades de potencia consideradas en el cálculo de la carga interna media del edificio (C_{FI}).

  Aunque los valores empleados en el C_{FI} tienen carácter medio y no representan necesariamente una situación instantánea de máxima demanda, se considera admisible su utilización en este cálculo de cargas térmicas de diseño. Esta decisión se justifica por la baja potencia instalada asociada a los sistemas actuales de iluminación basados en tecnología LED, cuya contribución al balance térmico global es sensiblemente menor que la de sistemas tradicionales. En consecuencia, aun cuando el valor medio utilizado pudiera quedar ligeramente por debajo de una situación puntual de funcionamiento máximo, la desviación introducida no se considera suficientemente relevante como para alterar de forma significativa el dimensionado final de los sistemas.

  La tabla siguiente recoge las densidades de potencia de iluminación adoptadas para cada uno de los espacios considerados aplicando el mismo criterio empleado en el cálculo del C_{FI}:

CARACTERIZACIÓN DE LOCALES							ILUMINACIÓN		
Programa del local			Tipo de uso dentro del Uso característico	Superficie por espacio (m^2)	Multiplicador plantas iguales	Superficie TOTAL	Potencia de Iluminación Instalada		
Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	ADMINISTRATIVO	(m^2)	x	(m^2)	Iluminancia media (lux)	D. Potencia (W/m^2)	Potencia Total (W)
Pl. baja	P02 E01	Aseo de planta	A. Servicios	8,69	1	8,69	200	2	17,38
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	36,11	1	36,11	100	1	36,11
	P02 E05	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	2	39,34
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	500	5	1.365,65
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	2	39,34
	P03 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	100	1	25,12
	P03 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	2	39,34
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	500	5	1.365,65
Planta tipo (2ª y 3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	2	39,34	200	2	78,68
	P04 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	2	50,24	100	1	50,24
	P04 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	2	39,34	200	2	78,68
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	2	546,26	500	5	2.731,30
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	2	39,34
	P05 E03	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	100	1	25,12
	P05 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	2	39,34
	P05 E07	Despachos 1	Despacho	91,32	1	91,32	500	5	456,60
	P05 E09	Despachos 2	Despacho	91,32	1	91,32	500	5	456,60
	P05 E06	Hall zona despachos	Circulaciones	43,92	1	43,92	100	1	43,92
	P05 E08	Salas de reuniones	Salas reuniones	46,56	1	46,56	500	5	232,80
TOTALES Y MEDIAS						1.687,95			7.160,55

(Tabla de densidades de potencia de iluminación)

- Otros equipos de aporte de calor interno: A diferencia de lo que ocurre con la iluminación, las cargas asociadas a equipos presentan una tendencia creciente en los edificios terciarios actuales. La progresiva incorporación de equipos informáticos, dispositivos electrónicos, sistemas audiovisuales, elementos de telecomunicación y otros equipos auxiliares hace que esta componente represente una fracción cada vez más relevante de las ganancias térmicas internas.

  Para los espacios de trabajo se ha adoptado el valor de producción de calor recomendado por la UNE-EN ISO 13790 para edificios de oficinas, correspondiente a una densidad de carga de **15 W/m²** durante el tiempo de utilización. En el resto de los espacios, donde la presencia de equipamiento es significativamente menor y no constituye un factor determinante en el balance térmico, se ha optado por adoptar una carga interna reducida de **1 W/m²**. Como excepción, en la zona de recepción se ha considerado una posible mayor concentración de equipos informáticos y de atención al público, manteniéndose el valor medio de **3 W/m²** empleado previamente en el cálculo del CFI.

  La tabla siguiente recoge los criterios de referencia empleados para la definición de estas cargas internas asociadas a equipos.

Flujo de calor debido a los equipos			
Uso del edificio	Equipos de prod. de calor durante el tiempo de trabajo (W/m^2)	fracción del tiempo presente (tanto por uno)	Indice medio del flujo de calor debido a los equipos (W/m^2)
Oficinas	**15**	**0,20**	**3**
Colegios, escuelas	5	0,15	1
Centros de salud	8	0,50	4
Centros de asist., no clínico	15	0,20	3
Catering, restauración	10	0,25	3
Tiendas	10	0,25	3
Salones de actos	5	0,20	1
Alojamiento, hospedaje	4	0,50	2
Prisiones y penitenciarías	4	0,50	2
Deportes	4	0,25	1

Fuente: *UNE-EN-ISO 13790 Eficiencia energética de los edificios. Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración de espacios. Anexo G.*

Por otra parte, y centrándonos en el aporte en invierno debido a estos equipos, se ha considerado, de forma conservadora, que las ganancias internas debidas a ocupación, iluminación y equipos no se encuentran disponibles en su totalidad durante la situación más desfavorable de calefacción. Por ello, a efectos del balance térmico de invierno, se adopta una contribución reducida equivalente al 5% de la capacidad máxima prevista para dichas cargas internas. La aportación considerada para cada zona queda recogida en las tablas siguientes:

PLANTA BAJA. GANANCIAS DE CALOR DEBIDAS A LAS CARGAS INTERNAS

LOCAL			APORTE CALOR ILUMINACIÓN (5%)			APORTES DE CALOR POR OCUPACIÓN AL 5%					EQUIPOS AL 5%		APORTE CALOR TOTAL		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	Superficie (m^2)	Pot. Inst. W/m^2	aporte sensible (5%) (W)	nº p.	Sensible W/p	latente W/p	aporte sensible (5%) (W)	aporte latente (5%) (W)	Pot. Inst. W/m^2	aporte sensible (5%) (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta baja	P02 E01	Aseo de planta	8,69	2,00	0,87	0			0,00	0,00	1	0,43	1,30	0,00	1,30
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	36,11	1,00	1,81	4	75	55	15,00	11,00	3	5,42	22,22	11,00	33,22
	P02 E05	Aseo accesible 1	19,67	2,00	1,97	0			0,00	0,00	1	0,98	2,95	0,00	2,95
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	273,13	5,00	68,28	27	75	55	101,25	74,25	15	204,85	374,38	74,25	448,63
TOTALES			**337,60**		**72,92**	**31**			**116,25**	**85,25**		**211,25**	**400,86**	**85,25**	**486,11**

PLANTA PRIMERA. GANANCIAS DE CALOR DEBIDAS A LAS CARGAS INTERNAS

LOCAL			APORTE CALOR ILUMINACIÓN (5%)			APORTES DE CALOR POR OCUPACIÓN AL 5%					EQUIPOS AL 5%		APORTE CALOR TOTAL		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	Superficie (m^2)	Pot. Inst. W/m^2	aporte sensible (5%) (W)	nº p.	Sensible W/p	latente W/p	aporte sensible (5%) (W)	aporte latente (5%) (W)	Pot. Inst. W/m^2	aporte sensible (5%) (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	19,67	2,00	1,97	0			0,0	0,0	1	0,98	2,95	0,00	2,95
	P03 E04	Distribuidor de planta	25,12	1,00	1,26	0	75	55	0,0	0,0	1	1,26	2,51	0,00	2,51
	P03 E01	Aseo accesible 1	19,67	2,00	1,97	0			0,0	0,0	1	0,98	2,95	0,00	2,95
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	5,00	68,28	27	75	55	101,3	74,3	15	204,85	374,38	74,25	448,63
TOTALES			**337,59**		**73,47**	**27**			**101,25**	**74,25**		**208,07**	**382,79**	**74,25**	**457,04**

PLANTA TIPO. GANANCIAS DE CALOR DEBIDAS A LAS CARGAS INTERNAS

LOCAL			APORTE CALOR ILUMINACIÓN (5%)			APORTES DE CALOR POR OCUPACIÓN AL 5%					EQUIPOS AL 5%		APORTE CALOR TOTAL		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	Superficie (m^2)	Pot. Inst. W/m^2	aporte sensible (5%) (W)	nº p.	Sensible W/p	latente W/p	aporte sensible (5%) (W)	aporte latente (5%) (W)	Pot. Inst. W/m^2	aporte sensible (5%) (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta tipo (2ª-3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	19,67	2,00	1,97	0			0,0	0,0	1	0,98	2,95	0,00	2,95
	P04 E04	Distribuidor de planta	25,12	1,00	1,26	0	75	55	0,0	0,0	1	1,26	2,51	0,00	2,51
	P04 E01	Aseo accesible 1	19,67	2,00	1,97	0			0,0	0,0	1	0,98	2,95	0,00	2,95
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	5,00	68,28	27	75	55	101,3	74,3	15	204,85	374,38	74,25	448,63
TOTALES			337,59		73,47	27			101,25	74,25		208,07	382,79	74,25	457,04
X	2	TOTALES 3 PLANTAS	675,18		146,95	54,00			202,50	148,50		416,14	765,59	148,50	914,09

PLANTA CUARTA. GANANCIAS DE CALOR DEBIDAS A LAS CARGAS INTERNAS

LOCAL			APORTE CALOR ILUMINACIÓN (5%)			APORTES DE CALOR POR OCUPACIÓN AL 5%					EQUIPOS AL 5%		APORTE CALOR TOTAL		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	Superficie (m^2)	Pot. Inst. W/m^2	aporte sensible (5%) (W)	nº p.	Sensible W/p	latente W/p	aporte sensible (5%) (W)	aporte latente (5%) (W)	Pot. Inst. W/m^2	aporte sensible (5%) (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	19,67	2,00	1,97	0			0,0	0,0	1	0,98	2,95	0,00	2,95
	P05 E03	Distribuidor de planta	25,12	1,00	1,26	0	75	55	0,0	0,0	1	1,26	2,51	0,00	2,51
	P05 E01	Aseo accesible 1	19,67	2,00	1,97	0			0,0	0,0	1	0,98	2,95	0,00	2,95
	P05 E07	Despachos 1	91,32	5,00	22,83	9	75	55	33,8	24,8	15	68,49	125,07	24,75	149,82
	P05 E09	Despachos 2	91,32	5,00	22,83	9	75	55	33,8	24,8	15	68,49	125,07	24,75	149,82
	P05 E06	Hall zona despachos	43,92	1,00	2,20	0	75	55	0,0	0,0	15	32,94	35,14	0,00	35,14
	P05 E08	Salas de reuniones	46,56	5,00	11,64	23	75	55	86,3	63,3	15	34,92	132,81	63,25	196,06
TOTALES			337,58		64,69	41			153,75	112,75		208,06	426,50	112,75	539,25
TOTALES EN EL EDIFICIO			1.687,95		358,03	153,00			573,75	420,75		1.043,52	1.975,73	420,75	2.396,48

El balance general y por espacios de pérdidas menos ganancias, con resultado de las cargas térmicas de calefacción finales queda como sigue:

PLANTA BAJA. BALANCE DE CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN POR ESPACIOS

LOCAL			APORTE DE CALOR INTERNO				PERDIDAS DE CALOR			CARGAS TOTALES PLANTA		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	aporte sensible Iluminación (W)	aporte sensible ocupación (W)	aporte latente ocupación (W)	aporte sensible equipos (W)	Pérdidas por cerramientos (W)	Pérdidas sensibles ventilación (W)	Pérdidas latentes ventilación (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta baja	P02 E01	Aseo de planta	0,87	0,00	0,00	0,43	-128,74	-163,49	-0,11	- 290,93	- 0,11	- 291,03
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	1,81	15,00	11,00	5,42	-751,83	-313,56	-0,21	- 1.043,17	10,79	- 1.032,38
	P02 E05	Aseo accesible 1	1,97	0,00	0,00	0,98	-312,92	-370,06	-0,24	- 680,03	- 0,24	- 680,28
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	68,28	101,25	74,25	204,85	-4093,90	-2116,53	-1,39	- 5.836,05	72,86	- 5.763,19
TOTALES			72,92	116,25	85,25	211,25	- 5.287,40	- 2.963,64	-1,95	-7.850,19	83,30	-7.766,88

PLANTA PRIMERA. BALANCE DE CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN POR ESPACIOS

LOCAL			APORTE DE CALOR INTERNO				PERDIDAS DE CALOR			CARGAS TOTALES PLANTA		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	aporte sensible Iluminación (W)	aporte sensible ocupación (W)	aporte latente ocupación (W)	aporte sensible equipos (W)	Pérdidas por cerramientos (W)	Pérdidas sensibles ventilación (W)	Pérdidas latentes ventilación (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	1,97	0,00	0,00	0,98	-113,70	-370,06	-0,24	-480,81	-0,24	-481,05
	P03 E04	Distribuidor de planta	1,26	0,00	0,00	1,26	-267,97	-86,64	-0,06	-352,10	-0,06	-352,16
	P03 E01	Aseo accesible 1	1,97	0,00	0,00	0,98	-176,85	-370,06	-0,24	-543,97	-0,24	-544,21
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	68,28	101,25	74,25	204,85	-2215,98	-2116,53	-1,39	-3958,13	72,86	-3885,27
TOTALES			73,47	101,25	74,25	208,07	-2.774,50	-2.943,30	-1,93	-5.335,01	72,32	-5.262,69

PLANTA TIPO. BALANCE DE CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN POR ESPACIOS

LOCAL			APORTE DE CALOR INTERNO				PERDIDAS DE CALOR			CARGAS TOTALES PLANTA		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	aporte sensible Iluminación (W)	aporte sensible ocupación (W)	aporte latente ocupación (W)	aporte sensible equipos (W)	Pérdidas por cerramientos (W)	Pérdidas sensibles ventilación (W)	Pérdidas latentes ventilación (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta tipo (2ª-3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	1,97	0,00	0,00	0,98	-113,70	-370,06	-0,24	-480,81	-0,24	-481,05
	P04 E04	Distribuidor de planta	1,26	0,00	0,00	1,26	-267,97	-86,64	-0,06	-352,10	-0,06	-352,16
	P04 E01	Aseo accesible 1	1,97	0,00	0,00	0,98	-176,85	-370,06	-0,24	-543,97	-0,24	-544,21
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	68,28	101,25	74,25	204,85	-2215,98	-2116,53	-1,39	-3958,13	72,86	-3885,27
TOTALES			73,47	101,25	74,25	208,07	-2.774,50	-2.943,30	-1,93	-5.335,01	72,32	-5.262,69
X	2	TOTALES 3 PLANTAS	146,95	202,50	148,50	416,14	- 5.549,00	- 5.886,60	- 3,86	- 10.670,02	144,64	- 10.525,38

PLANTA CUARTA. BALANCE DE CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN POR ESPACIOS

LOCAL			APORTE DE CALOR INTERNO				PERDIDAS DE CALOR			CARGAS TOTALES PLANTA		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	aporte sensible Iluminación (W)	aporte sensible ocupación (W)	aporte latente ocupación (W)	aporte sensible equipos (W)	Pérdidas por cerramientos (W)	Pérdidas sensibles ventilación (W)	Pérdidas latentes ventilación (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	1,97	0,00	0,00	0,98	-193,36	-370,06	-0,24	-560,48	-0,24	-560,72
	P05 E03	Distribuidor de planta	1,26	0,00	0,00	1,26	-368,52	-86,64	-0,06	-452,65	-0,06	-452,71
	P05 E01	Aseo accesible 1	1,97	0,00	0,00	0,98	-259,53	-370,06	-0,24	-626,64	-0,24	-626,88
	P05 E07	Despachos 1	22,83	33,75	24,75	68,49	-1283,01	-705,51	-0,46	-1863,45	24,29	-1839,17
	P05 E09	Despachos 2	22,83	33,75	24,75	68,49	-1283,01	-705,51	-0,46	-1863,45	24,29	-1839,17
	P05 E06	Hall zona despachos	2,20	0,00	0,00	32,94	-150,01	-151,49	-0,10	-266,36	-0,10	-266,46
	P05 E08	Salas de reuniones	11,64	86,25	63,25	34,92	-574,49	-1802,97	-1,18	-2244,65	62,07	-2182,59
TOTALES			64,69	153,75	112,75	208,06	-4.111,94	-4.192,25	-2,75	-7.877,69	110,00	-7.767,69
							PÉRDIDAS TOTALES EN EL EDIFICIO			-31.732,90	410,26	-31.322,64

VERANO

3. Cálculo de las cargas térmicas de verano

Para el cálculo de las cargas térmicas de verano procederemos de una manera análoga a como lo hemos hecho en el cálculo de las cargas de invierno.

Para los valores de cálculo de las condiciones exteriores hemos recurrido nuevamente a la "*Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto" (IDAE, junio de 2012)*. Partiendo de datos estadísticos históricos del clima del lugar, se elaboran los niveles percentiles (anuales o estacionales) que en función de la exigencia del proyecto hemos de adoptar. En la citada guía se recogen los percentiles anuales y su relación aproximada con los estacionales que por ejemplo se utilizan en la *antigua UNE 100014:2004 Climatización. Bases para el proyecto. Condiciones Exteriores de cálculo*.

A la hora de determinar el percentil que hemos de aplicar en nuestro proyecto se tendrá en cuenta lo que se indica en el RITE, en concreto lo siguiente:

> *IT 1.2.4 Caracterización y cuantificación de la exigencia de eficiencia energética.*
>
> *IT 1.2.4.1 Generación de calor y frío.*
>
> *IT 1.2.4.1.1 Criterios generales.*
>
> .....
>
> *3. Con objeto de mejorar la eficiencia energética de los generadores, ajustar la potencia a la demanda térmica real y reducir la potencia de diseño en proyecto, para fijar la potencia que suministren las unidades de producción de calor o frío se ha de tener en cuenta:*
>
> *a) Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de **invierno**, las temperaturas secas a considerar son las correspondientes a un **percentil del 99 %** para todos los tipos de edificios y espacios acondicionados (TS 99 %).*
>
> *b) Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de **verano**, las temperaturas seca y húmeda coincidente a considerar son las correspondientes a un **percentil del 1 %** para todos los tipos de edificios y espacios acondicionados (TS 1 %).*
>
> *Como excepción y siempre que se justifique en el proyecto o memoria técnica, para edificios con usos especiales, como hospitales, museos, etc. se ha de tener en cuenta:*
>
> *a) Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de invierno, las temperaturas secas a considerar son las correspondientes a un percentil del 99,6 % (TS 99,6 %).*
>
> *b) Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de verano, las temperaturas seca y húmeda coincidente a considerar son las correspondientes a un percentil del 0,4 % (TS 0,4 %).*

En nuestro caso, edificio de uso administrativo, oficinas, y al no tratarse de ninguno de los usos espaciales mencionados, será suficiente con la aplicación del nivel del 1% en los datos de verano, siendo estos percentiles anuales.

Respecto a las condiciones interiores se ha de cumplir lo indicado en el RITE, en la tabla 1.4.1.1

ESTACIÓN	Temperatura operativa ºC	Humedad relativa %
Verano	23…25	45…60
Invierno	21…23	40…50

RITE. Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño

Y se dice, además,

> *Para los sistemas de refrigeración la temperatura de cálculo será de 25ºC.*

En consecuencia, los valores de cálculo para el proyecto de acondicionamiento de verano del edificio de oficinas, situado en Madrid, son los siguientes:

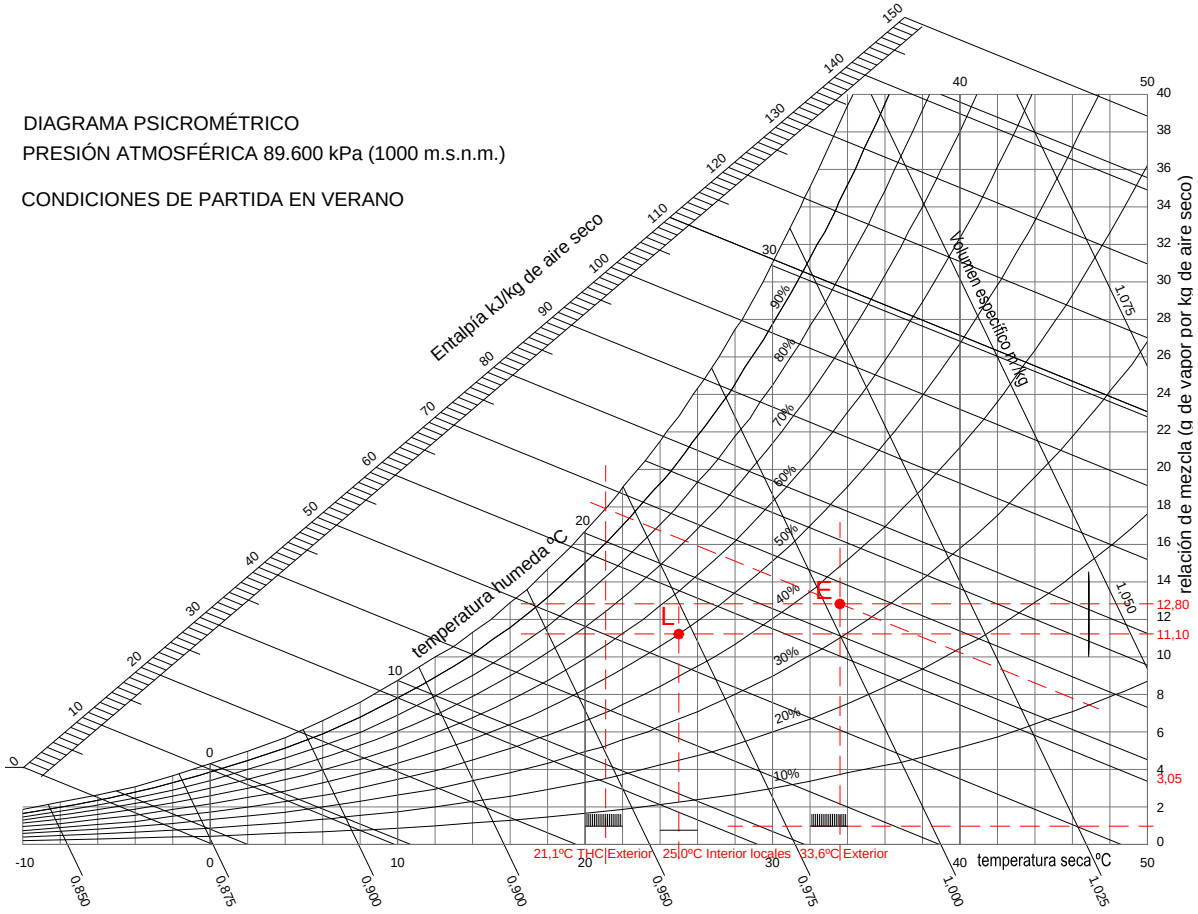
DATOS DE PROYECTO EN VERANO

LOCALIZACIÓN		Condiciones INTERIORES			Condiciones EXTERIORES		
Uso	Oficina	Tª seca	25	ºC	Tª seca	33,6	ºC
Localidad	Madrid	H.R.	50	%	Tª Humeda C.	21,1	ºC
Altitud (m):	740						
Zona climática	D3						

El traslado de estas condiciones sobre el diagrama psicrométrico (presión atmosférica 89.600kPa, altitud genérica de 1.000 m.s.n.m.) es el siguiente:

DIAGRAMA PSICROMÉTRICO
PRESIÓN ATMOSFÉRICA 89.600 kPa (1000 m.s.n.m.)

CONDICIONES DE PARTIDA EN VERANO



A partir de las condiciones iniciales del aire en ambos puntos, exterior e interior de proyecto, podemos determinar el resto de las condiciones que necesitaremos para el cálculo y que se resumen en el siguiente cuadro:

DATOS DE PROYECTO EN VERANO

LOCALIZACIÓN		Condiciones INTERIORES			Condiciones EXTERIORES		
Uso	Oficina	Tª seca	25	ºC	Tª seca	33,6	ºC
Localidad	Madrid	H.R.	50	%	Tª Humeda C.	21,1	ºC
Altitud (m):	740	R. de mezcla	0,0111	kg/kg	R. de mezcla	0,0128	kg/kg
Zona climática	D3						

Para la obtención del valor final de carga térmica de verano hemos de considerar las siguientes fuentes, distinguiendo, además, entre cargas sensibles y cargas latentes:

CARGAS SENSIBLES

- **Las ganancias sensibles por transmisión directas o indirectas** a través de la envolvente (parte opaca y huecos). Las ganancias de calor (directas e indirectas) dependerán de las condiciones exteriores, de las condiciones de los espacios adyacentes y de la resistencia al paso del calor de los diferentes elementos que componen la envolvente térmica.
- **Ganancias sensibles debidas a la radiación solar incidente** sobre los elementos de la envolvente expuestos (opacos y huecos).
- **Ganancias sensibles por ventilación e infiltración.** Necesidades de renovación del aire interior para mantener las condiciones higiénicas y de salubridad necesarias. Infiltración incontrolada de aire a través de la envolvente.
- **Ganancias sensibles debidas a cargas internas**. Las fuentes que a lo largo de todo el ejemplo estamos considerando (iluminación, ocupación y equipos).

CARGAS LATENTES

- **Ganancias latentes por ventilación e infiltración.** Necesidades de renovación del aire interior para mantener las condiciones higiénicas y de salubridad necesarias. Infiltración incontrolada de aire a través de la envolvente.
- **Ganancias latentes debidas a cargas internas**. En este caso considerando como fuente de aportación de vapor de agua al ambiente, exclusivamente la ocupación de las personas. No existen en el proyecto equipos que aporten carga latente.

De manera análoga al cálculo del apartado anterior tenemos, de manera simplificada, para cada espacio:

CARGAS SENSIBLES

$$\Phi_{FSG,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{VS,i} + \Phi_{R,i} + \Phi_{CIS,i}$$

Donde,

$\Phi_{FSG,i}$: ganancias térmicas sensibles de diseño del espacio climatizado (i) [W].

$\Phi_{T,i}$: ganancias térmicas de diseño por transmisión del espacio climatizado (i) [W].

$\Phi_{VS,i}$: ganancias térmicas sensibles de diseño por ventilación del espacio climatizado (i) [W].

$\Phi_{R,i}$: ganancias térmicas de diseño por radiación solar sobre la envolvente del espacio climatizado (i) [W].

$\Phi_{CIS,i}$: ganancias térmicas sensibles de diseño debidas a las cargas internas del espacio climatizado (i) [W].

CARGAS LATENTES

$$\Phi_{FLG,i} = \Phi_{VL,i} + \Phi_{CIL,i}$$

Donde,

$\Phi_{FLG,i}$: ganancias térmicas latentes de diseño del espacio climatizado (i) [W].

$\Phi_{VL,i}$: ganancias térmicas latentes de diseño por ventilación del espacio climatizado (i) [W].

$\Phi_{CIL,i}$: ganancias térmicas latentes de diseño debidas a las cargas internas del espacio climatizado (i) [W].

Respecto al cálculo de las cargas se han aplicado las siguientes simplificaciones:

- En el cálculo de las ganancias por transmisión de la parte opaca no se ha efectuado ninguna corrección por orientación de los diferentes elementos.
- Dada la gran superficie de huecos en la parte expuesta de la envolvente, se prescinde de las ganancias por radiación a través de la parte opaca de la envolvente.
- El tratamiento de los puentes térmicos es el mismo que el aplicado en el cálculo de las cargas de invierno.

Para el cálculo de cada uno de los factores emplearemos, de manera simplificada, las siguientes expresiones:

SENSIBLES

- Ganancias térmicas de diseño por transmisión

$$\Phi_{T,i} = \sum_k \Phi_{T,g,k} = \sum_k (A_k \cdot (U_k + \Delta U_{T,B}) \cdot f_{x,k}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Donde,

$\Phi_{T,i}$: ganancias térmicas de diseño por transmisión del espacio climatizado (i) [W].

$\Phi_{T,g,k}$: ganancias térmicas por transmisión del elemento del edificio (k) [W].

A_k: es la superficie (exterior) del elemento definido (k) [m^2].

U_k: es transmitancia del elemento definido (k) [$W/m^2 \cdot K$].

$\Delta U_{T,B}$: es transmitancia térmica adicional para los puentes térmicos [$W/m^2 \cdot K$].

$f_{x,k}$: es el factor de ajuste de la temperatura.

$\theta_{int,i}$: es la temperatura interior de diseño del espacio considerado (i) [ºC].

θ_e: es la temperatura exterior de diseño [ºC].

Para el cálculo del término $(U_k + \Delta U_{T,B}) \cdot f_{x,k}$ se hacen las siguientes consideraciones respecto al criterio de aplicación en nuestro ejemplo:

- Para las ganancias producidas en puentes térmicos, el término ($\Delta U_{T,B}$) se sustituirá por la aplicación de los valores obtenidos en la simulación mediante HULC.
- Para el factor de ajuste de la temperatura $f_{x,k}$ se ha optado por corregir la transmitancia en función de su contacto mediante el procedimiento descrito en el documento de ayuda *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. El cálculo detallado de estas correcciones figura, dentro del capítulo dedicado a la definición del edificio en el apartado *C Definición constructiva* de esta guía, *apartado 1 composición de los cerramientos*.

- Temperatura exterior equivalente por efecto de radiación solar en cerramientos opacos: con el fin de incorporar, de forma simplificada, el incremento de las ganancias térmicas por transmisión asociado a la radiación solar incidente sobre los paramentos opacos, se adopta el concepto de temperatura exterior equivalente (o temperatura sol-aire). Este enfoque permite representar el efecto combinado de la temperatura del aire exterior y de la energía solar absorbida por la cara exterior del cerramiento mediante una temperatura exterior ficticia que, aplicada en el salto térmico de cálculo, reproduce un flujo de calor hacia el interior equivalente al que se produciría bajo exposición solar.

  En este ejemplo, la temperatura exterior equivalente se determina para cada orientación a partir de la temperatura exterior de diseño y de un término adicional dependiente de la irradiación incidente y de las propiedades superficiales del acabado exterior (principalmente su absortancia solar), considerando además el intercambio radiativo de onda larga con el cielo en superficies horizontales (cubierta). El resultado es una temperatura exterior equivalente específica por orientación, que sustituye a θ_e en la expresión de transmisión para los elementos opacos expuestos al exterior, de acuerdo con los siguientes valores:

Tª exterior Equivalente por orientación (ºC)	
Norte	36,7
Sur	37,1
Este	45,4
Oeste	44,4
Cubierta	55,6

- Ganancias térmicas de diseño por radiación solar sobre los huecos

$$\Phi_{r;\,w} = S_w \,.\, R_{s,i} \,.\, F_c$$

Donde,

$\Phi_{r;\,w}$: ganancias térmicas sensibles de diseño por radiación a través de los huecos del espacio climatizado (i) (W),

S_w: superficie del hueco(m^2),

$R_{h,i}$: radiación solar recibida por el hueco del espacio (i) (W/m^2),

F_c : factor de corrección de la radiación incidente sobre el hueco en función de las condiciones del marco, del vidrio y los obstáculos y sombras propias y remotas. Incluye la combinación de los efectos de $G_{gl;Wi}$ y $F_{gl;sh,obst}$ (en tanto por uno).

Consideración sobre la radiación solar incidente sobre huecos y combinación simultánea desfavorable: Dada la elevada proporción de superficie acristalada del edificio, las ganancias solares a través de huecos constituyen una contribución dominante en el balance térmico estival. Para incorporar este efecto en el cálculo de cargas de diseño se ha partido de la irradiación solar media acumulada en el mes de julio para cada orientación de fachada ($kW{\cdot}h/m^2$), entendida como energía mensual incidente sobre el plano vertical correspondiente. Este valor se obtiene en el *DA DBHE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente, Tabla 20 Irradiación solar media acumulada en el mes de julio ($H_{sol;jul}$) [kWh/m^2] para climas peninsulares, de las Islas Baleares, Ceuta y Melilla.*

Con el fin de utilizar dicho dato mensual en un cálculo de cargas (magnitud de potencia), la irradiación acumulada se ha transformado en una irradiancia pico equivalente (W/m^2) mediante:

1. el paso previo a energía diaria media (dividiendo entre 31 días) y

2. la adopción de un perfil diario normalizado de la irradiancia incidente por orientación, que permite obtener un valor máximo representativo. A continuación, y dado que los picos por orientación no son simultáneos, se ha considerado la condición crítica global del edificio en la franja 15:00–17:00 (máxima ocupación y acumulación de carga interna diaria), que se corresponde con el perfil de uso ya definido en el apartado anterior del capítulo de "Ayudas" de esta guía y que es típica de edificios de oficinas con grandes huecos. Se ha aplicado un criterio de simultaneidad horaria para ponderar la contribución de cada fachada en dicha franja. En este marco, el Oeste se toma como orientación dominante (máxima contribución en esa franja de tarde), mientras que las orientaciones Sur, Este y Norte se reducen mediante factores de ponderación asociados a su menor incidencia solar directa en ese intervalo.

Metodología propuesta: En el *DA DBHE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente, Tabla 20 Irradiación solar media acumulada en el mes de julio* se recogen los valores de la irradiación solar acumulada sobre cada orientación en términos de energía incidente mensual (kWh/m^2), magnitud adecuada para estudios energéticos, pero no directamente utilizable en el cálculo de cargas térmicas de diseño, que requiere trabajar con potencias instantáneas.

Llegados a este punto conviene recordar una de las premisas fundamentales que se mantienen a lo largo de esta guía. El objetivo del documento no es desarrollar un tratado exhaustivo sobre cada uno de los fenómenos físicos que intervienen en el comportamiento energético de los edificios ni reproducir los complejos procedimientos empleados por los programas de simulación dinámica. En aquellos apartados en los que la obtención de un resultado exacto exigiría recurrir a modelos horarios detallados o procesos iterativos de elevada complejidad, se ha optado por adoptar simplificaciones técnicamente razonables que permitan comprender el procedimiento de cálculo y obtener órdenes de magnitud suficientemente representativos para la toma de decisiones de diseño. Esta filosofía implica renunciar a una precisión absoluta que, en muchos casos, no supondría una mejora significativa del resultado final ni alteraría las conclusiones obtenidas.

Por este motivo, para estimar las ganancias solares a través de los huecos se ha desarrollado un procedimiento simplificado que permite transformar la irradiación acumulada en el mes de julio en una potencia de cálculo representativa de la situación más desfavorable para el edificio.

En primer lugar, la irradiación acumulada en el mes de julio se transforma en una irradiación diaria media para cada orientación. A partir de este valor energético se estima una irradiancia máxima equivalente mediante la adopción de una distribución temporal simplificada de la radiación solar a lo largo del día. Esta aproximación permite convertir una magnitud acumulada (energía) en una magnitud instantánea (potencia), obteniendo una irradiancia máxima representativa para cada orientación.

No obstante, los máximos de irradiación de las distintas fachadas no se producen simultáneamente. Mientras que las orientaciones este alcanzan sus valores máximos durante las primeras horas de la mañana, las orientaciones sur lo hacen en torno al mediodía y las orientaciones oeste durante la tarde. La suma directa de dichos máximos conduciría, por tanto, a una situación físicamente imposible y a una sobreestimación significativa de las ganancias solares del edificio.

Con objeto de obtener una condición de cálculo representativa del funcionamiento real del edificio, se adopta como situación de diseño la franja horaria comprendida entre las 15:00 y las 17:00 horas, identificada como la más desfavorable para este edificio de oficinas debido a la elevada superficie acristalada de la fachada oeste y a la acumulación de cargas internas producidas durante la jornada laboral. A partir de esta hipótesis se determina la contribución efectiva de cada orientación en dicha franja horaria, obteniéndose la irradiancia simultánea de cálculo que posteriormente se empleará para

evaluar las ganancias solares a través de los huecos mediante la aplicación de los correspondientes factores solares y superficies acristaladas.

El resultado de esta metodología es una irradiancia de cálculo simultánea en la franja 15:00–17:00 para cada orientación, que sirve como base para obtener la ganancia solar efectiva a través de huecos multiplicando por el área acristalada correspondiente y por el factor solar total del sistema de hueco (vidrio y dispositivos de control solar). Los valores aplicados son los siguientes:

	IRRADIACIÓN SOLAR media acumulada en julio ($kW \cdot h/m^2$)	I. Solar POTENCIA PICO en julio de 15:00-17:00 horas (W/m^2)
Norte	58,91	37
Sur	89,15	203
Este	124,81	35
Oeste	125,24	705

Debe señalarse que el objetivo de este procedimiento no es reproducir exactamente el valor horario que proporcionaría una simulación dinámica, sino obtener una condición de diseño coherente, físicamente plausible y suficientemente conservadora para el dimensionado preliminar de las instalaciones. En último término, la validez del planteamiento se contrastará al introducir en HULC las potencias de los sistemas dimensionadas mediante este procedimiento, comprobando si dichas potencias permiten acotar de forma razonable las horas fuera de consigna que se producen en el edificio.

- Ganancias térmicas sensibles de diseño por ventilación de un espacio

$$\phi_{VS,i} = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{v,min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Donde,

$\phi_{VS,i}$: ganancias térmicas sensibles de diseño por ventilación del espacio climatizado (i) [W].

ρ_a: es la densidad del aire a la temperatura interior de diseño. Tomamos como valor aproximado 1, 20 kg/m^3

c_a: es el calor específico del aire a la temperatura interior de diseño. Tomaremos = 1.005,00 J/kg·K

$q_{v,min,i}$: es el caudal volumétrico mínimo de aire interior del espacio calefactado (i) [m^3/s].

$\theta_{int,i}$: es la temperatura interior de diseño del espacio considerado (i) [ºC].

θ_e: es la temperatura exterior de diseño [ºC].

- Ganancias térmicas sensibles de diseño por aportación de calor sensible interno
  - Ocupación [W]: Nº de ocupantes por el calor sensible estimado que disipa cada ocupante (W/p).
  - Iluminación [W]: Superficie del espacio por la potencia específica de iluminación instalada (W/m^2)
  - Equipos [W]: Superficie del espacio por la potencia específica de equipos instalada (W/m^2)

LATENTES

- Ganancias térmicas latentes de diseño por ventilación de un espacio

$$\phi_{LV,i} = \rho_a \cdot L_v \cdot q_{v,min,i} \cdot (w_{int,i} - w_e)$$

Donde,

$\phi_{LV,i}$: ganancias térmicas de diseño por ventilación del espacio calefactado (i) [W].

ρ_a: es la densidad del aire a la temperatura interior de diseño. Tomamos como valor aproximado 1, 20 kg/m^3

L_v: es el calor vaporización del agua a la temperatura interior de diseño. Tomaremos = 2.450 J/g

$q_{v,min,i}$: es el caudal volumétrico mínimo de aire interior del espacio calefactado (i) [m^3/h].

$w_{int,i}$: es la relación de vapor de agua por kilogramo de aire seco interior de diseño del espacio considerado (i) [g/kg].

w_e: es la relación de vapor de agua por kilogramo de aire seco exterior de diseño [g/kg].

- Ganancias térmicas latentes de diseño por aportación de calor latente interno
  - Ocupación [W]: Nº de ocupantes por el calor latente estimado que disipa cada ocupante en función de su actividad metabólica (W/p).

Envolvente

Para el cálculo de las ganancias por transmisión en cada uno de los espacios acondicionados se han desglosado y caracterizado sus cerramientos.

En la siguiente tabla se incorporan todos los cálculos de ganancias a través de la envolvente térmica de la planta baja del edificio debidos a la transmisión de calor en toda su superficie (corregida por efecto de la radiación solar incidente) y radiación directa a través de los huecos.

PLANTA BAJA DE ACCESO. GANANCIAS POR TRANSMISIÓN Y RADIACIÓN DIRECTA A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE

DECRIPCIÓN DE ESPACIOS Y ELEMENTOS							GANANCIAS POR TRANSMISIÓN				GANANCIAS POR RADIACIÓN EN HUECOS					TOTALES
ESPACIO	Código de cerramiento	Tipo de Contacto	Descripción	Orientación del cerramiento	Sup. Parte OPACA ET (m^2)	Sup. HUECO ET (m^2)	U W/m^{2}K	U* (Correg. contacto) W/m^{2}K	ΔT (Te-Ti). Con efecto radiación (ºC)	Ganancias transmisiones con radiación (W)	Irr. solar equivalente Potencia pico W/m^2	$g_{gl;Wi}$	$F_{sh,obst}$	F_C (*)	Ganancias radiación huecos (W)	Ganancias por espacio (W)
	PLANTA BAJA DE ACCESO P02															
P02 E01 Aseo de planta	M2.N1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	NORTE	6,55	-	0,14	0,14	11,7	10,72	-	-	-	-	-	
	M2.O1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	OESTE	16,17	-	0,14	0,14	19,4	43,92	-	-	-	-	-	
	F1-2.1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	SUELO	-	8,68	-	0,31	0,285	8,6	21,27	-	-	-	-	-	
			TOTALES ESPACIO		31,40	0,00				**75,91**					-	**75,91**
P02 E06 Vestíbulo zona de acceso	M2.N1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	NORTE	5,54		0,14	0,14	11,7	9,07						
	H2.N1.3	EXTERIOR	PUERTA ACC.			2,30	2,62	2,62	11,7	70,50	37	0,71	0,88	0,62	53,17	
	H2.N1.4	EXTERIOR	PUERTA ACC.			1,92	2,62	2,62	11,7	58,86	37	0,71	0,87	0,62	43,88	
	H2.N1.5	EXTERIOR	VENTANA			1,675	0,7	0,7	11,7	13,72	37	0,4	0,75	0,30	18,59	
	Med1$_{PARTE}$	NO ACOND	MEDIANERIA	-	6,62	-	0,34	0,292	8,6	16,62	-	-	-	-	-	
	Med1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	MEDIANERIA	-	2,29	-	0,34	0,292	8,6	5,74	-	-	-	-	-	
	Med1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	MEDIANERIA	-	11,04	-	0,34	0,292	8,6	27,73	-	-	-	-	-	
	Med1$_{PARTE}$	NO ACOND	MEDIANERIA	-	3,66	-	0,34	0,292	8,6	9,19	-	-	-	-	-	
	Med1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	MEDIANERIA	-	9,70	-	0,34	0,292	8,6	24,36	-	-	-	-	-	
	F1-2.1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	SUELO	-	36,10	-	0,31	0,285	8,6	88,48	-	-	-	-	-	
			TOTALES ESPACIO		74,95	5,90				**324,27**					**115,64**	**439,92**
P02 E05 Aseo accesible 1	M2.N1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	NORTE	13,28		0,14	0,14	11,7	21,74	-	-	-	-	-	
	H2.N1.1	EXTERIOR	VENTANA	NORTE		1,6	0,7	0,7	11,7	13,10	37	0,4	0,75	0,30	17,76	
	M2.E1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	ESTE	16,17	-	0,14	0,14	20,4	46,18	-	-	-	-	-	
	Med2	NO HABITABLE	MEDIANERIA	-	8,91	-	0,34	0,325	8,6	24,89	-	-	-	-	-	
	F1-2.1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	SUELO	-	19,67	-	0,31	0,285	8,6	48,21	-	-	-	-	-	
			TOTALES ESPACIO		58,02	1,60				**154,13**					**17,76**	**171,89**
P02 E07 Zona de oficina y trabajo	M2.O1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	OESTE	6,50		0,14	0,14	19,4	17,65	-					
	H2.O1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			43,80	0,68	0,68	19,4	577,78	705	0,4	0,75	0,30	9.263,28	
	M2.S1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	SUR	8,61		0,14	0,14	12,1	14,59	-					
	H2.S1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			57,89	0,68	0,68	12,1	476,31	203	0,4	0,63	0,25	2.961,37	
	M2.E1$_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	ESTE	6,50		0,14	0,14	20,4	18,56	-					
	H2.E1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			43,80	0,68	0,68	20,4	607,57	35	0,4	0,75	0,30	459,88	
	F1-2.1$_{PARTE}$	NO HABITABLE	SUELO	-	273,12	-	0,31	0,285	8,6	669,42						
			TOTALES ESPACIO		294,73	145,49				**2381,87**					**12684,53**	**15.066,39**
	TOTALES PLANTA BAJA DE ACCESO P02			-	**459,09**	**152,98**				**2.936,19**					**12.817,93**	**15.754,12**

(*) Factor de corrección (FC): es el producto de la transmitancia total de energía solar del vidrio sin los dispositivos de sombra activos ($g_{gl;Wi}$) y del factor de sombra del hueco debido a obstáculos externos ($F_{sh,obst}$).

Respecto al salto térmico, se han invertido sus factores ($(\theta_e - \theta_{int,i})$ (T_e-T_i en las tablas) con el fin de obtener valores positivos asociados a las ganancias de calor y poder distinguir fácilmente en las tablas comparativas (calefacción-refrigeración) estos valores de las pérdidas de calor.

En cuanto a los puentes térmicos, representan, como hemos visto, para todo el edificio un total de 1.226,43 W (valor obtenido de la simulación en HULC), valor poco significativo respecto al total de cargas de refrigeración por lo que no se han considerado en el cálculo y simplificar así las tablas de cálculo.

El resumen de cálculo para la planta primera (P03) es el siguiente:

PLANTA PRIMERA. GANANCIAS POR TRANSMISIÓN Y RADIACIÓN DIRECTA A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE

DECRIPCIÓN DE ESPACIOS Y ELEMENTOS							GANANCIAS POR TRANSMISIÓN				GANANCIAS POR RADIACIÓN EN HUECOS					TOTALES
ESPACIO	Código de cerramiento	Tipo de Contacto	Descripción	Orientación del cerramiento	Superficie OPACA (m^2)	Superficie HUECO (m^2)	U W/m^2K	U* (Corrag. contacto) W/m^2K	ΔT (Te-Ti). Con efecto radiación (ºC)	Ganancias transmisiones con radiación (W)	Irr. solar equivalente Potencia pico W/m^2	$g_{gl;Wi}$	$F_{gl;sh,obst}$	F_C (*)	Ganancias radiación huecos (W)	Ganancias por espacio (W)
	PLANTA PRIMERA P03															
P03 E03 Aseo accesible 2	M3.N1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	NORTE	13,30		0,14	0,14	11,7	21,78	-	-	-	-	-	
	H3.N1.4	EXTERIOR	VENTANA			1,58	0,70	0,70	11,7	12,94	37	0,40	0,76	0,30	17,77	
	M3.O1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	OESTE	16,17	-	0,14	0,14	19,4	43,92	-	-	-	-	-	
			TOTALES ESPACIO		29,47	1,58				**78,64**					**17,77**	**96,41**
P03 E04 Distribuidor	M3.N1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	NORTE	6,25		0,14	0,14	11,7	10,23	-	-	-	-	-	
	H3.N1.3	EXTERIOR	VENTANA			2,47	0,70	0,70	11,7	20,23	37	0,40	0,76	0,30	27,78	
	Med1 PARTE	NO ACOND	MEDIANERIA	-	6,62	-	0,34	0,292	8,6	16,62	-	-	-	-	-	
	Med1 PARTE	NO HABITABLE	MEDIANERIA	-	2,29	-	0,34	0,292	8,6	5,74	-	-	-	-	-	
	Med1 PARTE	NO HABITABLE	MEDIANERIA	-	11,04	-	0,34	0,292	8,6	27,73	-	-	-	-	-	
	Med1 PARTE	NO ACOND	MEDIANERIA	-	3,66	-	0,34	0,292	8,6	9,19	-	-	-	-	-	
	Med1 PARTE	NO HABITABLE	MEDIANERIA	-	9,70	-	0,34	0,292	8,6	24,36	-		-	-	-	
			TOTALES ESPACIO		39,55	2,47				**114,10**					**27,78**	**141,88**
P03 E01 Aseo accesible 1	M3.N1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	NORTE	13,28		0,14	0,14	11,7	21,74	-	-	-	-	-	
	H3.N1.1	EXTERIOR	VENTANA			1,6	0,70	0,70	11,7	13,10	37	0,40	0,76	0,30	18,00	
	M3.E1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	ESTE	16,17	-	0,14	0,14	20,4	46,18	-	-	-	-	-	
	Med2	NO HABITABLE	MEDIANERIA	-	8,91	-	0,34	0,325	8,6	24,89		-	-	-	-	
			TOTALES ESPACIO		38,35	1,60				**105,92**					**18,00**	**123,92**
P03 E02 Zona de oficina y trabajo	M3.O1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	OESTE	6,50		0,14	0,14	19,4	17,65	-	-	-	-	-	
	H3.O1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			43,80	0,68	0,68	19,4	577,78	705	0,40	0,75	0,30	9.263,28	
	M3.S1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	SUR	8,61		0,14	0,14	12,1	14,59	-	-	-	-	-	
	H3.S1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			57,89	0,68	0,68	12,1	476,31	203	0,40	0,58	0,23	2.726,34	
	M3.E1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	ESTE	6,50		0,14	0,14	20,4	18,56	-	-	-	-	-	
	H3.E1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			43,80	0,68	0,68	20,4	607,57	35	0,40	0,75	0,30	459,88	
			TOTALES ESPACIO		21,61	145,49				**1712,45**					**12.449,50**	**14.161,94**
	TOTALES PLANTA PRIMERA P03			-	**128,97**	**151,14**				**2.011,10**					**12.513,05**	**14.524,15**

(*) Factor de corrección (FC): es el producto de la transmitancia total de energía solar del vidrio sin los dispositivos de sombra activos ($g_{gl;Wi}$) y del factor de sombra del hueco debido a obstáculos externos ($F_{sh,obst}$).

De igual manera se obtienen las ganancias de calor por transmisión y radiación en la planta tipo (P04 en HULC y con multiplicador de 2). Los resultados para esta planta y el acumulado de su multiplicador son los siguientes:

PLANTA TIPO P04 (PLANTAS 2º Y 3º). GANANCIAS POR TRANSMISIÓN Y RADIACIÓN DIRECTA A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE

DECRIPCION DE ESPACIOS Y ELEMENTOS							GANANCIAS POR TRANSMISION				GANANCIAS POR RADIACION EN HUECOS					TOTALES
ESPACIO	Código de cerramiento	Tipo de Contacto	Descripción	Orientación del cerramiento	Superficie OPACA (m^2)	Superficie HUECO (m^2)	U W/m^2K	U* (Corrag. contacto) W/m^2K	ΔT (Te-Ti). Con efecto radiación (ºC)	Ganancias transmisiones con radiación (W)	Irr. solar equivalente Potencia pico W/m^2	$g_{gl;Wi}$	$F_{gl;sh,obst}$	F_C (*)	Ganancias radiación huecos (W)	Ganancias por espacio (W)
	PLANTA TIPO P04 (PLANTAS 2º Y 3º)															
P04 E03 Aseo accesible 2	M4.N1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	NORTE	13,30		0,14	0,14	11,7	21,78	-	-	-	-	-	
	H4.N1.4	EXTERIOR	VENTANA			1,58	0,70	0,70	11,7	12,94	37	0,40	0,76	0,30	17,77	
	M4.O1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	OESTE	16,17	-	0,14	0,14	19,4	43,92	-	-	-	-	-	
			TOTALES ESPACIO		29,47	1,58				**78,64**					**17,77**	**96,41**
P04 E04 Distribuidor	M4.N1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	NORTE	6,25		0,14	0,14	11,7	10,23	-	-	-	-	-	
	H4.N1.3	EXTERIOR	VENTANA			2,47	0,70	0,70	11,7	20,23	37	0,40	0,76	0,30	27,78	
	Med1 PARTE	NO ACOND	MEDIANERIA	-	6,62	-	0,34	0,292	8,6	16,62	-	-	-	-	-	
	Med1 PARTE	NO HABITABLE	MEDIANERIA	-	2,29	-	0,34	0,292	8,6	5,74	-	-	-	-	-	
	Med1 PARTE	NO HABITABLE	MEDIANERIA	-	11,04	-	0,34	0,292	8,6	27,73	-	-	-	-	-	
	Med1 PARTE	NO ACOND	MEDIANERIA	-	3,66	-	0,34	0,292	8,6	9,19	-	-	-	-	-	
	Med1 PARTE	NO HABITABLE	MEDIANERIA	-	9,70	-	0,34	0,292	8,6	24,36	-	-	-	-	-	
			TOTALES ESPACIO		39,55	2,47				**114,10**					**27,78**	**141,88**
P04 E01 Aseo accesible 1	M4.N1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	NORTE	13,28		0,14	0,14	11,7	21,74	-	-	-	-	-	
	H4.N1.1	EXTERIOR	VENTANA			1,6	0,70	0,70	11,7	13,10	37	0,40	0,76	0,30	18,00	
	M4.E1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	ESTE	16,17	-	0,14	0,14	20,4	46,18	-	-	-	-	-	
	Med2	NO HABITABLE	MEDIANERIA	-	8,91	-	0,34	0,325	8,6	24,89		-	-	-	-	
			TOTALES ESPACIO		38,35	1,60				**105,92**					**18,00**	**123,92**
P04 E02 Zona de oficina y trabajo	M4.O1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	OESTE	6,50		0,14	0,14	19,4	17,65	-	-	-	-	-	
	H4.O1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			43,80	0,68	0,68	19,4	577,78	705	0,40	0,75	0,30	9.263,28	
	M4.S1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	SUR	8,61		0,14	0,14	12,1	14,59	-	-	-	-	-	
	H4.S1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			57,89	0,68	0,68	12,1	476,31	203	0,40	0,58	0,23	2.726,34	
	M4.E1 PARTE	EXTERIOR	M. FACHADA	ESTE	6,50		0,14	0,14	20,4	18,56	-	-	-	-	-	
	H4.E1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			43,80	0,68	0,68	20,4	607,57	35	0,40	0,75	0,30	459,88	
			TOTALES ESPACIO		21,61	145,49				**1712,45**					**12.449,50**	**14.161,94**
	TOTALES PLANTA TIPO P04 (PLANTAS 2º Y 3º)			-	**128,97**	**151,14**				**2.011,10**					**12.513,05**	**14.524,15**
TOTALES 2 PLANTAS IGUALES.MULTIPLICADOR			**2**	-	**257,95**	**302,27**				**4.022,21**					**25.026,10**	**29.048,30**

(*) Factor de corrección (FC): es el producto de la transmitancia total de energía solar del vidrio sin los dispositivos de sombra activos ($g_{gl;Wi}$) y del factor de sombra del hueco debido a obstáculos externos ($F_{sh,obst}$).

Por último, los resultados de la planta cuarta (P05) y última y los acumulados para todo el edificio son los siguientes:

PLANTA CUARTA P05. GANANCIAS POR TRANSMISIÓN Y RADIACIÓN DIRECTA A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE

DECRIPCIÓN DE ESPACIOS Y ELEMENTOS							GANANCIAS POR TRANSMISIÓN				GANANCIAS POR RADIACIÓN EN HUECOS					TOTALES
ESPACIO	Código de cerramiento	Tipo de Contacto	Descripción	Orientación del cerramiento	Superficie OPACA (m^2)	Superficie HUECO (m^2)	U W/m^2K	U* (Correg. contacto) W/m^2K	ΔT (Te-Ti). Con efecto radiación (ºC)	Ganancias tranmisiones con radiación (W)	Irr. solar equivalente Potencia pico W/m^2	$g_{gl;Wi}$	$F_{gl;sh,obst}$	F_C (*)	Ganancias radiación huecos (W)	Ganancias por espacio (W)
PLANTA CUARTA P05																
P05 E02 Aseo accesible 2	$M5.N1_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	NORTE	14,36		0,14	0,14	11,7	23,52	-					
	H5.N1.4	EXTERIOR	VENTANA			1,58	0,7	0,7	11,7	12,94	37	0,40	0,75	0,30	17,54	
	$M5.O1_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	OESTE	17,33	-	0,14	0,14	19,4	47,05	-					
	$FCUB_{PARTE}$	EXTERIOR	TECHO	-	19,67	-	0,15	0,15	30,6	90,29						
			TOTALES ESPACIO		51,35	1,58				**173,80**					**17,54**	**191,34**
P05 E03 Distribuidor de planta	$M5.N1_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	NORTE	6,87		0,14	0,14	11,7	11,25	-					
	H5.N1.3	EXTERIOR	VENTANA			2,47	0,7	0,7	11,7	20,23	37	0,40	0,78	0,31	28,51	
	$Med1_{PARTE}$	NO ACOND	MEDIANERIA	-	6,62	-	0,34	0,292	8,6	16,62						
	$Med1_{PARTE}$	NO HABITABLE	MEDIANERIA	-	2,29	-	0,34	0,292	8,6	5,74						
	$Med1_{PARTE}$	NO HABITABLE	MEDIANERIA	-	11,04	-	0,34	0,292	8,6	27,73						
	$Med1_{PARTE}$	NO ACOND	MEDIANERIA	-	3,66	-	0,34	0,292	8,6	9,19						
	$Med1_{PARTE}$	NO HABITABLE	MEDIANERIA	-	9,70	-	0,34	0,292	8,6	24,36						
	$FCUB_{PARTE}$	EXTERIOR	TECHO	-	25,12	-	0,15	0,15	30,6	115,30						
			TOTALES ESPACIO		65,30	2,47				**230,42**					**28,51**	**258,94**
P05 E01 Aseo accesible 1	$M5.N1_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	NORTE	14,34		0,14	0,140	11,7	23,48	-					
	H5.N1.1	EXTERIOR	VENTANA			1,6	0,7	0,7	11,7	0,00	37	0,40	0,75	0,30	17,76	
	$M5.E1_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	ESTE	17,33	-	0,14	0,14	20,4	49,48	-					
	Med2	NO HABITABLE	MEDIANERIA	-	8,91	-	0,34	0,325	8,6	24,89						
	$FCUB_{PARTE}$	EXTERIOR	TECHO	-	19,67	-	0,15	0,15	30,6	90,29						
			TOTALES ESPACIO		60,24	1,60				**188,14**					**17,76**	**205,90**
P05 E07 Despachos 1	$M5.O1_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	OESTE	10,09		0,14	0,14	19,4	27,40	-					
	H5.O1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			43,80	0,68	0,68	19,4	577,78	705	0,40	0,75	0,30	9.263,28	
	$M5.S1_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	SUR	3,77		0,14	0,14	12,1	10,23	-					
	H5.S1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			16,07	0,68	0,68	12,1	212,00	203	0,40	0,58	0,23	756,83	
	$FCUB_{PARTE}$	EXTERIOR	TECHO	-	91,31	-	0,15	0,15	30,6	265,71						
			TOTALES ESPACIO		105,17	59,87				**1093,13**					**10.020,11**	**11.113,24**
P05 E09 Despachos 2	$M5.E1_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	ESTE	10,09		0,14	0,14	20,4	28,82	-					
	H5.E1.1	EXTERIOR	MURO CORTINA			43,80	0,68	0,68	20,4	607,57	35	0,40	0,75	0,30	459,88	
	$M5.S1_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	SUR	3,77		0,14	0,14	12,1	6,38	-					
	H5.S1.3	EXTERIOR	MURO CORTINA			16,07	0,68	0,68	12,1	132,22	203	0,40	0,58	0,23	756,83	
	$FCUB_{PARTE}$	EXTERIOR	TECHO	-	91,31	-	0,15	0,15	30,6	419,11						
			TOTALES ESPACIO		105,17	59,87				**1194,10**					**1.216,71**	**2.410,81**
P05 E06 Hall zona oficinas	$FCUB_{PARTE}$	EXTERIOR	TECHO	-	43,92	-	0,15	0,15	30,6	201,59						
			TOTALES ESPACIO		43,92	0,00				**201,59**					**-**	**201,59**
P05 E08 S. reuniones	$M5.S1_{PARTE}$	EXTERIOR	M. FACHADA	SUR	5,96		0,14	0,14	12,1	10,09	-					
	H5.S1.2	EXTERIOR	MURO CORTINA			25,62	0,68	0,68	12,1	210,80	203	0,40	0,58	0,23	1.206,60	
	$FCUB_{PARTE}$	EXTERIOR	TECHO	-	46,50	-	0,15	0,15	30,6	213,44						
			TOTALES ESPACIO		52,46	25,62				**434,32**					**1206,60**	**1.640,92**
	TOTALES PLANTA CUARTA P05				**483,60**	**151,01**				**3.515,51**					**12.507,23**	**16.022,74**
	TOTALES EDIFICIO DE OFICINAS				**1.329,60**	**757,39**				**12.485,01**					**62.864,31**	**75.349,31**

(*) Factor de corrección (FC): es el producto de la transmitancia total de energía solar del vidrio sin los dispositivos de sombra activos ($g_{gl;Wi}$) y del factor de sombra del hueco debido a obstáculos externos ($F_{sh,obst}$).

Ventilación

Respecto a las necesidades de ventilación en el edificio, en el apartado descriptivo de las instalaciones, se incluye un cuadro que refleja las necesidades pico de cada espacio en función de las exigencias del R.I.T.E. Dicho cuadro es el mismo que ya hemos empleado en el cálculo de las cargas térmicas de calefacción y es el siguiente:

CAUDALES DE VENTILACIÓN CON OCUPACIÓN MÁXIMA

LOCALES					OCUPACIÓN	CARACTERIZACIÓN DE LOS CAUDALES DE VENTILACIÓN										
Programa del local			Superficie ÚTIL	Volumen de aire interior	Ocpación máxima prevista	Categorías del aire		Tasa de ventilación según IDA $dm^3/s\,p$	Tasa de ventilación según IDA $dm^3/s\,m^2$	Caudales mínimos de ventilación						
Pl.	ESPACIO	Nomenclatura en planos	(m^2)	(m^3)	nº p.	Interior	Extracción			Admisión dm^3/s	Extracción dm^3/s	Extracción m^3/s	Extracción m^3/h	$m^3/h\,m^2$	Renov./h (h^{-1})	
Planta baja	P02 E01	Aseo de planta	8,69	26,50		IDA 2	AE 2		0,55	4,8	26,1	0,026	93,85	10,80	3,5	(*)
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	36,11	110,14	4	IDA 2	AE 1	12,5		50,0	50,0	0,050	180,00	4,98	1,6	
	P02 E05	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	273,13	833,05	27	IDA 2	AE 1	12,5		337,5	337,5	0,338	1.215,00	4,45	1,5	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,60	1.029,68	31					403,1	472,6	0,473	1.701,29	5,04	1,7	
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P03 E04	Distribuidor de planta	25,12	76,62		IDA 2	AE 1		0,55	13,8	13,8	0,014	49,74	1,98	0,6	
	P03 E01	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	833,05	27	IDA 2	AE 1	12,5		337,5	337,5	0,338	1.215,00	4,45	1,5	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,59	1.029,65	27					373,0	469,3	0,469	1.689,61	5,00	1,6	
Planta tipo (2º-3º)	P04 E03	Aseo accesible 2	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P04 E04	Distribuidor de planta	25,12	76,62		IDA 2	AE 1		0,55	13,8	13,8	0,014	49,74	1,98	0,6	
	P04 E01	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	833,05	27	IDA 2	AE 1	12,5		337,5	337,5	0,338	1.215,00	4,45	1,5	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,59	1.029,65	27					373,0	469,3	0,469	1.689,61	5,00	1,6	
OTALES PARA DOS PLANTAS IGUALES. X 2			675,18	2.059,30	54					745,91	938,67	0,939	3379,22		3,3	
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P05 E03	Distribuidor de planta	25,12	76,62		IDA 2	AE 1		0,55	13,8	13,8	0,014	49,74	1,98	0,6	
	P05 E01	Aseo accesible 1	19,67	59,99		IDA 2	AE 2		0,55	10,8	59,0	0,059	212,44	10,80	3,5	(*)
	P05 E07	Despachos 1	91,32	278,53	9	IDA 2	AE 1	12,5		112,5	112,5	0,113	405,00	4,43	1,5	
	P05 E09	Despachos 2	91,32	278,53	9	IDA 2	AE 1	12,5		112,5	112,5	0,113	405,00	4,43	1,5	
	P05 E06	Hall zona despachos	43,92	133,96		IDA 2	AE 1		0,55	24,2	24,2	0,024	86,96	1,98	0,6	
	P05 E08	Salas de reuniones	46,56	142,01	23	IDA 2	AE 1	12,5		287,5	287,5	0,288	1.035,00	22,23	7,3	
	OTAL ESP. ACONDICIONADOS PLANTA		337,58	1.029,62	41					572,1	668,5	0,668	2.406,57	7,13	2,3	
TOTALES DEL EDIFICIO			**1.687,95**	**5.148,25**	**153**					**2.094,1**	**2.549,1**	**2,549**	**9.176,69**		**1,78**	

Los aseos y en particular las cabinas de inodoro, deben mantener su espacio en depresión respecto a los locales adyacentes. Con este objetivo se propone que reciban aire de transferencia de los locales contiguos y que en los locales con presencia de inodoros se realice exclusivamente extracción. En consecuencia:

(*) En zonas de aseos se ha considerado un caudal mínimo de extracción de 3 l/s m^2 (según el RITE el caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 l/s por m^2) o 15 l/s (como caudal mínimo recomendado). Tomaremos el mayor de los dos opciones para cada aseo.

Recordemos que el sistema de ventilación integrado en el sistema de climatización "todo aire" incorpora recuperador de calor con una eficacia del 75%

Recordemos nuevamente que se dispone de un sistema de recuperación de energía aplicado sobre los caudales de ventilación. En consecuencia, las condiciones de cálculo del aire exterior que introducimos como aire de renovación en los espacios sufrirá modificaciones. El recuperador se encuentra

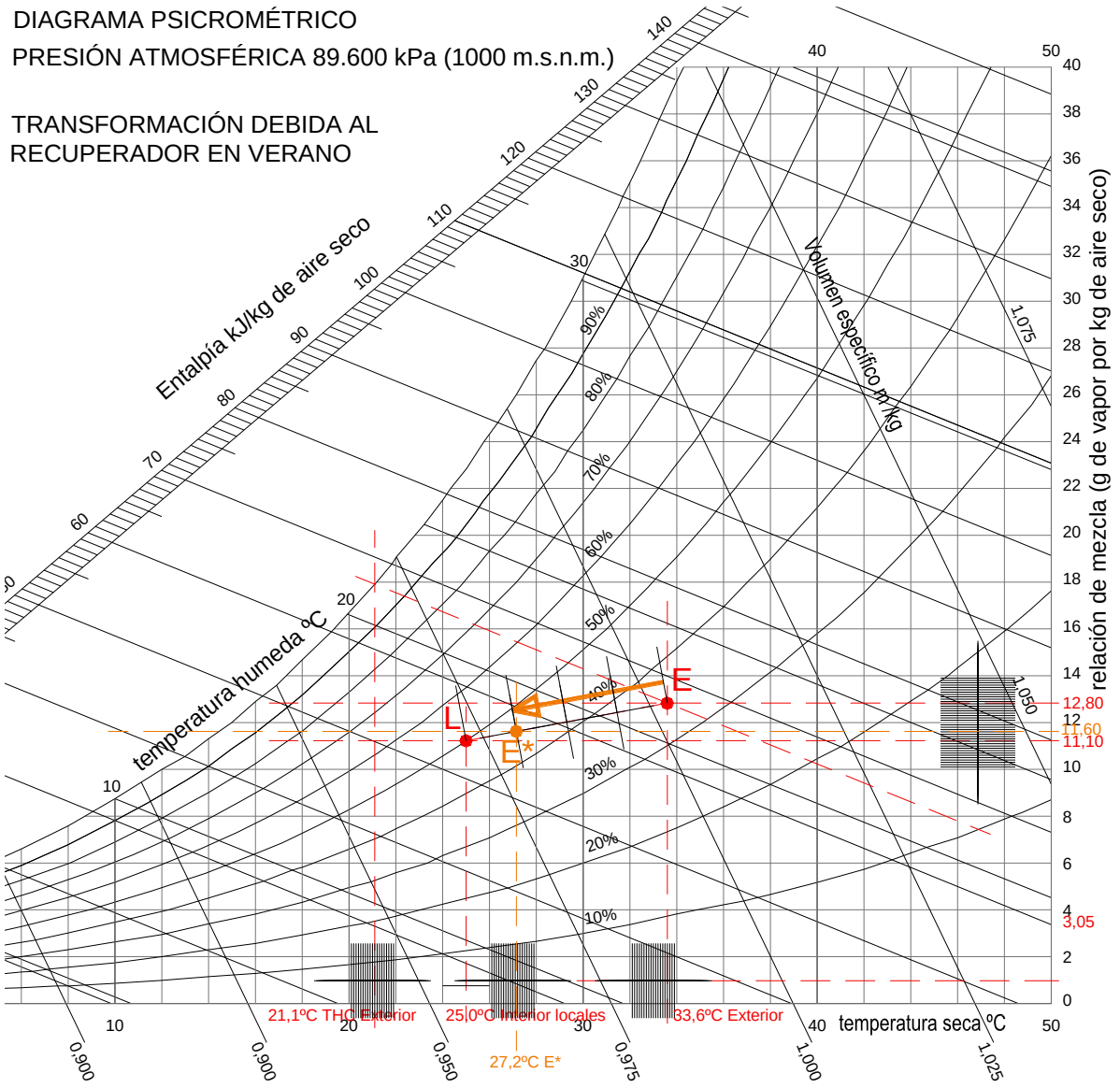
incorporado en las climatizadoras de cada zona y es del tipo “entálpico”, es decir, se recupera tanto calor sensible como latente entre los dos flujos de aire que intercambian (flujo de admisión y flujo de expulsión). El recuperador seleccionado tiene un rendimiento del 75 %, 0,75 en tanto por uno.

Las condiciones de cálculo del aire exterior (para el cálculo de refrigeración) recordemos que son las siguientes:

DATOS DE PROYECTO EN VERANO

Condiciones EXTERIORES		
Tª seca	33,6	ºC
Tª Humeda C.	21,1	ºC
R. de mezcla	0,0128	kg/kg

El recuperador de calor va a modificar esas condiciones del aire exterior antes de pasar por las baterías de las climatizadoras, aproximando sus condiciones a las del local que queremos refrigerar, con el consiguiente ahorro energético. Su efecto se describe gráficamente y, de manera esquemática, sobre el diagrama psicrométrico:



Tras el paso por el recuperador de calor, las condiciones modificadas del aire exterior serán las siguientes:

DATOS DE PROYECTO EN VERANO

LOCALIZACIÓN		Condiciones INTERIORES			Condiciones EXTERIORES			Condiciones EXTERIORES Modificadas por RECUPERADOR (E*)		
Uso	Oficina	Tª seca	25	ºC	Tª seca	33,6	ºC	Tª seca	27,2	ºC
Localidad	Madrid	H.R.	50	%	Tª Humeda C.	21,1	ºC	H.R.C.	46	%
Altitud (m):	740	R. de mezcla	0,0111	kg/kg	R. de mezcla	0,0128	kg/kg	R. de mezcla	0,0116	kg/kg
Zona climática	D3									

Son estas últimas las que hemos de considerar en el cálculo de las ganancias debidas a la ventilación de los espacios. No estamos considerando en el cálculo las infiltraciones incontroladas a través de la envolvente, si lo hiciéramos, deberíamos aplicar un salto térmico referido a las condiciones originales de cálculo del aire exterior pues ese caudal de aire no pasa por el recuperador.

El resultado de las ganancias térmicas (sensibles y latentes) debidas a la ventilación de los espacios ordenados por plantas, además del total del edificio, se resume en las siguientes tablas:

PLANTA BAJA. GANANCIAS DEBIDAS A LA VENTILACIÓN DE LOS LOCALES

LOCAL				OCUPACIÓN	Q VENT	Δ		CARGAS TÉRM. VENTILACIÓN VERANO		
Pl.	ESPACIO	nomenclatura en planos	Superficie (m^2)	nº p.	m^3/s	$T_{e*} - T_i$ (ºC)	$w_e - w_i$ (kg/kg)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Totales (W)
Planta baja	P02 E01	Aseo de planta	8,69	0	0,026	2,2	0,0005	69,17	0,04	69,21
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	36,11	4	0,050	2,2	0,0005	132,66	0,07	132,73
	P02 E05	Aseo accesible 1	19,67	0	0,059	2,2	0,0005	156,57	0,09	156,65
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	273,13	27	0,338	2,2	0,0005	895,46	0,50	895,95
		TOTALES	**337,60**	**31**	**0,473**			**1.253,85**	**0,69**	**1.254,54**

PLANTA PRIMERA. GANANCIAS DEBIDAS A LA VENTILACIÓN DE LOS LOCALES

LOCAL				OCUPACIÓN	Q VENT	Δ		CARGAS TÉRM. VENTILACIÓN VERANO		
Pl.	ESPACIO	nomenclatura en planos	Superficie (m^2)	nº p.	m^3/s	$T_{e*} - T_i$ (ºC)	$w_e - w_i$ (kg/kg)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Totales (W)
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	19,67	0	0,059	2,2	0,0005	156,57	0,09	156,65
	P03 E04	Distribuidor de planta	25,12	0	0,014	2,2	0,0005	36,66	0,02	36,68
	P03 E01	Aseo accesible 1	19,67	0	0,059	2,2	0,0005	156,57	0,09	156,65
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	27	0,338	2,2	0,0005	895,46	0,50	895,95
		TOTALES	**337,59**	**27**	**0,469**			**1.245,24**	**0,69**	**1.245,93**

PLANTA TIPO. GANANCIAS DEBIDAS A LA VENTILACIÓN DE LOS LOCALES

LOCAL				OCUPACIÓN	Q VENT	Δ		CARGAS TÉRM. VENTILACIÓN VERANO		
Pl.	ESPACIO	nomenclatura en planos	Superficie (m^2)	nº p.	m^3/s	$T_{e*} - T_i$ (ºC)	$w_e - w_i$ (kg/kg)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Totales (W)
Planta tipo (2^a-3^a)	P04 E03	Aseo accesible 2	19,67	0	0,059	2,2	0,0005	156,57	0,09	156,65
	P04 E04	Distribuidor de planta	25,12	0	0,014	2,2	0,0005	36,66	0,02	36,68
	P04 E01	Aseo accesible 1	19,67	0	0,059	2,2	0,0005	156,57	0,09	156,65
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	27	0,338	2,2	0,0005	895,46	0,50	895,95
		TOTALES	**337,59**	**27**	**0,469**			**1.245,24**	**0,69**	**1.245,93**
X	**2**	**TOTALES 3 PLANTAS**	**675,18**	**54**	**0,94**			**2.490,48**	**1,38**	**2.491,86**

PLANTA CUARTA. GANANCIAS DEBIDAS A LA VENTILACIÓN DE LOS LOCALES

LOCAL				OCUPACIÓN	Q VENT	Δ		CARGAS TÉRM. VENTILACIÓN VERANO		
Pl.	ESPACIO	nomenclatura en planos	Superficie (m^2)	nº p.	m^3/s	$T_{e*} - T_i$ (ºC)	$w_e - w_i$ (kg/kg)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Totales (W)
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	19,67	0	0,059	2,2	0,0005	156,57	0,09	156,65
	P05 E03	Distribuidor de planta	25,12	0	0,014	2,2	0,0005	36,66	0,02	36,68
	P05 E01	Aseo accesible 1	19,67	0	0,059	2,2	0,0005	156,57	0,09	156,65
	P05 E07	Despachos 1	91,32	9	0,113	2,2	0,0005	298,49	0,17	298,65
	P05 E09	Despachos 2	91,32	9	0,113	2,2	0,0005	298,49	0,17	298,65
	P05 E06	Hall zona despachos	43,92	0	0,024	2,2	0,0005	64,09	0,04	64,13
	P05 E08	Salas de reuniones	46,56	23	0,288	2,2	0,0005	762,80	0,42	763,22
TOTALES			**337,58**	**41**	**0,668**			**1.773,64**	**0,98**	**1.774,63**
TOTALES EN EL EDIFICIO				**153**	**2,55**			**6.763,22**	**3,75**	**6.766,97**

Ganancias de calor sensible

$$\phi_{s_vent} = Q_{vent} \cdot (T_{e*} - T_i) \cdot \rho \cdot C_{aire}$$

ϕ_{s_vent}: Ganancias sensibles por ventilación (W)
Q_{vent}: Caudal de cálculo de ventilación m^3/s
T_{e*}: Temperatura exterior cálculo (ºC) 27,2
T_i: Temperatura interior cálculo (ºC) 25,0

ρ: densidad del aire (kg/m^3) 1,20
(varia con la altitud y la temperatura del aire). Tomamos un valor de referencia
C_{aire}: Calor específico del aire (J/kg·ºK) 1.005,0

Ganancias de calor latente

$$\phi_{L_vent} = Q_{vent} \cdot (w_{e*} - w_i) \cdot \rho \cdot L_V$$

ϕ_{L_vent}: Ganancias latentes ventilación (W)
Q_{vent}: Caudal de cálculo de ventilación m^3/s
W_{e*}: R. de mezcla aire exterior (kg/kg) 0,0116
W_i: R. de mezcla aire interior (kg/kg) 0,0111

ρ: densidad del aire (kg/m^3) 1,20
(varia con la altitud y la temperatura del aire). Tomamos un valor de referencia
L_V: Calor vaporización agua (J/g) a 20ºC 2.450,0

* Condiciones exteriores modificadas por el recuperador entálpico

Cargas internas. Criterios de aplicación.

Los criterios aplicados son los mismos ya explicados en el apartado de cargas térmicas de invierno (calefacción) y se resumen a continuación:

- Ocupación: Para la determinación de las cargas internas asociadas a la presencia de personas se ha considerado la misma ocupación empleada previamente en el cálculo de los caudales de ventilación, ya justificada en el apartado correspondiente y en el capítulo dedicado a la descripción de los sistemas del edificio. De esta forma se garantiza la coherencia entre las hipótesis utilizadas para el dimensionado de la ventilación y las empleadas en el cálculo de las cargas térmicas.

- Iluminación: Para la estimación de las cargas internas debidas a la iluminación artificial se han adoptado las mismas densidades de potencia consideradas en el cálculo de la carga interna media del edificio (C_{FI}).

  Aunque los valores empleados en el C_{FI} tienen carácter medio y no representan necesariamente una situación instantánea de máxima demanda, se considera admisible su utilización en este cálculo de cargas térmicas de diseño. Esta decisión se justifica por la baja potencia instalada asociada a los sistemas actuales de iluminación basados en tecnología LED, cuya contribución al balance térmico global es sensiblemente menor que la de sistemas tradicionales. En consecuencia, aun cuando el valor medio utilizado pudiera quedar ligeramente por debajo de una situación puntual de funcionamiento máximo, la desviación introducida no se considera suficientemente relevante como para alterar de forma significativa el dimensionado final de los sistemas.

  La tabla siguiente recoge las densidades de potencia de iluminación adoptadas para cada uno de los espacios considerados aplicando el mismo criterio empleado en el cálculo del C_{FI}:

CARACTERIZACIÓN DE LOCALES							ILUMINACIÓN		
Programa del local			Tipo de uso dentro del Uso característico	Superficie por espacio (m^2)	Multiplicador plantas iguales	Superficie TOTAL	Potencia de Iluminación Instalada		
Pl.	ESPACIO	Nombre en planos	ADMINISTRATIVO	(m^2)	x	(m^2)	Iluminancia media (lux)	D. Potencia (W/m^2)	Potencia Total (W)
Pl. baja	P02 E01	Aseo de planta	A. Servicios	8,69	1	8,69	200	2	17,38
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	Circulaciones	36,11	1	36,11	100	1	36,11
	P02 E05	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	2	39,34
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	500	5	1.365,65
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	2	39,34
	P03 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	100	1	25,12
	P03 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	2	39,34
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	1	273,13	500	5	1.365,65
Planta tipo (2ª y 3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	2	39,34	200	2	78,68
	P04 E04	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	2	50,24	100	1	50,24
	P04 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	2	39,34	200	2	78,68
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	Panorama	273,13	2	546,26	500	5	2.731,30
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	2	39,34
	P05 E03	Distribuidor de planta	Circulaciones	25,12	1	25,12	100	1	25,12
	P05 E01	Aseo accesible 1	A. Servicios	19,67	1	19,67	200	2	39,34
	P05 E07	Despachos 1	Despacho	91,32	1	91,32	500	5	456,60
	P05 E09	Despachos 2	Despacho	91,32	1	91,32	500	5	456,60
	P05 E06	Hall zona despachos	Circulaciones	43,92	1	43,92	100	1	43,92
	P05 E08	Salas de reuniones	Salas reuniones	46,56	1	46,56	500	5	232,80
TOTALES Y MEDIAS						1.687,95			7.160,55

(Tabla de densidades de potencia de iluminación)

- Otros equipos de aporte de calor interno: A diferencia de lo que ocurre con la iluminación, las cargas asociadas a equipos presentan una tendencia creciente en los edificios terciarios actuales. La progresiva incorporación de equipos informáticos, dispositivos electrónicos, sistemas audiovisuales, elementos de telecomunicación y otros equipos auxiliares hace que esta componente represente una fracción cada vez más relevante de las ganancias térmicas internas.

Para los espacios de trabajo se ha adoptado el valor de producción de calor recomendado por la UNE-EN ISO 13790 para edificios de oficinas, correspondiente a una densidad de carga de **15 W/m²** durante el tiempo de utilización. En el resto de los espacios, donde la presencia de equipamiento es significativamente menor y no constituye un factor determinante en el balance térmico, se ha optado por adoptar una carga interna reducida de **1 W/m²**. Como excepción, en la zona de recepción se ha considerado una posible mayor concentración de equipos informáticos y de atención al público, manteniéndose el valor medio de **3 W/m²** empleado previamente en el cálculo del CFI.

La tabla siguiente recoge los criterios de referencia empleados para la definición de estas cargas internas asociadas a equipos.

Flujo de calor debido a los equipos			
Uso del edificio	Equipos de prod. de calor durante el tiempo de trabajo (W/m^2)	fracción del tiempo presente (tanto por uno)	Indice medio del flujo de calor debido a los equipos (W/m^2)
Oficinas	**15**	**0,20**	**3**
Colegios, escuelas	5	0,15	1
Centros de salud	8	0,50	4
Centros de asist., no clínico	15	0,20	3
Catering, restauración	10	0,25	3
Tiendas	10	0,25	3
Salones de actos	5	0,20	1
Alojamiento, hospedaje	4	0,50	2
Prisiones y penitenciarías	4	0,50	2
Deportes	4	0,25	1

Fuente: *UNE-EN-ISO 13790 Eficiencia energética de los edificios. Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración de espacios. Anexo G.*

En consecuencia, y respecto a las ganancias térmicas, tanto sensibles como latentes, debidas a las cargas internas de iluminación, ocupación y equipos, los cálculos quedarían de la siguiente forma:

PLANTA BAJA. GANANCIAS DEBIDAS A LAS CARGAS INTERNAS

ESPACIOS Y LOCALES				ILUMINACIÓN		OCUPACIÓN					EQUIPOS		TOTAL CARGAS INTERNAS VERANO		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	Superficie (m^2)	Pot. Inst. W/m^2	aporte sensible (W)	nº p.	Sensible W/p	latente W/p	aporte sensible (W)	aporte latente (W)	Pot. Inst. W/m^2	aporte sensible (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta baja	P02 E01	Aseo de planta	8,69	2,00	17,38	0			0,0	0,0	1	8,69	26,07	-	26,07
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	36,11	1,00	36,11	4	75	55	300,0	220,0	3	108,33	444,44	220,00	664,44
	P02 E05	Aseo accesible 1	19,67	2,00	39,34	0			0,0	0,0	1	19,67	59,01	-	59,01
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	273,13	5,00	1365,65	27	75	55	2025,0	1485,0	15	4.096,95	7.487,60	1.485,00	8.972,60
TOTALES			**337,60**		**1458,48**	**31**			**2.325,00**	**1.705,00**		**4.233,64**	**8.017,12**	**1.705,00**	**9.722,12**

PLANTA PRIMERA. GANANCIAS DEBIDAS A LAS CARGAS INTERNAS

ESPACIOS Y LOCALES				ILUMINACIÓN		OCUPACIÓN					EQUIPOS		TOTAL CARGAS INTERNAS VERANO		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	Superficie (m^2)	Pot. Inst. W/m^2	aporte sensible (W)	nº p.	Sensible W/p	latente W/p	aporte sensible (W)	aporte latente (W)	Pot. Inst. W/m^2	aporte sensible (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	19,67	2,00	39,34	0			0,0	0,0	1	19,67	59,01	0,00	59,01
	P03 E04	Distribuidor de planta	25,12	1,00	25,12	0	75	55	0,0	0,0	1	25,12	50,24	0,00	50,24
	P03 E01	Aseo accesible 1	19,67	2,00	39,34	0			0,0	0,0	1	19,67	59,01	0,00	59,01
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	5,00	1365,65	27	75	55	2025,0	1485,0	15	4096,95	7.487,60	1.485,00	8.972,60
TOTALES			**337,59**		**1469,45**	**27**			**2.025,00**	**1.485,00**		**4.161,41**	**7.655,86**	**1.485,00**	**9.140,86**

PLANTA TIPO. GANANCIAS DEBIDAS A LAS CARGAS INTERNAS

ESPACIOS Y LOCALES				ILUMINACIÓN		OCUPACIÓN					EQUIPOS		TOTAL CARGAS INTERNAS VERANO		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	Superficie (m^2)	Pot. Inst. W/m^2	aporte sensible (W)	nº p.	Sensible W/p	latente W/p	aporte sensible (W)	aporte latente (W)	Pot. Inst. W/m^2	aporte sensible (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta tipo (2ª-3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	19,67	2,00	39,34	0			0,0	0,0	1	19,67	59,01	0,00	59,01
	P04 E04	Distribuidor de planta	25,12	1,00	25,12	0	75	55	0,0	0,0	1	25,12	50,24	0,00	50,24
	P04 E01	Aseo accesible 1	19,67	2,00	39,34	0			0,0	0,0	1	19,67	59,01	0,00	59,01
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	273,13	5,00	1365,65	27	75	55	2025,0	1485,0	15	4096,95	7.487,60	1.485,00	8.972,60
TOTALES			**337,59**		**1469,45**	**27**			**2.025,00**	**1.485,00**		**4.161,41**	**7.655,86**	**1.485,00**	**9.140,86**
X	**2**	**TOTALES 3 PLANTAS**	**675,18**		**2.938,90**	**54,00**			**4.050,00**	**2.970,00**		**8.322,82**	**15.311,72**	**2.970,00**	**18.281,72**

PLANTA CUARTA. GANANCIAS DEBIDAS A LAS CARGAS INTERNAS

ESPACIOS Y LOCALES				ILUMINACIÓN		OCUPACIÓN					EQUIPOS		TOTAL CARGAS INTERNAS VERANO		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	Superficie (m^2)	Pot. Inst. W/m^2	aporte sensible (W)	nº p.	Sensible W/p	latente W/p	aporte sensible (W)	aporte latente (W)	Pot. Inst. W/m^2	aporte sensible (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	19,67	2,00	39,34	0			-	-	1	19,67	59,01	-	59,01
	P05 E03	Distribuidor de planta	25,12	1,00	25,12	0	75	55	-	-	1	25,12	50,24	-	50,24
	P05 E01	Aseo accesible 1	19,67	2,00	39,34	0			-	-	1	19,67	59,01	-	59,01
	P05 E07	Despachos 1	91,32	5,00	456,60	9	75	55	675,00	495,00	15	1.369,80	2.501,40	495,00	2.996,40
	P05 E09	Despachos 2	91,32	5,00	456,60	9	75	55	675,00	495,00	15	1.369,80	2.501,40	495,00	2.996,40
	P05 E06	Hall zona despachos	43,92	1,00	43,92	0	75	55	-	-	15	658,80	702,72	-	702,72
	P05 E08	Salas de reuniones	46,56	5,00	232,80	23	75	55	1.725,00	1.265,00	15	698,40	2.656,20	1.265,00	3.921,20
TOTALES			**155,78**		**1293,72**	**41**			**3.075,00**	**2.255,00**		**4.161,26**	**8.529,98**	**2.255,00**	**10.784,98**
TOTALES EN EL EDIFICIO			**1.506,15**		**7.160,55**	**153,00**			**11.475,00**	**8.415,00**		**20.879,13**	**39.514,68**	**8.415,00**	**47.929,68**

El balance general y por espacios de ganancias sensibles y latentes, con resultado de las cargas térmicas de refrigeración finales para todo el edificio queda como sigue:

PLANTA BAJA. RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA REFRIGERACIÓN. VERANO

LOCAL			ENVOLVENTE		VENTILACIÓN		CARGAS INTERNAS				CARGAS TOTALES REFRIGERACIÓN		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	ganancias sensibles por cerramientos (W)	ganancias sensibles radiación huecos (W)	Ganancias sensibles ventilación (W)	Ganancias latentes ventilación (W)	aporte sensible ocupación (W)	aporte latente ocupación (W)	aporte sensible iluminación (W)	aporte sensible equipos (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta baja	P02 E01	Aseo de planta	75,91	-	69,17	0,04	-	-	17,38	8,69	171,15	0,04	171,19
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	324,27	115,64	132,66	0,07	300,00	220,00	36,11	108,33	1.017,02	220,07	1.237,09
	P02 E05	Aseo accesible 1	154,13	17,76	156,57	0,09	-	-	39,34	19,67	387,47	0,09	387,56
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	2.381,87	12.684,53	895,46	0,50	2.025,00	1.485,00	1.365,65	4.096,95	23.449,45	1.485,50	24.934,94
TOTALES			**2.936,19**	**12.817,93**	**1.253,85**	**0,69**	**2.325,00**	**1.705,00**	**1458,48**	**4233,64**	**25.025,09**	**1.705,69**	**26.730,78**

PLANTA PRIMERA. RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA REFRIGERACIÓN. VERANO

LOCAL			ENVOLVENTE		VENTILACIÓN		CARGAS INTERNAS				CARGAS TOTALES REFRIGERACIÓN		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	ganancias sensibles por cerramientos (W)	ganancias sensibles radiación huecos (W)	Ganancias sensibles ventilación (W)	Ganancias latentes ventilación (W)	aporte sensible ocupación (W)	aporte latente ocupación (W)	aporte sensible iluminación (W)	aporte sensible equipos (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	78,64	17,77	156,57	0,09	-	-	39,34	19,67	311,98	0,09	312,07
	P03 E04	Distribuidor de planta	114,10	27,78	36,66	0,02	-	-	25,12	25,12	228,78	0,02	228,80
	P03 E01	Aseo accesible 1	105,92	18,00	156,57	0,09	-	-	39,34	19,67	339,49	0,09	339,58
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	1.712,45	12.449,50	895,46	0,50	2.025,00	1.485,00	1.365,65	4.096,95	22.545,00	1.485,50	24.030,50
TOTALES			**2.011,10**	**12.513,05**	**1.245,24**	**0,69**	**2.025,00**	**1.485,00**	**1469,45**	**4161,41**	**23.425,25**	**1.485,69**	**24.910,94**

PLANTA TIPO. RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA REFRIGERACIÓN. VERANO

LOCAL			ENVOLVENTE		VENTILACIÓN		CARGAS INTERNAS				CARGAS TOTALES REFRIGERACIÓN		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	ganancias sensibles por cerramientos (W)	ganancias sensibles radiación huecos (W)	Ganancias sensibles ventilación (W)	Ganancias latentes ventilación (W)	aporte sensible ocupación (W)	aporte latente ocupación (W)	aporte sensible Iluminación (W)	aporte sensible equipos (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta tipo (2ª-3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	78,64	17,77	156,57	0,09	-	-	39,34	19,67	311,98	0,09	312,07
	P04 E04	Distribuidor de planta	114,10	27,78	36,66	0,02	-	-	25,12	25,12	228,78	0,02	228,80
	P04 E01	Aseo accesible 1	105,92	18,00	156,57	0,09	-	-	39,34	19,67	339,49	0,09	339,58
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	1.712,45	12.449,50	895,46	0,50	2.025,00	1.485,00	1.365,65	4.096,95	22.545,00	1.485,50	24.030,50
TOTALES			**2.011,10**	**12.513,05**	**1.245,24**	**0,69**	**2.025,00**	**1.485,00**	**1469,45**	**4161,41**	**23.425,25**	**1.485,69**	**24.910,94**
X	**2**	**TOTALES 3 PLANTAS**	**4.022,21**	**25.026,10**	**2.490,48**	**1,38**	**4.050,00**	**2.970,00**	**2.938,90**	**8.322,82**	**46.850,51**	**2.971,38**	**49.821,89**

PLANTA CUARTA. RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA REFRIGERACIÓN. VERANO

LOCAL			ENVOLVENTE		VENTILACIÓN		CARGAS INTERNAS				CARGAS TOTALES REFRIGERACIÓN		
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	ganancias sensibles por cerramientos (W)	ganancias sensibles radiación huecos (W)	Ganancias sensibles ventilación (W)	Ganancias latentes ventilación (W)	aporte sensible ocupación (W)	aporte latente ocupación (W)	aporte sensible Iluminación (W)	aporte sensible equipos (W)	Sensibles (W)	Latentes (W)	Total (W)
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	173,80	17,54	156,6	0,09	-	-	39,34	19,67	406,91	0,09	407,00
	P05 E03	Distribuidor de planta	230,42	28,51	36,7	0,02	-	-	25,12	25,12	345,83	0,02	345,85
	P05 E01	Aseo accesible 1	188,14	17,76	156,6	0,09	-	-	39,34	19,67	421,48	0,09	421,56
	P05 E07	Despachos 1	1.093,13	10.020,11	298,5	0,17	675,00	495,00	456,60	1.369,80	13.913,12	495,17	14.408,29
	P05 E09	Despachos 2	1.194,10	1.216,71	298,5	0,17	675,00	495,00	456,60	1.369,80	5.210,70	495,17	5.705,86
	P05 E06	Hall zona despachos	201,59	-	64,1	0,04	-	-	43,92	658,80	968,40	0,04	968,44
	P05 E08	Salas de reuniones	434,32	1.206,60	762,8	0,42	1.725,00	1.265,00	232,80	698,40	5.059,92	1.265,42	6.325,34
TOTALES			**3.515,51**	**12.507,23**	**1.773,64**	**0,98**	**3.075,00**	**2.255,00**	**1293,72**	**4161,26**	**26.326,36**	**2.255,98**	**28.582,35**
							GANANCIAS TOTALES EN EL EDIFICIO				**121.627,21**	**8.418,75**	**130.045,96**

CÁLCULO

4. CÁLCULO DE LOS CAUDALES Y EQUIPOS NECESARIOS PARA LA CLIMATIZACIÓN

1. Introducción
2. Determinación de los caudales y potencias de las baterías de las UTAs

INTRO

1. Introducción

En este apartado realizaremos, a partir de las cargas térmicas calculadas en el bloque anterior, tanto el dimensionado estricto de las baterías de las climatizadoras necesarias en cada planta, la potencia y selección de las unidades de producción, como los caudales que es necesario impulsar en cada local para neutralizar las cargas térmicas obtenidas.

Q

2. Determinación de los caudales y potencias de las baterías de las UTAs

El edificio se ha organizado en zonas que agrupan espacios del edifico que tienen un comportamiento homogéneo tanto desde el punto de vista pasivo (vinculación con la envolvente exterior) como del valor de sus cargas internas. En este sentido y de manera general, es bastante obvio que la zona de trabajo en cada planta, oficina panorama, totalmente abierta y con grandes superficies acristaladas, tendrá un comportamiento térmico muy diferente del resto de la planta con menor carga interna y huecos de superficie más controlada. Cada una de las zonas funcionará de manera independiente con sus unidades de producción y climatizadora propia.

Como ya se ha comentado, para cada zona se dispondrá una unidad interior (recuperador + climatizadora con baterías para frío y calor) que gestione la entrada y salida de aire de la zona. La potencia necesaria en las baterías tanto de calefacción como de refrigeración se calcula más adelante.

La impulsión de aire se realiza mediante conductos, la extracción, también conducida, se realiza desde los locales de la planta hasta el recuperador y desde este la expulsión a cubierta. El caudal de suministro en cada zona será el mayor de los tres siguientes:

- el necesario para renovar el aire interior (ventilar),
- el necesario para neutralizar las cargas de calefacción o,
- el necesario para neutralizar las cargas de refrigeración.

Como ya hemos visto el caudal de ventilación se ha determinado a partir de la máxima ocupación prevista en los locales y de la calidad del aire interior exigible (RITE).

El caudal de suministro a los locales, tanto para calefacción como para refrigeración, se determina a partir de la carga sensible que se ha de neutralizar. Es decir, la debida a las perdidas o ganancias a través de la envolvente de los locales de cada zona y las cargas internas de cada espacio. La carga de ventilación no se considera en el cálculo de los caudales de suministro dado que el aire de ventilación habrá sido tratado en su mayor parte en el recuperador y en las baterías de las climatizadoras previstas antes de ser introducido en los locales. No obstante, existe una pequeña parte de este aire exterior no tratado y que es introducido y sí se considerará en el cálculo. En concreto es la parte que queda fuera de la eficiencia del recuperador (75%) y el aire que atraviesa las baterías de la climatizadora sin ser tratado (factor de "bypass" que veremos más adelante).

El cálculo de la potencia necesaria de las baterías de cada unidad interior y del conjunto del sistema de producción (BDC) sí ha de considerar tanto las cargas de ventilación que serán neutralizadas en dichas baterías después de haber pasado por el recuperador de calor, como la transformación de la humedad específica hasta alcanzar los valores necesarios para realizar el control de la humedad relativa prescrita en los espacios interiores acondicionados dentro de los valores admitidos por el R.I.T.E. Estos sistemas de producción deben contemplar, además, las posibles pérdidas producidas en la generación, transporte a los locales, etc.

De acuerdo con la configuración descrita, la modelización más rigurosa de este sistema (al tratarse de un sistema de climatización del tipo todo aire, con recuperación de calor y tratamiento centralizado) sería la realizada mediante la herramienta CALENER GT, que dispone en su biblioteca de los componentes específicos necesarios para representar con mayor detalle este tipo de instalaciones (recuperadores, baterías, caudales variables, tratamientos de aire exterior, etc.).

No obstante, el objetivo principal de la presente guía no es profundizar en la simulación detallada del sistema de climatización, sino facilitar al usuario la comprensión del proceso de modelización del edificio y de la influencia de sus parámetros fundamentales en la demanda y consumo energético. Desde esta perspectiva, resulta más adecuado emplear CALENER VYP, cuya menor complejidad y mayor simplicidad operativa permiten centrar el análisis en el comportamiento energético del edificio sin introducir un nivel adicional de detalle en la definición de los sistemas que exceda el alcance didáctico del ejemplo desarrollado.

Respecto a la elección de las unidades interiores deberán cubrir la potencia necesaria de cada espacio tanto en calefacción como en refrigeración.

En primer lugar, debemos realizar un análisis de la transformación del aire húmedo exterior introducido que se produce en la climatizadora y sus baterías.

La primera transformación se produce en el recuperador de calor y ya la hemos visto en el apartado anterior. Una vez atemperado ese aire exterior en el recuperador sufrirá diferentes procesos de los cuales los más básicos son de calentamiento o enfriamiento y corrección de su humedad.

Para una primera aproximación al caudal de aire que es necesario impulsar en cada zona y para cada servicio, emplearemos la expresión de paso de potencias a caudales, de aire, en este caso.

$$Q = \frac{\phi_s}{C_a \cdot \rho_a \cdot \Delta T} \cdot 3{,}6$$

Donde,

Q Caudal necesario en m³/h.

ϕ_s Potencia sensible de refrigeración necesaria en cada espacio (kW)

ρ_a Densidad del aire (1,20 kg/m³ a 20ºC y presión atmosférica)

c_a Calor específico del aire (1,005 kJ/kg.K)

ΔT Salto de temperatura entre la impulsión y la temperatura del local. Una buena aproximación es considerar $\Delta T = 10$ºC.

En la expresión anterior interviene la temperatura de impulsión del aire, cuyo valor exacto no se conoce en esta fase preliminar del cálculo. En consecuencia, no es posible determinar con precisión el salto térmico entre dicha temperatura de impulsión y la temperatura interior de diseño de los locales, fijada en 21 ºC para invierno y 25 ºC para verano.

En números anteriores de esta guía se ha indicado que, para una primera aproximación, puede adoptarse un salto térmico convencional de 10 ºC como hipótesis inicial de cálculo. Aunque en este ejemplo se determinará posteriormente un valor más ajustado, en esta etapa preliminar se emplea dicho criterio con el fin de estimar los caudales necesarios asociados a los tres servicios considerados (ventilación, calefacción y refrigeración) y poder identificar cuál de ellos resulta determinante.

Bajo esta hipótesis de un salto térmico de 10 ºC, se obtienen los siguientes caudales de suministro estimados inicialmente para cada espacio de cada planta:

PLANTA BAJA. ESTIMACIÓN DE CAUDALES POR SERVICIO

LOCAL			CAUDALES DE IMPULSIÓN NECESARIOS			
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
Planta baja	P02 E01	Aseo de planta	86,84	51,09	93,85	93,85
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	311,39	303,59	180,00	311,39
	P02 E05	Aseo accesible 1	203,00	115,66	212,44	212,44
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	1.742,11	6.999,83	1.215,00	6.999,83
TOTALES			2.343,34	7.470,17	1.701,29	7.617,52

PLANTA PRIMERA. ESTIMACIÓN DE CAUDALES POR SERVICIO

LOCAL			CAUDALES DE IMPULSIÓN NECESARIOS			
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	143,53	93,13	212,44	212,44
	P03 E04	Distribuidor de planta	105,10	68,29	49,74	105,10
	P03 E01	Aseo accesible 1	162,38	101,34	212,44	212,44
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	1.181,53	6729,85	1.215,00	6729,85
TOTALES			1.592,54	6.993	1.689,61	7.259,83

PLANTA TIPO. ESTIMACIÓN DE CAUDALES POR SERVICIO

LOCAL			CAUDALES DE IMPULSIÓN NECESARIOS			
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
Planta tipo ($2^{ª}$-$3^{ª}$)	P04 E03	Aseo accesible 2	143,53	93,13	212,44	212,44
	P04 E04	Distribuidor de planta	105,10	68,29	49,74	105,10
	P04 E01	Aseo accesible 1	162,38	101,34	212,44	212,44
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	1.181,53	6729,85	1.215,00	6729,85
TOTALES			1.592,54	6.993	1.689,61	7.259,83
X	2	TOTALES 3 PLANTAS	3.185,08	13.985,23	3.379,22	14.519,65

PLANTA CUARTA. ESTIMACIÓN DE CAUDALES POR SERVICIO

LOCAL			CAUDALES DE IMPULSIÓN NECESARIOS			
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	167,38	121,47	212,44	212,44
	P05 E03	Distribuidor de planta	135,14	103,23	49,74	135,14
	P05 E01	Aseo accesible 1	187,13	125,81	212,44	212,44
	P05 E07	Despachos 1	549,01	4153,17	405,00	4153,17
	P05 E09	Despachos 2	549,01	1555,43	405,00	1555,43
	P05 E06	Hall zona despachos	79,54	289,08	86,96	289,08
	P05 E08	Salas de reuniones	651,52	1510,42	1035,00	1510,42
TOTALES			2.318,71	7.858,62	2.406,57	8.068,11
TOTAL CAUDALES PARA LOS TRES SERVICIOS			9.439,67	36.306,63	9.176,69	37.465,11

Como era previsible, para este tipo de edificios, en los espacios de trabajo con elevada carga interna, el mayor caudal se corresponde con el necesario para neutralizar las cargas de refrigeración. En los espacios más pequeños y aseos puede ser mayor el caudal de calefacción o el mínimo de ventilación.

Como hemos dicho, en las tablas anteriores hemos realizado una estimación del salto térmico entre temperatura del aire de impulsión y temperatura interior de los espacios a climatizar, fijando ese valor en 10ºC. Este valor suele ser una buena aproximación y así lo utilizamos en el nº anterior de esta guía. Para este número de la guía de ejemplos de aplicación vamos a obtener un valor más preciso de la temperatura necesaria en la impulsión del aire en el momento de máxima de manda tanto para el servicio de calefacción como refrigeración.

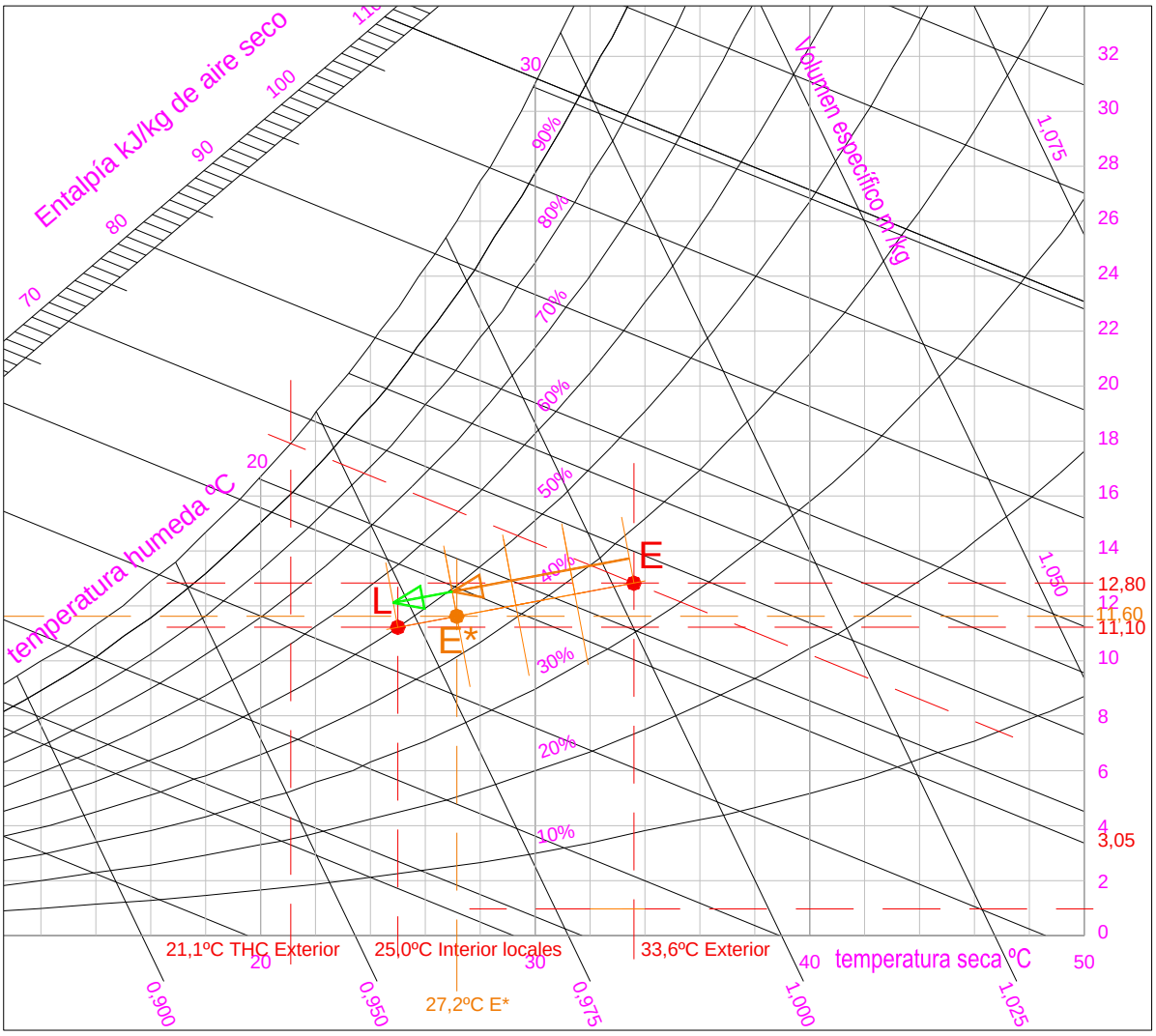
Antes de iniciar los cálculos necesarios debemos hacer una serie de precisiones previas que, si bien no recogen en detalladamente todo el proceso higrotérmico de transformación del aire, pueden aclarar los conceptos básicos que permitan seguir el proceso de cálculo con más facilidad. En todo caso, se recomienda la consulta de manuales específicos que recogen y explican en profundidad y con más detalle y precisión todo el procedimiento.

Como las demandas que predominan son las de refrigeración, comenzaremos por establecer las condiciones para este servicio. En primer lugar, hemos de obtener la recta térmica del local que define las diferentes condiciones del aire que, una vez introducido en los locales, es capaz de neutralizar tanto su carga sensible como latente. Esta recta, pasando por las condiciones establecidas en proyecto para el local, sería completamente horizontal en el caso de procesos de enfriamiento a presión de vapor constante y tendrá una determinada pendiente cuando el aire que introducimos requiera de una humedad específica diferente (en nuestro caso inferior) a la del aire del local.

En nuestro caso, el proceso de enfriamiento del aire va a requerir que neutralicemos la carga latente (vapor de agua) que aportan tanto el aire de ventilación que se introduce "atemperado" por el recuperador como el que aportan las personas que ocupan los espacios acondicionados del edificio.

Respecto a la condición del aire que entra en las baterías de la climatizadora proviene, en principio, de la modificación que ha realizado el recuperador. En este caso, aunque sería posible, no se contempla la recirculación de aire procedente de los locales pues al tratarse de un recuperador entálpico, de una elevada eficacia, el margen de ahorro energético que aportaría la recirculación de una parte del aire retornado es ya muy pequeña. De esta forma, mantenemos una calidad máxima del aire (proviene al 100% del exterior) y aseguramos aun así una muy buena eficacia energética del sistema.

En el siguiente gráfico se puede observar, marcado en verde, el camino que podríamos recorrer para acercarnos todavía más a la condición del aire del local bien, mediante la recirculación parcial del aire de retorno (mezcla de aire exterior con recuperación y de aire recirculado en las condiciones del local) o bien, mediante una mayor eficacia del recuperador empleado. Como vemos el margen de mejora es ya muy pequeño:



Gráficamente el proceso que pretendemos es el siguiente:

Por una parte, debemos tener en cuenta las características de la batería de frío que vamos a utilizar, principalmente en lo que se refiere a su capacidad de tratamiento del aire que la atraviesa, su eficacia. Es decir, que porcentaje del aire que pasa a través de sus aletas es tratado. Dependiendo de la proximidad y número de filas de la batería puede tender a cero, es decir, podría tratar prácticamente el 100% del aire que la atraviesa. Al porcentaje de aire que no es tratado se le suele conocer técnica y comercialmente como factor de baypass (BF). Este valor se suele expresar en tanto por uno. En nuestro ejemplo hemos considerado un factor de baypass (BF) de 0,1, es decir, el 10% del aire que atraviesa la batería no es tratado, o lo que es lo mismo, considerando que la batería se encuentra a una temperatura T_b, el aire de impulsión será el resultado de la mezcla de aire tratado (el 90%), en la condición de la batería y el aire no tratado (el 10%), en la condición en la que ingresa en la batería.

Para aplicar un procedimiento de cálculo abreviado, consideraremos ese porcentaje de aire no tratado como una carga interna más del local. En definitiva, es una parte del aire exterior que se introduce

virtualmente en la condición de origen, en nuestro caso solamente tratado por el recuperador. Por tanto, a las cargas de refrigeración obtenidas en el apartado anterior le añadiremos este caudal de aire no tratado en las baterías de las climatizadoras. A estas cargas modificadas les llamamos cargas efectivas.

Recordemos que el caudal que proviene del exterior en principio puede variar dependiendo de si tenemos recirculación o no de parte del aire retornado de los locales. En cualquier caso, el aporte de aire exterior ha de ser, como mínimo, el que se establece normativamente como caudal de ventilación necesario en cada local. Este caudal mínimo (ventilación), como simplificación y buena aproximación y configuración que se ha de mantener, en cualquier caso, es el que aplicaremos a la hora de establecer las cargas efectivas de cada espacio. Su cálculo tanto para las sensibles como las latentes se realiza de la siguiente forma:

Cargas sensibles efectivas

$$\phi_{S,e} = \phi_S + Q_{v,e*} \cdot BF \cdot \rho_a \cdot c_a \cdot (\theta_e - \theta_{int})$$

Donde,

$\phi_{S,e}$: Carga sensible efectiva de refrigeración de los locales de cada planta [W].

ϕ_S: Carga sensible de refrigeración de los locales de cada planta [W]. En nuestro caso las que se han calculado en el apartado anterior.

ρ_a: es la densidad del aire a la temperatura interior de diseño. Tomamos como valor aproximado 1, 20 kg/m^3

c_a: es el calor específico del aire a la temperatura interior de diseño. Tomaremos = 1.005,00 J/kg·K

$Q_{v,e*}$: es el caudal volumétrico de ventilación, o aquel que se introduzca desde el exterior, habiendo pasado por el recuperador antes de entrar en la batería de la climatizadora de cada planta. [m^3/s].

θ_{int}: es la temperatura interior de diseño del espacio considerado [g/kg].

θ_{e*}: es la temperatura exterior de diseño modificada por el recuperador de calor [g/kg].

Si tomamos como ejemplo la zona de oficina panorama de la planta tipo (P04 E02), partimos de unas cargas sensibles de 22.545,00 W. El resto de los factores son los siguientes:

$\phi_{S,e}$: Carga sensible efectiva de refrigeración de los locales de cada planta [W].

ϕ_S: 22.545,00 W.

ρ_a: Tomamos como valor aproximado 1, 20 kg/m^3

c_a: Tomaremos 1.005,00 J/kg·K

$Q_{v,e*}$: 0,338 m^3/s.

θ_{int}: 25,0 ºC.

θ_{e*}: 27,2 ºC. (es la exterior ya modificada por el recuperador)

En este caso, la carga sensible efectiva para este espacio sería:

$$\phi_{S,e} = 22.545{,}00\ \text{W} + 0{,}338 \cdot 0{,}1 \cdot 1{,}2 \cdot 1.005{,}0(27{,}2 - 25{,}0) = 22.634{,}67\ \text{W}$$

Cargas latentes efectivas

$$\phi_{L,e} = \phi_L + Q_{v,e*} \cdot BF \cdot \rho_a \cdot L_0 \cdot (W_e - W_{int})$$

Donde,

$\phi_{L,e}$: Carga latente efectiva de refrigeración de los locales de cada planta [W].

ϕ_L: Carga latente de refrigeración de los locales de cada planta [W]. En nuestro caso las que se han calculado en el apartado anterior.

ρ_a: es la densidad del aire a la temperatura interior de diseño. Tomamos como valor aproximado 1, 20 kg/m^3

L_0: es el calor latente de vaporización (a 0 ºC 2,491- 20ºc 2,450 kJ/kg)

$Q_{v,e*}$: es el caudal volumétrico de ventilación, o aquel que se introduzca desde el exterior, habiendo pasado por el recuperador antes de entrar en la batería de la climatizadora de cada planta. [m^3/s]..

W_{int}: es la relación de mezcla para la condición del aire interior del espacio considerado [g/kg].

W_{e*}: es la relación de mezcla para la condición del aire exterior modificada por el recuperador de calor [g/kg].

Si tomamos como ejemplo, igual que en el cálculo anterior, la zona de oficina panorama de la planta tipo, partimos de unas cargas latentes de 1.485,50 W. El resto de factores son los siguientes:

$\phi_{L,e}$: Carga latente efectiva de refrigeración de los locales de cada planta [W].

ϕ_L: Carga latente de refrigeración del local, en este caso:1.485,50 [W].

ρ_a: es la densidad del aire a la temperatura interior de diseño. Tomamos como valor aproximado 1, 20 kg/m^3

L_0: es el calor latente de vaporización (a 0 ºC 2,491- 20ºc 2.450 J/kg)

$Q_{v,e*}$: 0,338 m^3/s.

W_{int}: es la relación de mezcla del aire interior del espacio considerado, en este caso 11,10 [g/kg]= 0,0111 [kg/kg].

W_{e*}: es la relación de mezcla del aire exterior modificada por el recuperador de calor 11,60 [g/kg]= 0,0116 [kg/kg].

Para estos valores obtenemos el siguiente resultado

$$\phi_{L,e} = 1.485{,}50 + 0{,}338 \cdot 0{,}1 \cdot 1{,}2 \cdot 2.450 \cdot (0{,}0116 - 0{,}0111) = 1.485{,}55 \text{ W}$$

Aplicando este procedimiento, para cada espacio y cada planta, obtenemos los siguientes resultados:

PLANTA BAJA. CARGAS TÉRMICAS PARA REFRIGERACIÓN

LOCAL			CARGAS REFRIGERACIÓN		C. REFRIGERACIÓN EFECTIVAS	
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	Sensibles (W)	Latentes (W)	Sensibles efectivas (W)	Latentes efectivas (W)
Planta baja	P02 E01	Aseo de planta	171,15	0,04	178,07	0,04
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	1.017,02	220,07	1.030,28	220,08
	P02 E05	Aseo accesible 1	387,47	0,09	403,13	0,10
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	23.449,45	1.485,50	23.538,99	1.485,55
TOTALES			25.025,09	1.705,69	25.150,47	1.705,76

PLANTA PRIMERA. CARGAS TÉRMICAS PARA REFRIGERACIÓN

LOCAL			CARGAS REFRIGERACIÓN		C. REFRIGERACIÓN EFECTIVAS	
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	Sensibles (W)	Latentes (W)	Sensibles efectivas (W)	Latentes efectivas (W)
Pl. primera	P03 E03	Aseo accesible 2	311,98	0,09	327,64	0,10
	P03 E04	Distribuidor de planta	228,78	0,02	232,44	0,02
	P03 E01	Aseo accesible 1	339,49	0,09	355,15	0,10
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	22.545,00	1.485,50	22.634,54	1.485,55
TOTALES			23.425,25	1.485,69	23.549,78	1.485,76

PLANTA TIPO. CARGAS TÉRMICAS PARA REFRIGERACIÓN

LOCAL			CARGAS REFRIGERACIÓN		C. REFRIGERACIÓN EFECTIVAS	
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	Sensibles (W)	Latentes (W)	Sensibles efectivas (W)	Latentes efectivas (W)
Planta tipo (2ª-3ª)	P04 E03	Aseo accesible 2	311,98	0,09	327,64	0,10
	P04 E04	Distribuidor de planta	228,78	0,02	232,44	0,02
	P04 E01	Aseo accesible 1	339,49	0,09	355,15	0,10
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	22.545,00	1.485,50	22.634,54	1.485,55
TOTALES			23.425,25	1.485,69	23.549,78	1.485,76
X	2	TOTALES 3 PLANTAS	46.850,51	2.971,38	47.099,56	2.971,52

PLANTA CUARTA. CARGAS TÉRMICAS PARA REFRIGERACIÓN

LOCAL			CARGAS REFRIGERACIÓN		C. REFRIGERACIÓN EFECTIVAS	
Pl.	ESPACIO	nombre en planos	Sensibles (W)	Latentes (W)	Sensibles efectivas (W)	Latentes efectivas (W)
Planta cuarta	P05 E02	Aseo accesible 2	406,91	0,09	422,57	0,10
	P05 E03	Distribuidor de planta	345,83	0,02	349,50	0,02
	P05 E01	Aseo accesible 1	421,48	0,09	437,13	0,10
	P05 E07	Despachos 1	13.913,12	495,17	13.942,97	495,18
	P05 E09	Despachos 2	5.210,70	495,17	5.240,55	495,18
	P05 E06	Hall zona despachos	968,40	0,04	974,81	0,04
	P05 E08	Salas de reuniones	5.059,92	1.265,42	5.136,20	1.265,46
TOTALES			26.326,36	2.255,98	26.503,73	2.256,08

CARGAS TOTALES DE REFRIGERACIÓN EDIFICIO	121.627,21	8.418,75	122.303,53	8.419,12

Como vemos, el incremento que supone la carga efectiva respecto a las originales es muy pequeño pues el salto térmico entre la temperatura interior y la exterior modificada (E*), gracias al trabajo realizado por el recuperador, es tan solo de 2,2ºC (27,2ºC – 25ºC).

El siguiente paso consiste en establecer la zonificación del total del edificio agrupando, bajo un mismo sistema de climatización, aquellos espacios que reúnen características similares respecto a criterios tales como:

- homogeneidad en cuanto al horario de funcionamiento,
- posición relativa en el edificio, sobre todo a lo que se refiere a su orientación y contacto con la envolvente,
- similitud de cargas internas, etc.

En nuestro caso, hemos establecido 10 sistemas o subsistemas, con la siguiente agrupación de espacios y unidades terminales en cada uno de ellos:

SISTEMA 1. Planta Baja ZONA DE SERVICIOS			
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL
	P02 E01	Aseo de planta	UT 3
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	UT 2
	P02 E05	Aseo accesible 1	UT 1

SISTEMA 2. Planta Baja ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA			
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	UT 4

SISTEMA 3. Planta Primera ZONA DE SERVICIOS			
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL
	P03 E03	Aseo accesible 2	UT 7
	P03 E04	Distribuidor de planta	UT 6
	P03 E01	Aseo accesible 1	UT 5

SISTEMA 4. Planta Primera ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA			
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	UT 8

SISTEMA 5. Planta Tipo ZONA DE SERVICIOS			
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL
	P04 E03	Aseo accesible 2	UT 11
	P04 E04	Distribuidor de planta	UT 10
	P04 E01	Aseo accesible 1	UT 9

SISTEMA 6. Planta Tipo ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA			
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	UT 12
	TOTALES		

SISTEMA 7. Planta Cuarta ZONA DE SERVICIOS			
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL
	P05 E02	Aseo accesible 2	UT 16
	P05 E03	Distribuidor de planta	UT 15
	P05 E01	Aseo accesible 1	UT 14
	P05 E06	Hall zona despachos	UT 13

SISTEMA 8. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. DESPACHOS 1. OESTE			
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL
	P05 E07	Despachos 1	UT 17

SISTEMA 9. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. SALA DE REUNIONES			
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL
	P05 E08	Salas de reuniones	UT 18

SISTEMA 10. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. DESPACHOS 2. ESTE			
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL
	P05 E09	Despachos 2	UT 19

Para cada zona, empleando las cargas efectivas ya calculadas, obtenemos el caudal de suministro necesario, que como mínimo, será el normativo de ventilación y en la mayor parte de los casos será el de refrigeración. No obstante, en algunos espacios de baja carga interna y reducida ganancia solar, puede ser insuficiente el de refrigeración y trabajaremos con el de calefacción.

Para obtener el caudal de referencia en refrigeración aplicamos la expresión siguiente, que considera la proporción de aire realmente tratado y que se podría considerar transformado a la temperatura de la batería de la climatizadora:

$$Q = \frac{\Phi_{Se}}{C_a \cdot \rho \cdot [1 - BF] \cdot [t_r - t_b]}$$

Donde,

Q: caudal. m^3/s

Φ_{Se}: calor sensible efectivo kW

C_a: calor específico del aire (1,005 kJ/kg.K)

ρ: densidad del aire (kg/m^3)

BF: factor de by-pass de la batería

t_r: Temperatura de retorno del aire del local, es decir la temperatura interior de cálculo, en nuestro caso 25ºC.

t_b: Temperatura de rocío de la batería de la climatizadora que obtendremos en cada caso del psicrométrico.

Efectivamente, el único valor que desconocemos de esta expresión es el de la temperatura de rocío de la batería. Para obtenerlo retomamos los datos obtenidos anteriormente de las cargas efectivas del espacio de trabajo (oficina panorama) de la planta tipo (P04 E02):

$$\phi_{S,e} = 22.545{,}00\ W + 0{,}338 \cdot 0{,}1 \cdot 1{,}2 \cdot 1.005{,}0(27{,}2 - 25{,}0) = 22.634{,}67\ W$$

$$\phi_{L,e} = 1.485{,}50 + 0{,}338 \cdot 0{,}1 \cdot 1{,}2 \cdot 2.450 \cdot (0{,}0116 - 0{,}0111) = 1.485{,}55\ W$$

A continuación, necesitamos obtener la pendiente de la recta que define las condiciones del aire capaz de neutralizar el total de las cargas efectivas calculadas. Para ello, obtenemos el "factor del calor sensible efectivo" que es la relación del calor sensible efectivo respecto al calor efectivo total (c. sensible efectivo + c. latente efectivo). La expresión es la siguiente:

$$\frac{\Phi_{Se}}{\Phi_{Se} + \Phi_{Le}}$$

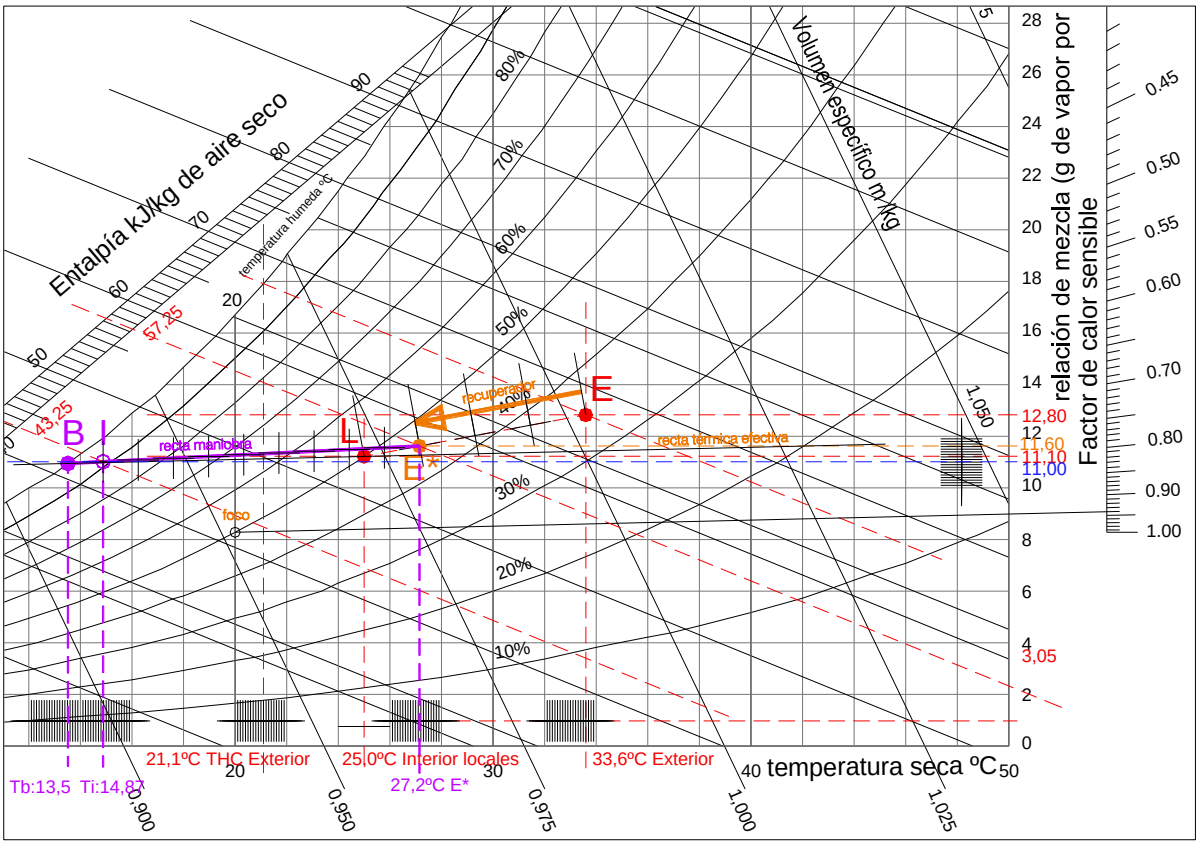
Que, en nuestro caso, para este local, se obtiene:

$$\frac{22.634{,}6\ W}{22.634{,}6\ W+1.485{,}5\ W} = 0{,}9384 \approx \mathbf{0{,}94}$$

Ya en el psicrométrico situaremos este punto, en la escala del factor de calor sensible, y lo uniremos con el foco del diagrama (20ºC, 50% HR). A partir de la recta obtenida, trazaremos una paralela por el punto del local (25ºC y 50% HR), esta recta se denomina "recta térmica efectiva del local". Si la prolongamos hasta que corte a la curva de saturación del diagrama (HR del 100%) y el punto de corte lo referenciamos al eje de temperaturas secas obtenemos la temperatura de rocío de la batería (t_b) de la climatizadora.

La recta que une la condición de la batería (t_b) y el punto de entrada del aire a la misma, que hemos supuesto que es la T_{E*}, después del paso del aire exterior por el recuperador, se denomina "recta de maniobra de la máquina" y en ella se encuentra la condición de impulsión. El punto de impulsión se puede obtener también gráficamente y basta con dividir dicha recta de maniobra en 10 partes para determinar la proporción de aire que atraviesa la batería sin ser tratado (el 10%, BF: 0,1). Dicho punto se encontrará exactamente en la primera fracción (1/10) de dicha recta más próxima a la condición de la batería, pues la mayor parte del aire si es tratado (90%). Si trasladamos este punto al eje de temperaturas secas del diagrama obtenemos la temperatura de impulsión (t_i).

Todos estos pasos los podemos realizar gráficamente en el diagrama personalizado para esta zona 6 (oficina panorama de la planta tipo):



Si hubiéramos optado por la recirculación de parte del aire extraído de los locales, el punto de entrada a la batería sería el correspondiente a la mezcla proporcional entre ese aire retornado y el aire exterior modificado (que como mínimo será caudal de ventilación normativo). En función de la proporción de ambos podemos obtener su condición exacta sobre el segmento que une la condición del local (L) y la del aire exterior modificado (E*).

Una vez conocida la condición de la batería ya podemos obtener el caudal necesario de suministro a este local. Este volumen de caudal (junto con sus características higrotérmicas) será capaz de neutralizar las cargas sensibles obtenidas en el cálculo y mantener además las condiciones de HR de diseño (50%) para dicho local. Dicho caudal será el siguiente:

$$Q = \frac{\Phi_{Se}}{C_a \cdot \rho \cdot [1-BF] \cdot [t_r - t_b]} = \frac{22{,}63}{1{,}005 \cdot 1{,}2 \cdot [1-0{,}1] \cdot [25-13{,}5]} \approx 1{,}813\ m^3/s \approx \mathbf{6.527\ m^3/h}$$

Donde,

Q: caudal. m^3/s.

Φ_{Se}: calor sensible efectivo kW. 22,63 kW en este caso.

C_a: calor específico del aire (1,005 kJ/kg.K)

P: densidad del aire (1,2 kg/m^3)

Bf: factor de by-pass de la batería. (0,1 en este caso)

T_r: Temperatura de retorno del aire del local, es decir la temperatura interior de cálculo, en nuestro caso 25ºC.

t_b: Temperatura de rocío de la batería de la climatizadora que obtendremos en cada caso del psicrométrico. (13,5ºC, según hemos obtenido en el diagrama)

Como vemos en el diagrama, se han señalado, además, los valores de entalpia del aire tanto en la condición de entrada a la batería (E*, 57,25 kJ/kg) como el de la impulsión del aire a los locales (I: 43,25 kJ/kg). Aplicando la siguiente expresión podemos obtener la potencia total de refrigeración en la batería:

$$\boldsymbol{P_{FR}} = \rho \cdot Q \cdot [h_{E^*} - h_i]$$

Donde,

P_{FR}: potencia frigorífica de la UTA (kW)

ρ: densidad del aire (1,20 kg/m^3 a 25º C)

Q: caudal de aire de suministro. (m^3/s)

h_{E^*} h_i =entalpía del aire en las condiciones de los puntos E* e i (kJ/kg)
se pueden obtener de manera gráfica o analítica.

En nuestro ejemplo de cálculo obtenemos los siguientes valores:

$$\boldsymbol{P_{FR}} = 1{,}2 \cdot 1{,}81 \cdot [57{,}25 - 43{,}25] = \mathbf{30{,}4\ kW}$$

Los caudales así obtenidos y con el matiz de los espacios que requieran uno mayor de calefacción o el mínimo de refrigeración, son los que empleamos para el suministro refrigeración y calefacción.

Descomposición de la potencia frigorífica en fracción sensible y latente

Respecto al procedimiento para obtener la fracción sensible y latente respecto a esa potencia total y partiendo de la condición del aire a la entrada de la batería de la climatizadora (E*) y de la condición de salida o impulsión (I) podemos emplear las expresiones clásicas:

Sensible:

$$\Phi_S = c_a \cdot \rho_a \cdot Q \cdot (T_{E^*} - T_i)$$

Donde,

Φ_S: potencia sensible (kW)

C_a: calor específico del aire (1,005 kJ/kg.K)

ρ_a: densidad del aire (1,20 kg/m^3 a 25º C)

Q: caudal de aire de suministro. (m^3/s)
T_{E*} T_i =Temperatura seca del aire en los puntos E* e I (ºC)

Latente:

$$\Phi_L = \rho_a \cdot L_a \cdot Q \cdot (w_{E*} - w_I)$$

Donde,

ϕ_L: Potencia latente entregada [kW].
ρ_a: densidad del aire (1,20 kg/m^3 a 25º C)
L_0: es el calor latente de vaporización (a 0 ºC 2,491- 20ºc 2.450 J/kg)
Q: caudal de aire de suministro. (m^3/s)
W_{e*}: es la relación de mezcla del aire exterior modificada por el recuperador de calor [kg/kg].
W_I: es la relación de mezcla del aire en la condición de impulsión [kg/kg].

Como ejemplo y aplicando los valores personalizados para el caso del espacio P04 E02 (oficina panorama de la planta tipo), tenemos lo siguiente:

Sensible:

Φ_S: potencia sensible (kW)
C_a: calor específico del aire (1,005 kJ/kg.K)
ρ_a: densidad del aire (1,20 kg/m^3 a 25º C)
Q: caudal de aire de suministro. (1,813 m^3/s para este caso)
T_{E*} T_i =Temperatura seca del aire en los puntos E* (27,2ºC) e I (14,87ºC en este caso)

$$\Phi_S = 1{,}005 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}813 \cdot (27{,}2 - 14{,}87) = 26{,}96 \text{ kW}$$

Latente:

ϕ_L: Potencia latente entregada [kW].
ρ_a: densidad del aire (1,20 kg/m^3 a 25º C)
L_0: es el calor latente de vaporización (a 0 ºC 2,491- 20ºc 2.450 J/kg)
Q: caudal de aire de suministro. (1,813 m^3/s para este caso)
W_{e*}: es la relación de mezcla del aire exterior modificada por el recuperador de calor, en este caso 0,0116 [kg/kg].
W_I: es la relación de mezcla del aire del aire en la condición de impulsión, en este caso 0,0110 [kg/kg].

$$\Phi_L = 1{,}2 \cdot 2{,}45 \cdot 1{,}813 \cdot (0{,}0116 - 0{,}0110) = 3{,}20 \text{ kW}$$

$$\Phi_S + \Phi_L = 30{,}16 \text{ kW}$$

La suma de ambas potencias debería ser el total de la potencia inicial obtenida (30,4 kW). En este caso se produce una desviación de ≈ 0,24 kW (≈0,8 %). Este desajuste se debe exclusivamente a que las temperaturas, entalpías y relaciones de humedad empleadas en el ejemplo se han obtenido gráficamente a partir del diagrama psicrométrico. La lectura gráfica introduce pequeñas imprecisiones que se acumulan durante el desarrollo del cálculo, si bien su influencia resulta reducida y perfectamente

aceptable para el objetivo didáctico de esta guía. Un desarrollo completamente analítico permitiría eliminar prácticamente dicha discrepancia.

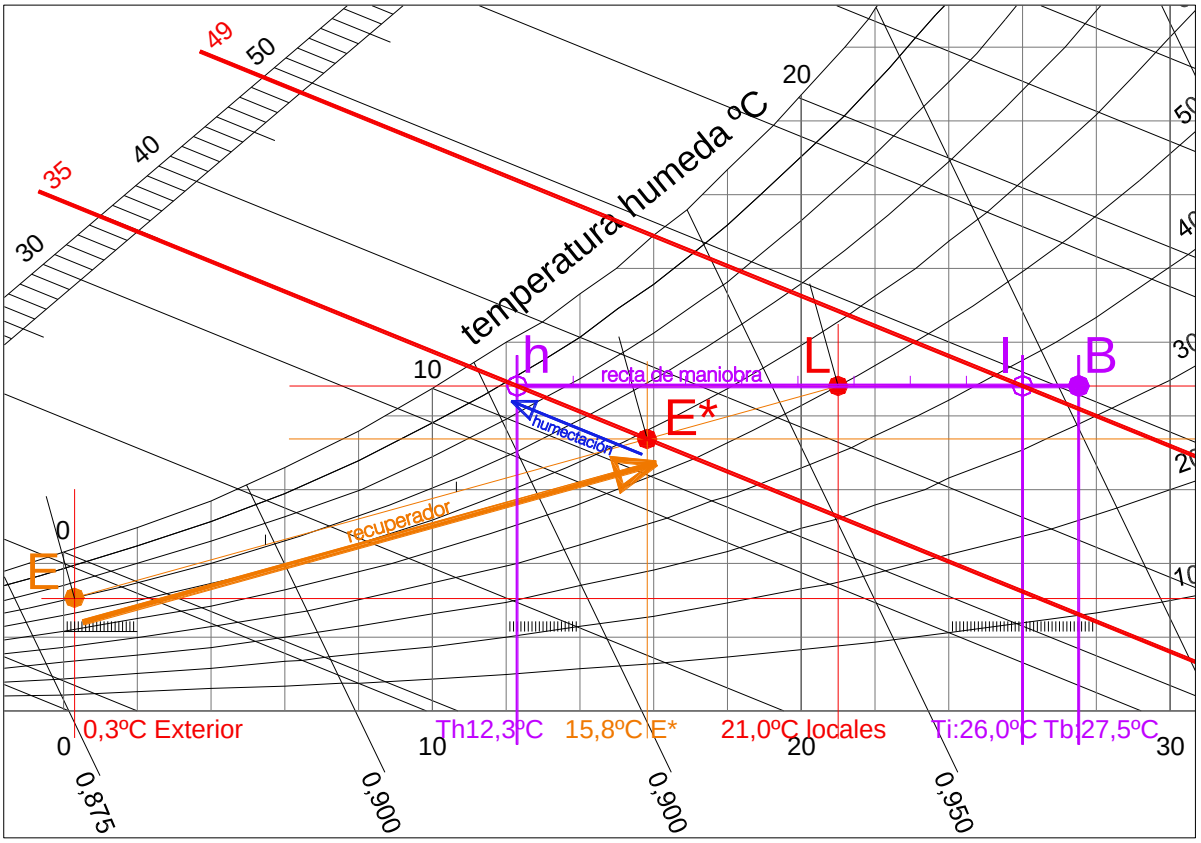
Por este motivo, en las hojas de cálculo resumen que se incorporan más adelante, se ha optado por determinar de forma analítica la potencia sensible (la de mayor peso) y obtener posteriormente la potencia latente por diferencia respecto a la potencia frigorífica total, garantizando así la consistencia energética del balance.

En cuanto a los parámetros de las condiciones del aire de calefacción y con el fin de simplificar este apartado y teniendo en cuenta que las cargas son inferiores, hemos optado por trabajar con un salto térmico fijo de 5ºC. Es decir, impulsaremos el aire a 26ºC (La temperatura de cálculo para los locales es de 21ºC según el RITE). En cuanto a la humedad, consideraremos una impulsión con la misma presión de vapor que la que se ha fijado para los locales en modo calefacción, es decir, 8,8 gr/kg, es decir 0,0088 kg de vapor por kg de aire seco.

El proceso de calentamiento a partir de la salida del recuperador requiere de un proceso de humectación hasta alcanzar esta presión de vapor del local.

La ventaja de esta simplificación que proponemos es que la transformación del aire exterior en el modo de calefacción es idéntica para todos los espacios y se aplica sistemáticamente a los caudales personalizados de cada uno de ellos.

Como partimos de una condición de impulsión conocida podemos fijar nuevamente de manera gráfica la temperatura de la batería aplicando, como ya hemos hecho anteriormente, la proporción entre aire no tratado y el total (BF: 0,1). El diagrama del modo calefacción quedaría de la siguiente forma:



De manera análoga a como hemos obtenido la potencia de refrigeración para este local (oficina panorama de la planta tipo) obtenemos la potencia necesaria en la batería de calefacción:

$$\boldsymbol{P_{CL}} = \rho \cdot Q \cdot [h_{E^*} - \mathrm{h}_i]$$

Donde,

P_{CL}: potencia frigorífica de la UTA (kW)
ρ: densidad del aire (1,20 kg/m³ a 25º C)
Q: caudal de aire de suministro. (m³/s)
$h_{E^*} = h_h$, h_i =entalpía del aire en las condiciones de los puntos E* (salida del recuperador y aire humectado (h_h) e impulsión (i)(kJ/kg). Se pueden obtener de manera gráfica o analítica.

En nuestro ejemplo de cálculo obtenemos los siguientes valores:

$$\boldsymbol{P_{CL}} = 1{,}2 \cdot 1{,}813 \cdot [49 - 35] = 30{,}46 \text{ kW}$$

Descomposición de la potencia frigorífica en fracción sensible y latente

A diferencia de lo que ocurre en refrigeración, en el cálculo de la potencia de calefacción no procede descomponer la energía aportada por la batería en fracción sensible y fracción latente. En el proceso de tratamiento del aire en invierno sí pueden producirse modificaciones previas de su contenido de humedad, tanto por la transferencia asociada al recuperador de calor entálpico empleado en nuestro ejemplo, como, en su caso, por el proceso de humectación directa necesario para alcanzar la relación de mezcla definida para el local. Sin embargo, una vez establecida dicha condición de entrada a la batería de calefacción, el calentamiento posterior del aire se produce a razón de humedad constante (o, de forma equivalente, a presión parcial de vapor constante), tal y como se aprecia en los diagramas psicrométricos de cada sistema. En consecuencia, la energía aportada por la batería se destina exclusivamente a incrementar la temperatura seca del aire, por lo que la potencia de calefacción asociada a la batería se considera íntegramente sensible y puede determinarse directamente a partir del salto térmico entre el aire de entrada y el aire de impulsión.

En el apartado siguiente se detallan estos mismos cálculos para cada uno de los subsistemas. Se ha considerado también como simplificación, que el rendimiento de todos los equipos de producción que alimentarían estas baterías de frío y calor sería el mismo e igual a 4. (EER=COP=4).

El detalle de los parámetros que necesitaremos para introducir en HULC cada sistema es el siguiente:

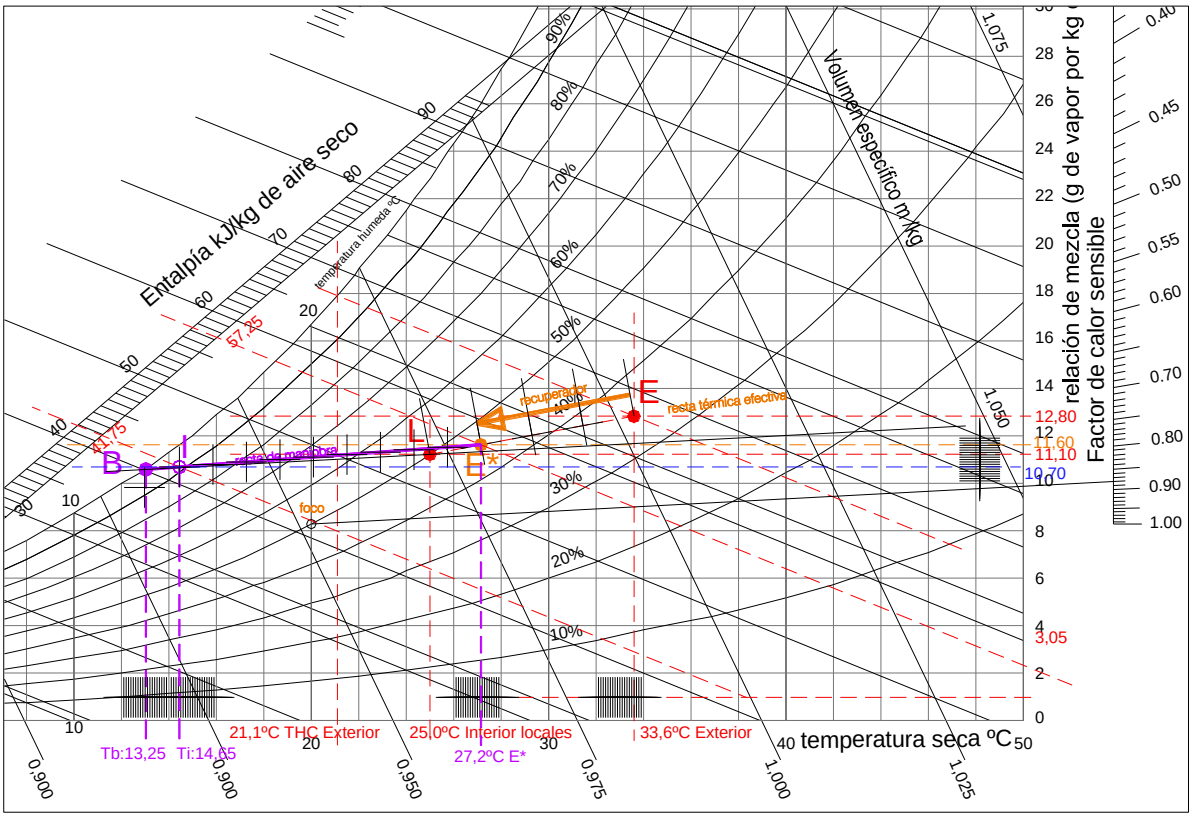
SISTEMA 1. Planta Baja ZONA DE SERVICIOS				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P02 E01	Aseo de planta	UT 3	0,31	0,18	183,45	50,26	93,85	183,00
	P02 E06	Vestíbulo de entrada	UT 2	1,07	1,03	641,51	290,83	180,00	642,00
	P02 E05	Aseo accesible 1	UT 1	0,72	0,40	428,08	113,79	212,44	428,00
		TOTALES		**2,10**	**1,61**				**1.253,00**

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(W)	1.611,48						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	220,22									
efect.	0,88	13,25	1.253,00	14,65	57,25	41,75	**6,47**	**1,62**	5,27	1,20

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	1.253,00	26,00	35,00	49,00	**5,85**	**1,46**	5,85	-



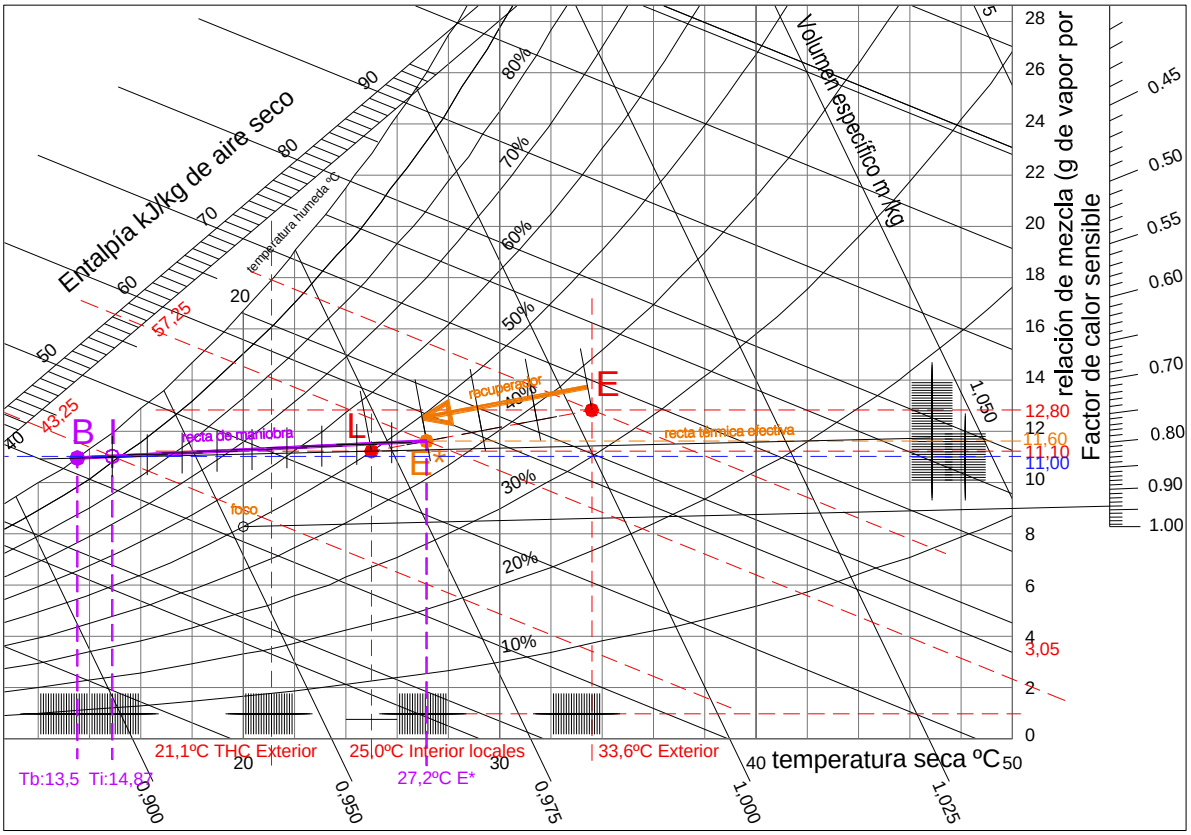
SISTEMA 2. Planta Baja ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P02 E07	Zona de oficina y trabajo	UT 4	6,05	23,54	3.610,57	6.788,95	1.215,00	6.789,00
	TOTALES			**6,05**	**23,54**				**6.789,00**

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	23.538,99						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	1.485,55									
efect.	0,94	13,50	6.789,00	14,87	57,25	43,25	**31,68**	**7,92**	28,04	3,64

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	6.789,00	26,00	35,00	49,00	**31,68**	**7,92**	31,68	-



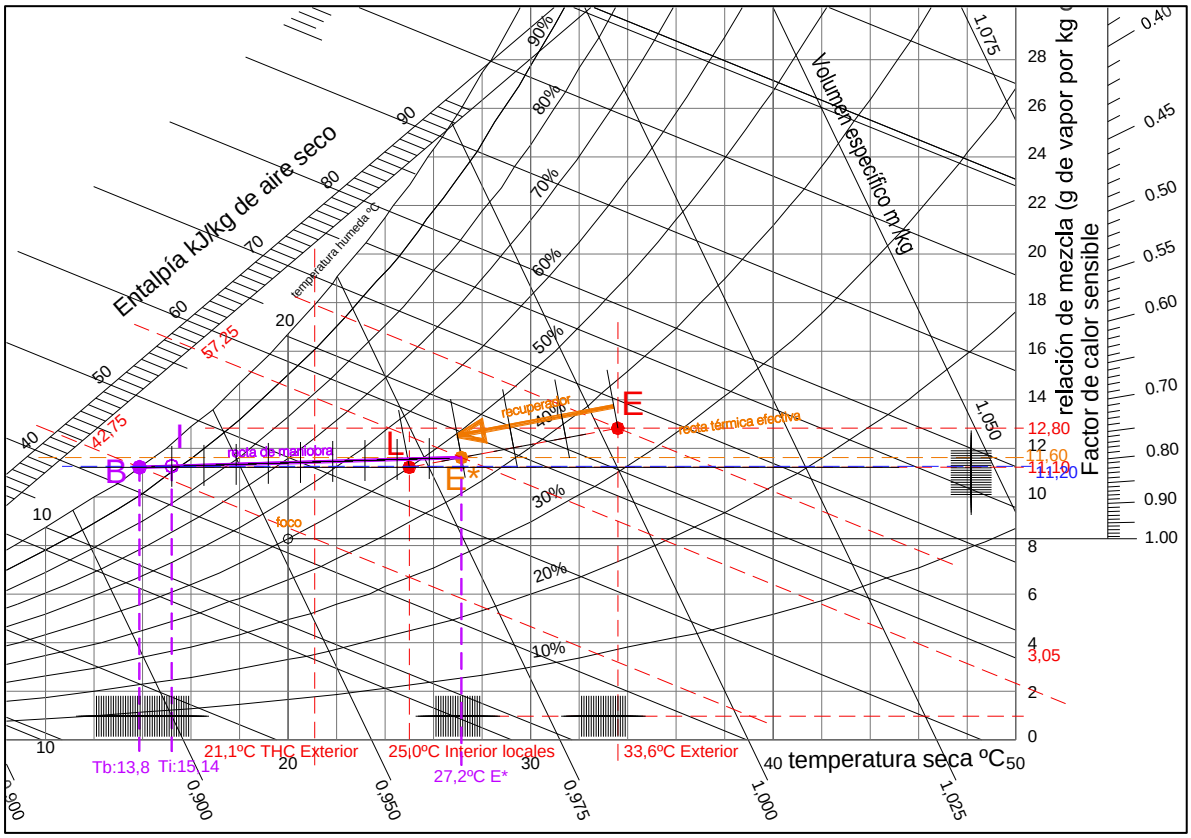
SISTEMA 3. Planta Primera ZONA DE SERVICIOS				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P03 E03	Aseo accesible 2	UT 7	0,52	0,33	309,14	97,03	212,44	309,00
	P03 E04	Distribuidor de planta	UT 6	0,36	0,23	215,38	68,84	49,74	215,00
	P03 E01	Aseo accesible 1	UT 5	0,58	0,36	346,85	105,17	212,44	347,00
	TOTALES			1,46	0,92				871,00

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	915,23						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	0,21									
efect.	1,00	13,80	871,00	15,14	57,25	42,75	**4,21**	**1,05**	3,52	0,69

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	871,00	26,00	35,00	49,00	**4,06**	**1,02**	4,06	-



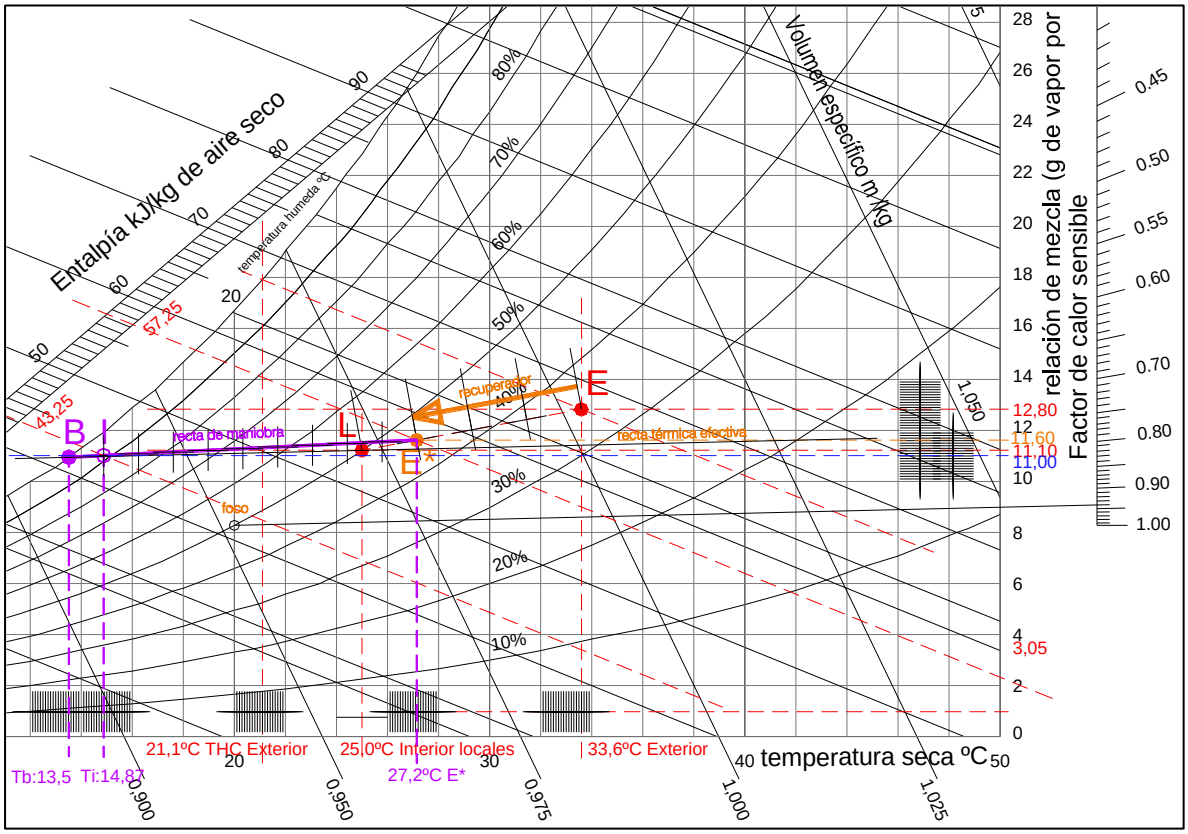
SISTEMA 4. Planta Primera ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P03 E02	Zona de oficina y trabajo	UT 8	4,17	22,63	2.489,42	6.528,10	1.215,00	6.528,00
	TOTALES			4,17	22,63				6.528,00

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	22.634,54						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	1.485,55									
efect.	0,94	13,50	6.528,00	14,87	57,25	43,25	**30,46**	**7,62**	26,96	3,50

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	6.528,00	26,00	35,00	49,00	**30,46**	**7,62**	30,46	-



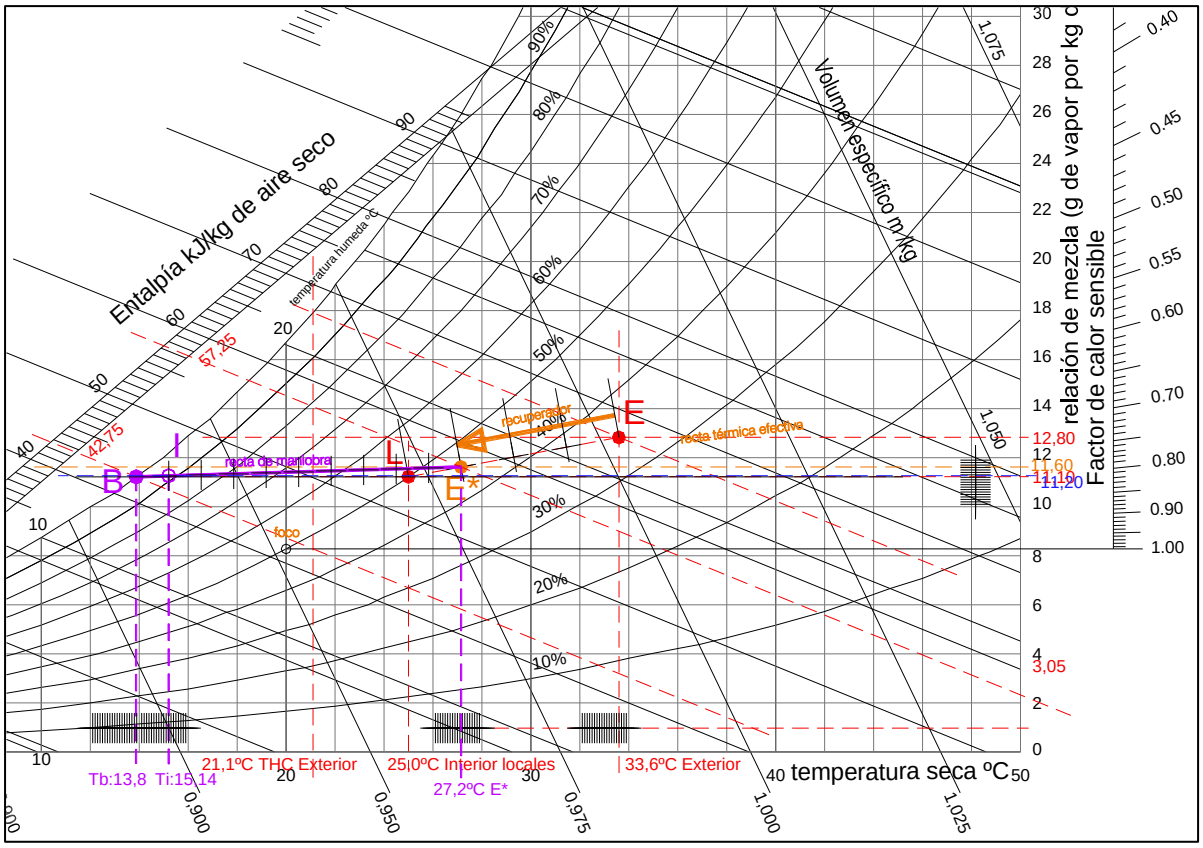
SISTEMA 5. Planta Tipo ZONA DE SERVICIOS				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P04 E03	Aseo accesible 2	UT 11	0,52	0,33	309,14	97,03	212,44	309,00
	P04 E04	Distribuidor de planta	UT 10	0,36	0,23	215,38	68,84	49,74	215,00
	P04 E01	Aseo accesible 1	UT 9	0,58	0,36	346,85	105,17	212,44	347,00
	TOTALES			1,46	0,92				871,00

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	915,23						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	0,21									
efect.	1,00	13,80	871,00	15,14	57,25	42,75	**4,21**	**1,05**	3,52	0,69

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	871,00	26,00	35,00	49,00	**4,06**	**1,02**	4,06	-



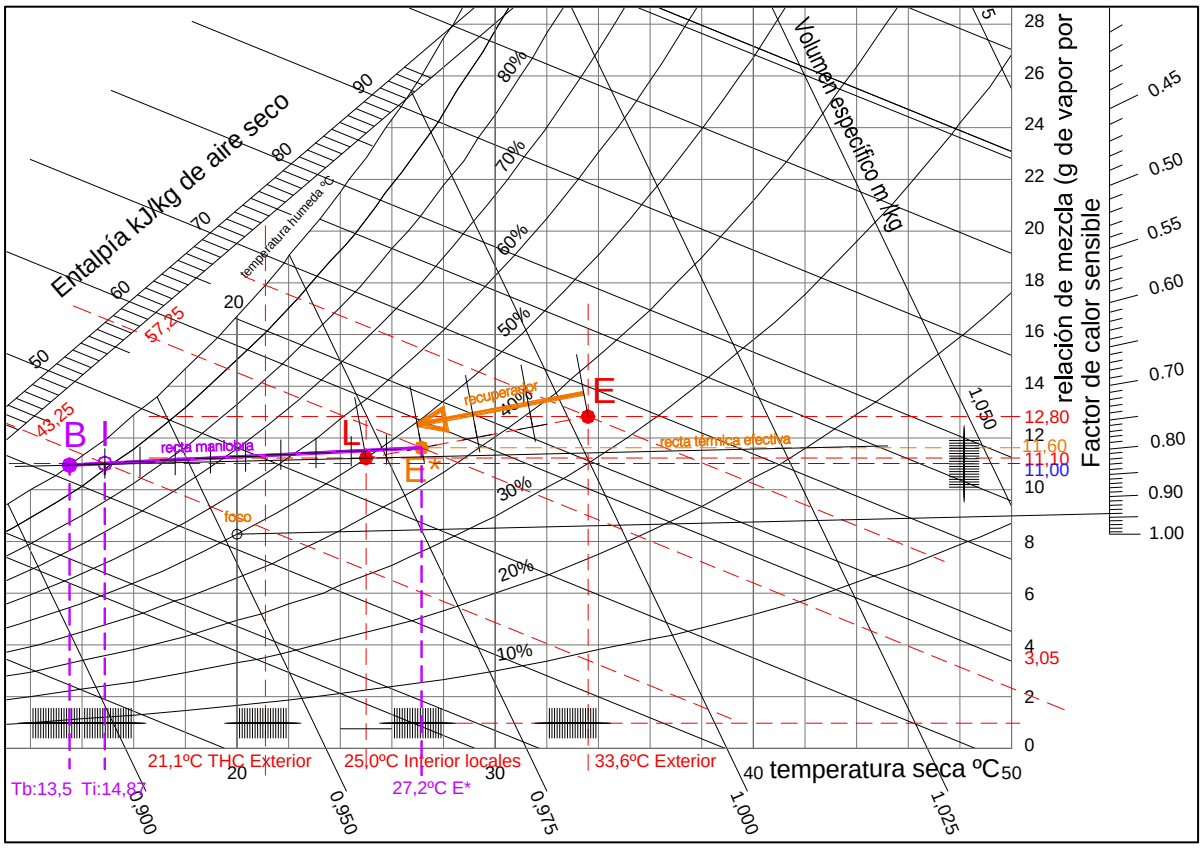
SISTEMA 6. Planta Tipo ZONA DE TRABAJO. OFICINA PANORAMA				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P04 E02	Zona de oficina y trabajo	UT 12	4,17	22,63	2.489,42	6.528,10	1.215,00	6.528,00
	TOTALES			4,17	22,63				6.528,00

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	22.634,54						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	1.485,55									
efect.	0,94	13,50	6.528,00	14,87	57,25	43,25	**30,46**	**7,62**	26,96	3,50

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	6.528,00	26,00	35,00	49,00	**30,46**	**7,62**	30,46	-



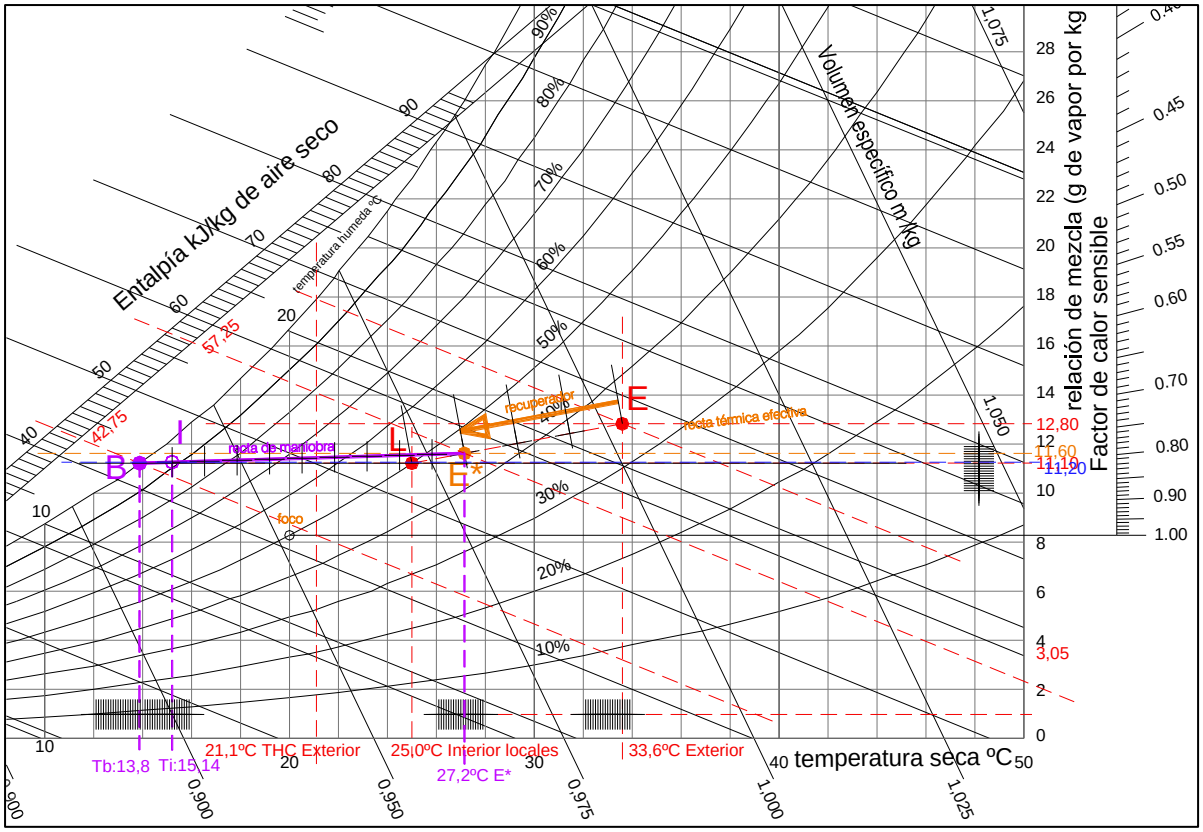
SISTEMA 7. Planta Cuarta ZONA DE SERVICIOS				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P05 E02	Aseo accesible 2	UT 16	0,60	0,42	356,71	125,14	212,44	357,00
	P05 E03	Distribuidor de planta	UT 15	0,46	0,35	275,41	103,50	49,74	275,00
	P05 E01	Aseo accesible 1	UT 14	0,66	0,44	396,21	129,45	212,44	396,00
	P05 E06	Hall zona despachos	UT 13	0,28	0,97	168,06	288,68	86,96	289,00
	TOTALES			**2,00**	**2,18**				**1.317,00**

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	2.184,01						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	0,25									
efect.	1,00	13,80	1.317,00	15,14	57,25	42,75	**6,37**	**1,59**	5,32	1,04

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	1.317,00	26,00	35,00	49,00	**6,15**	**1,54**	6,15	-



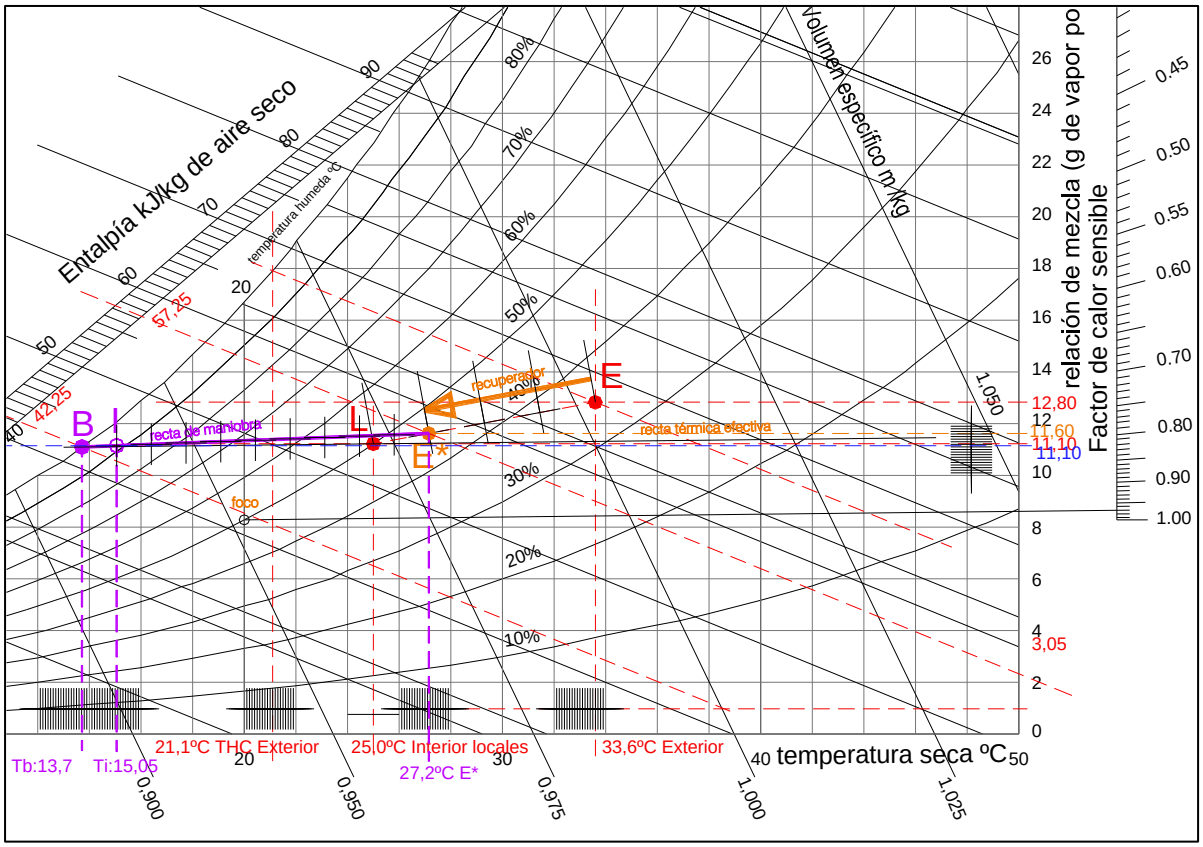
SISTEMA 8. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. DESPACHOS 1. OESTE				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P05 E07	Despachos 1	UT 17	1,93	13,94	1.154,63	4.092,51	405,00	4.093,00
	TOTALES			**1,93**	**13,94**				**4.093,00**

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	13.942,97						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	495,18									
efect.	0,97	13,70	4.093,00	15,05	57,25	43,50	**18,76**	**4,69**	16,66	2,10

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	4.093,00	26,00	35,00	49,00	**19,10**	**4,78**	19,10	-



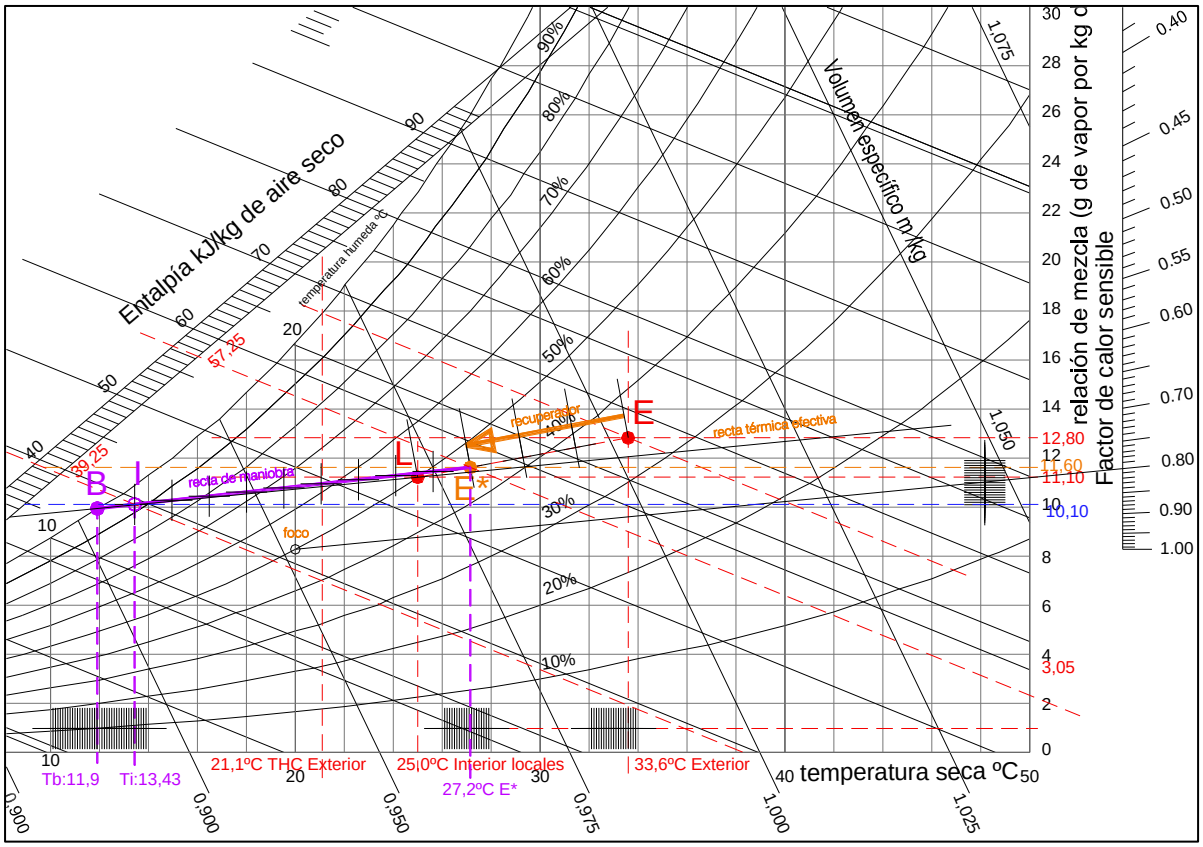
SISTEMA 9. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. SALA DE REUNIONES				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P05 E08	Salas de reuniones	UT 18	2,42	5,14	1.447,73	1.300,42	1.035,00	1.448,00
	TOTALES			2,42	5,14				1.448,00

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	5.136,20						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	1.265,46									
efect.	0,80	11,90	1.448,00	13,43	57,25	39,25	**8,69**	**2,17**	6,00	2,69

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	1.448,00	26,00	35,00	49,00	**6,76**	**1,69**	6,76	-



SISTEMA 10. Planta Cuarta ZONA DE TRABAJO. DESPACHOS 2. ESTE				POTENCIAS Y CAUDALES NECESARIOS					
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA POR ESPACIOS	ESPACIO	Nombre en planos	Unidad TERMINAL	Pot. Sensible efectiva CALEFACCIÓN (Kw)	Pot. Sensible efectiva REFRIGERACIÓN (Kw)	$Q_{CALEFACCIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{REFRIGERACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{VENTILACIÓN}$ (m^3/h)	$Q_{SUMINISTRO}$ (m^3/h)
	P05 E09	Despachos 2	UT 19	1,93	5,24	1.154,63	1.491,98	405,00	1.492,00
		TOTALES		**1,93**	**5,24**				**1.492,00**

REFRIGERACIÓN

F. calor sensible efectivo		Temperatura de rocío batería: T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro (Q: m^3/h)	Temperatura de impulsión: T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE FRÍO		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
Σ C. sensibles Ef.(kW)	5.240,55						POT. FRIG. (kW)	CONSUMO (kW)		
Σ C. latentes Ef.(kW)	495,18									
efect.	0,91	13,35	1.492,00	14,74	57,25	42,50	**7,34**	**1,83**	6,23	1,11

CALEFACCIÓN

Temp. seca salida recuperador T_h (ºC)	Temperatura seca aire humectado T_h (ºC)	Temperatura de la batería T_b (ºC)	Caudal de aire de suministro = refrigeración (m^3/h)	Temperatura de impulsión T_i (ºC)	Entalpía del aire entrada batería kJ/kg	Entalpía del aire de impulsión kJ/kg	BATERÍA DE CALOR		Potencia SENSIBLE (kW)	Potencia LATENTE (kW)
							POT. CALEF. (kW)	CONSUMO (kW)		
15,80	12,30	27,50	1.492,00	26,00	35,00	49,00	**6,96**	**1,74**	6,96	-

