



Universidad  
de Zaragoza

Universidad de Zaragoza

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica  
Industrial



# PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN DE UN ALBERGUE JUVENIL

## Memoria

**Autor:** Rubén Marzo Limeres

**Convocatoria:** Septiembre 2011

**Directores:** Belén Zalba y Ana Lázaro

**Especialidad:** Mecánica



1. INTRODUCCIÓN .....	03
1.1. Objeto .....	03
1.2. Emplazamiento .....	03
1.3. Normativa aplicable .....	05
1.4. Resumen del presupuesto .....	06
1.5. Fecha y firma .....	06
1.6. Bibliografía .....	07
2. DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA .....	09
2.1. Distribución .....	09
2.2. Áreas .....	10
2.3. Régimen de funcionamiento .....	11
2.4. Zonificación y horarios .....	11
2.5. Ocupación .....	13
2.6. Caudales de ventilación .....	14
3. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA .....	17
3.1. Zona climática .....	17
3.2. Parámetros característicos .....	18
3.3. Transmitancia térmica de cerramientos opacos .....	19
3.4. Transmitancia térmica de los huecos .....	21
3.5. Factor solar modificado de los huecos .....	23
3.6. Resumen .....	24
3.7. Cumplimiento de la opción simplificada .....	26
4. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS .....	27
4.1. Introducción .....	27
4.2. Condiciones exteriores .....	28
4.3. Condiciones interiores .....	31
4.4. Metodología de cálculo de cargas .....	33
4.5. Cargas por conducción .....	34
4.6. Cargas por radiación .....	35



4.7. Cargas interiores .....	36
4.8. Cargas por ventilación .....	38
4.9. Recuperación de energía .....	39
4.10. Cargas máximas en verano .....	42
4.11. Influencia de las medidas de ahorro en verano .....	44
4.12. Cargas máximas en invierno .....	45
4.13. Influencia de las medidas de ahorro en invierno .....	47
4.14. Evaluación de las medidas de ahorro .....	48
<b>5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>49</b>
5.1. Introducción .....	49
5.2. Escenario energético en Teruel .....	50
5.3. Factores de emisiones .....	52
5.4. PANER y Directiva Europea 2009/28/CE .....	53
5.5. Rendimiento estacional .....	56
5.6. Estudio de alternativas. Invierno .....	58
5.7. Estudio de alternativas. Verano .....	62
<b>6. OPCIÓN SELECCIONADA. CIRCUITO PRIMARIO .....</b>	<b>65</b>
6.1. Opción seleccionada .....	66
6.2. Condiciones de funcionamiento .....	67
6.3. Funcionamiento de la bomba de calor .....	69
6.4. Esquema de principio .....	73
6.4.1. Intercambiadores de calor .....	75
6.4.2. Depósito de inercia .....	75
6.4.3. Vasos de expansión .....	76
<b>7. SUELO RADIANTE / REFRESCANTE .....</b>	<b>77</b>
7.1. Introducción .....	77
7.2. Características principales .....	77
7.3. Funcionamiento suelo radiante / refrescante .....	81
7.4. Componentes básicos de un sistema radiante .....	81



7.5. Diseño .....	85
8. VENTILACIÓN .....	93
8.1. Introducción .....	93
8.2. Unidad de tratamiento de aire .....	94
8.3. Condiciones de impulsión .....	98
8.4. Difusores de impulsión y retorno .....	99
8.5. Red de conductos .....	101
8.5.1. Dimensionado de red de conductos .....	102
8.5.2. Pérdidas de cargas singulares en los conductos .....	104
8.6. Selección de los ventiladores .....	105
9. RED DE TUBERÍAS .....	106
9.1. Método de cálculo de redes de tuberías .....	106
9.2. Pérdidas de singularidades .....	108
9.3. Circuito climatizadores .....	108
9.4. Circuitos a colectores .....	109
9.5. Grupos de impulsión .....	110
9.5.1. Bombas de impulsión para circuito a UTAS .....	110
9.5.2. Bomba de impulsión para suelo radiante .....	111
10. AISLAMIENTO .....	113
11. MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA .....	114
11.1. Medidas de ahorro de energía implementadas .....	115
11.2. Colaboración con el PANER .....	116



## **RESUMEN**

El presente proyecto engloba el estudio de las necesidades de calefacción y refrigeración de un albergue juvenil de capacidad máxima de 94 personas situado en la localidad de Cervera del Rincón, provincia de Teruel.

Se ha comenzado describiendo los diferentes cerramientos que componen la envolvente térmica del edificio, comprobando el cumplimiento de las exigencias energéticas marcadas por la opción simplificada del CTE.

Se han establecido soluciones que han mejorado las características térmicas de la edificación, así como la realización de estudios de la influencia de diferentes aspectos constructivos en la demanda.

Una vez definidas las exigencias térmicas del edificio, se han estudiado diferentes alternativas de producción de frío y calor, analizando el consumo de energía primaria, así como la emisión de CO<sub>2</sub> de cada una de ellas, estudiando el escenario energético en la zona para tener conocimiento del factor de emisiones por kW consumido.

Se ha seleccionado una bomba de calor agua-agua, que intercambia energía con el terreno por medio de un circuito acoplado al terreno, lo que aumenta el rendimiento de la máquina al trabajar con un foco exterior de temperatura relativamente estable.

Para distribuir la energía por todos los locales del albergue, se ha elegido un sistema de suelo radiante/refrescante que aporta una homogeneidad de temperaturas, lo que proporciona un elevado confort a los usuarios además de favorecer el ahorro energético al trabajar con temperaturas más bajas.

A continuación se ha diseñado el resto de la instalación, seleccionando las unidades de tratamiento de aire correspondientes y sus componentes, así como el cálculo de la red de conductos de circulación y la red de tuberías de agua.

Rubén Marzo Limeres



Se han enumerado todas las medidas de ahorro energético implementadas en el proyecto, además de calcular la aportación de la instalación a los objetivos energéticos del PANER.



# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 OBJETO**

El objetivo del presente proyecto es el estudio y análisis de una instalación de climatización para un albergue de nueva construcción situado en una localidad de la provincia de Teruel.

Debido a la necesidad de reducir los recursos energéticos y preservar el medioambiente, se plantean soluciones aplicadas al área de la climatización que permitan una reducción de emisiones de gases contaminantes y un menor derroche de energía primaria.

Es por ello por lo que los criterios fundamentales de diseño del presente proyecto son la eficiencia energética y la reducción de liberación de gases, garantizando a la vez el confort de los usuarios del edificio.

En el siguiente documento y en sus adjuntos se detalla el diseño de la instalación adoptando una metodología de trabajo encaminada a la consecución de los objetivos previamente definidos.

## **1.2 EMPLAZAMIENTO**

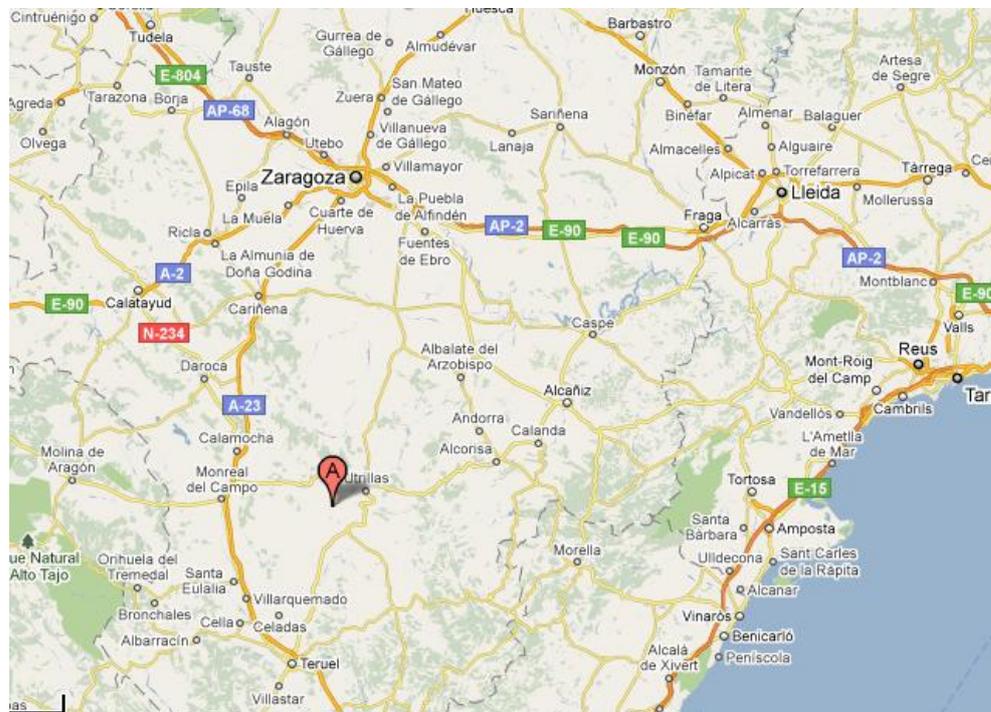
El edificio de nueva construcción, objeto de este proyecto, se encuentra situado en la localidad de Cervera del Rincón, Teruel. La construcción se encuentra ubicada en la entrada del pueblo, en un antiguo campo de cultivo, con una orientación 0° al Sur.

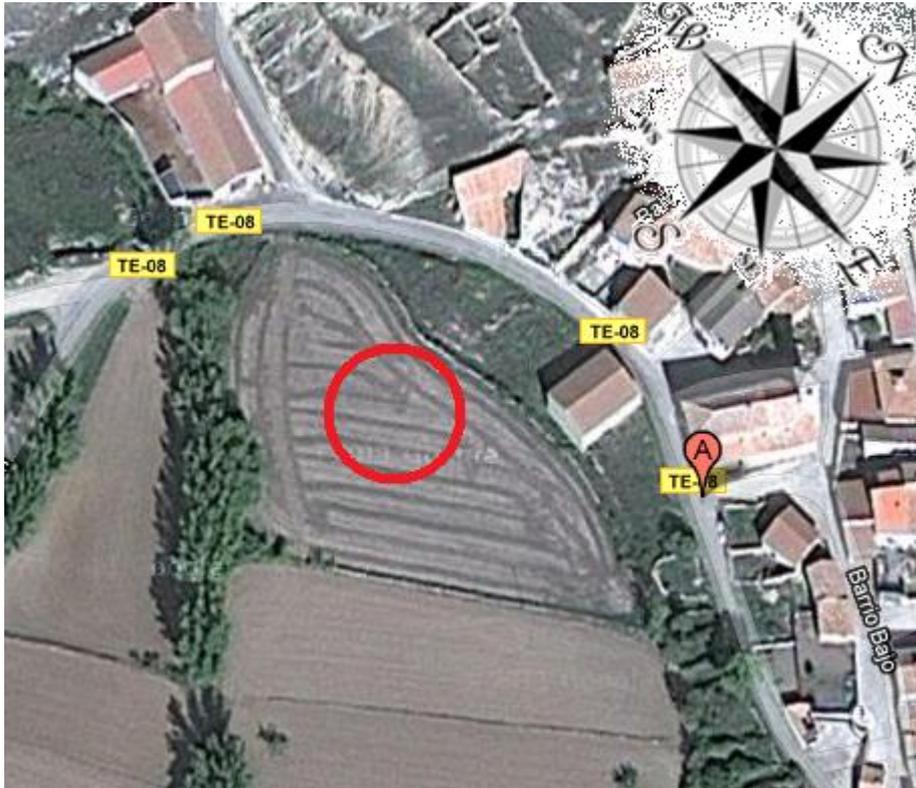
Se trata de un pueblo con 25 habitantes a una altitud de 1.264 m., cuya principal actividad es la agricultura y ganadería, y el cual ha sido víctima en las últimas décadas de la emigración hacia las grandes ciudades. Sin embargo, este pequeño municipio ofrece rutas senderistas, cotos de caza deportiva y una tranquilidad en contacto con la naturaleza difícil de conseguir. Es por ello por lo que se ha



incentivado la construcción de un albergue juvenil y cultural que de vida en los meses de verano al pueblo, en el que los jóvenes puedan realizar actividades al aire libre, deportes en contacto con la naturaleza, rutas senderistas, excursiones a sitios de interés de la zona, así como actividades culturales dentro del edificio.

En el siguiente mapa se observa el emplazamiento de la construcción en cuestión





### 1.3 NORMATIVA APLICABLE

- Código Técnico de la Edificación (C.T.E.)
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (R.I.T.E.)
- Normas UNE que son de aplicación al proyecto
- Directiva Europea 93/76/CEE sobre limitaciones de emisiones de CO<sub>2</sub>.



#### 1.4 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

<b>RESUMEN DEL PRESUPUESTO</b>	
<i>MÁQUINAS DE PRODUCCIÓN</i>	<i>24.617 €</i>
<i>CLIMATIZADORES</i>	<i>30.721 €</i>
<i>VENTILACIÓN</i>	<i>30.721 €</i>
<i>UNIDADES TERMINALES</i>	<i>58.156 €</i>
<i>RED HIDRÁULICA</i>	<i>15.675 €</i>
<b>TOTAL</b>	<i>159.889 €</i>

El precio total que asciende a la cantidad de 159.889 euros (CIENTO CINCUENTA y NUEVE MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y NUEVE euros), es fijo y no sujeto a revisión.

#### 1.5 FECHA Y FIRMA

Zaragoza, 2 de Septiembre de 2011

Firma: \_\_\_\_\_

Rubén Marzo Limeres

Mecánica - EUITIZ - 2011



## 1.6 BIBLIOGRAFÍA

- “Fundamentos de Climatización para instaladores e ingenieros recién titulados” Atecyr.
- “Manual de Climatización, Tomo II: Cargas Térmicas”, de José Manuel Pinazo Ojer.
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE).
- “Postgrado en ingeniería de climatización: Módulo 3 Demanda energética” de Atecyr y la Universidad de Zaragoza.
- “Guía de condiciones climáticas exteriores de proyecto” IDAE 2009.
- Presentación de *“Eficiencia Energética en Instalaciones Térmicas y de Climatización. Técnicas para el análisis y la mejora de la envolvente térmica de los edificios”* D. Ignacio Zabalza Bribián. Fundación CIRCE.
- “Proyecto de climatización de una residencia geriátrica en Huesca” Marina Roche.
- Documento Técnico de Instalaciones en la Edificación 3.01: Psicrometría.
- Documento Técnico de Instalaciones en la Edificación 9.05: Sistemas de Climatización.
- Documento Técnico de Instalaciones en la Edificación 5.01: Cálculo de conductos.
- Documento Técnico de Instalaciones en la Edificación 9.01: Suelo radiante



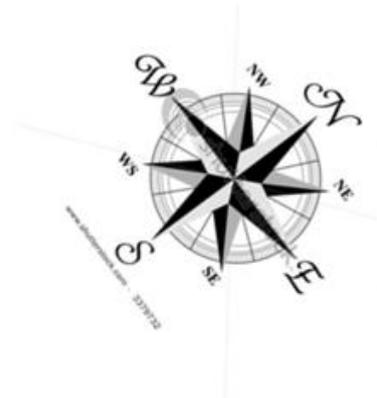
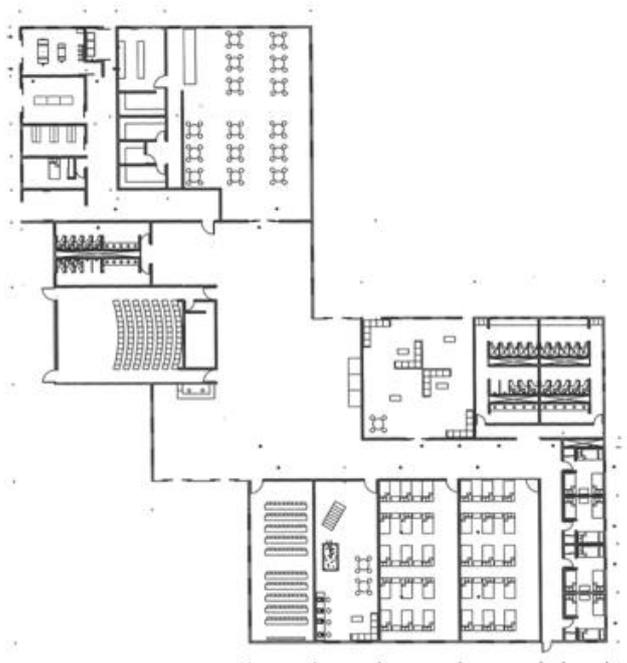
- Documento Técnico de Instalaciones en la Edificación 4.01: Tuberías, cálculo de las pérdidas de presión y criterios de diseño.
- “Apuntes de Climatización y Frío Industrial”, de Belén Zalba y Ana Lázaro. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza.
- Catálogos Comerciales de las marcas Luftec Schako, Sedical, Grundfos, Salvador Escoda, Uponor, etc.



## **2. DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA**

### **2.1 DISTRIBUCIÓN**

El acceso al albergue se realiza por un camino de tierra no asfaltado, pero en buen estado. El edificio es de una sola planta donde se sitúan las zonas comunes, dormitorios, administración y zona de máquinas. Consta de una superficie total de 1724 m<sup>2</sup>, de los cuales serán climatizables 1662 m<sup>2</sup>.



El albergue cuenta con dos entradas diferentes, las cuales dan acceso al vestíbulo principal.



El edificio posee dos dormitorios comunales y cuatro para pequeños grupos, un restaurante-cafetería, una sala de descanso y una sala de juegos, así como un aula didáctica de gran capacidad y una sala de proyecciones. Existen además dos zonas de sanitarios.

En la cara suroeste se encuentran las zonas de máquinas, desechos y mantenimiento, así como la conserjería y una pequeña enfermería.

La sala de máquinas, donde se prevé la instalación de los equipos, cumple con todas las especificaciones detalladas en el RITE.

La azotea es plana y no transitable, en ella se instalarán los climatizadores.

Para una visión más detallada, consultar el documento PLANOS.

## 2.2 ÁREAS

<b>Espacio</b>	<b>AREAS [m2]</b>		
		Habitación 5	15,953
		Habitación 6	15,953
Aula didáctica	86,873	Sanitarios Hombres 1	47,685
Salón de juegos	86,873	Sanitarios Mujer 1	47,685
Habitación comunal 1	108,770	Sanitarios Hombres 2	21,116
Habitación comunal 2	108,770	Sanitarios Mujer 2	21,116
Sala de descanso	113,539	Vestíbulo	449,259
Sala de proyecciones	129,533	Pasillo 2	68,067
Sala polivalente	0,000	Conserjería	15,480
Restaurante	226,070	Consultorio	16,673
Mantenimiento	16,673	Area de desechos	8,550
Cocina	34,718	Cuarto de máquinas	25,300
Habitación 3	15,953	Subestación	25,448
Habitación 4	15,953	Huecos	2,430



### 2.3 RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO

El albergue va a estar en funcionamiento de manera continua y durante todos los meses del año.

### 2.4 ZONIFICACIÓN Y HORARIOS

Para un diseño óptimo de la instalación se ha zonificado el edificio en diferentes espacios según los horarios y la utilización de los mismos.

Según la Exigencia Básica HE1, los espacios interiores del edificio se dividen en espacios habitables y no habitables. Se consideran espacios no habitables los siguientes locales:

- Hueco de armarios empotrados
- Subestación eléctrica
- Sala de máquinas

Dentro de las zonas habitables, diferenciamos 4 zonas según el horario de uso a las que están sometidas. Dicha zonificación se ha realizado con el objetivo de "ahorro energético".

**Zona habitaciones:** Abarca las dos habitaciones comunales y las cuatro más pequeñas. Dicha zona va a tener un horario fundamentalmente nocturno.

**Zona de servicios:** Compuesta por el restaurante, cocina, sala de juegos, sala de descanso, sanitarios 1.

**Zona administración:** Compuesta por el consultorio, conserjería, pasillo y mantenimiento. Al igual que las demás zonas, el horario está delimitado en unas horas concretas del día.



**Zona sala de proyecciones:** Formada únicamente por la sala de proyecciones. Debido a que esta sala solo estará en funcionamiento en escasas y eventuales ocasiones.

Para una visión más detallada, consultar el plano 05 del documento PLANOS.

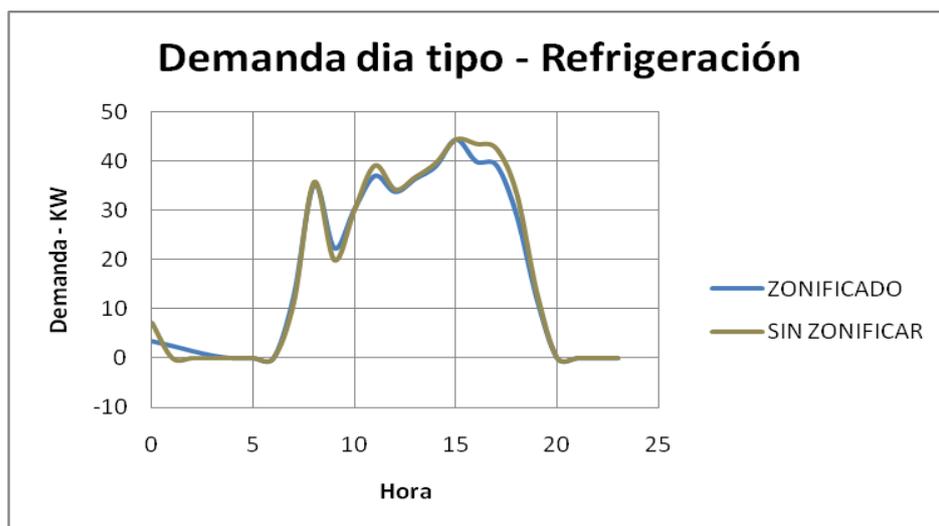
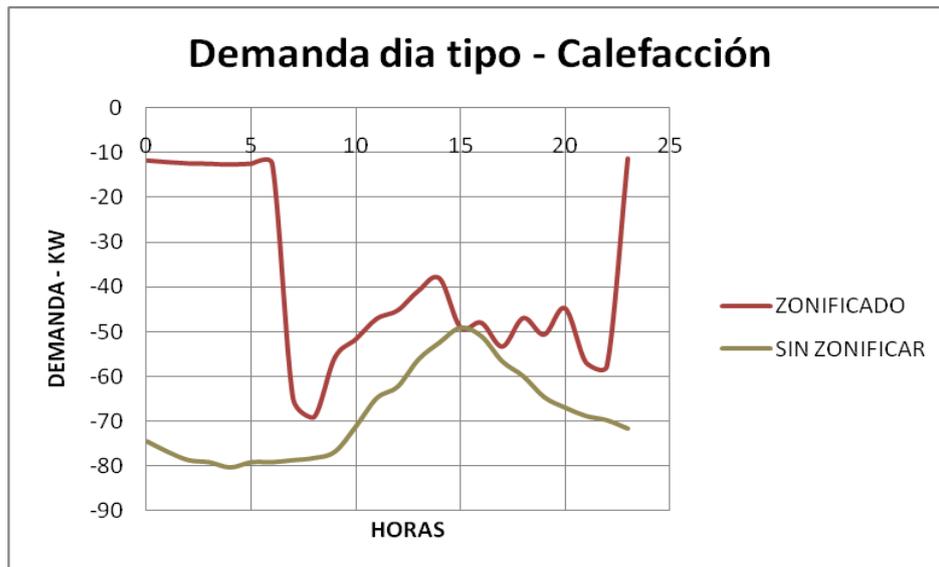
A continuación se muestra la franja de horarios previstos para cada una de las zonas definidas

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
ZONA HABT																									
ZONA SERV																									
ZONA S.PROY.																									
ZONA ADMIN.																									

Una buena zonificación nos ayudara a que nuestra instalación sea más eficiente. Se ha estudiado la influencia de la demanda a cubrir en un día tipo de invierno y de verano, con el edificio zonificado y sin zonificar.

Los datos son de Teruel capital y han sido modificados en función de la altura de nuestra localidad objeto. En el Anexo 3. “Cargas térmicas”, se pueden consultar los resultados obtenidos por hora.

A continuación se muestra las gráficas elaboradas:



## 2.5 OCUPACIÓN

Se espera que la ocupación máxima (94 personas) se realice durante la temporada estival de verano, coincidiendo con los meses de vacaciones escolares.

Para calcular el circuito primario se ha tenido en cuenta la ocupación máxima simultánea del edificio.



Para dimensionar el sistema de distribución y las redes de tuberías y conductos se ha tenido en cuenta la ocupación máxima de cada local.

Para la ocupación a lo largo de un día tipo se han considerado los siguientes porcentajes.

<i>Hora</i>	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
<b>%Ocupación</b>	<b>40%</b>	<b>50%</b>	<b>60%</b>	<b>70%</b>	<b>70%</b>							
<i>Hora</i>	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
<b>%Ocupación</b>	<b>70%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>70%</b>	<b>50%</b>	<b>40%</b>	<b>40%</b>	<b>40%</b>

## 2.6 CAUDALES DE VENTILACIÓN

La calidad del aire interior está directamente relacionada con la ventilación. Conforme a lo establecido en el RITE, se aplica la norma UNE EN-13779 "*Ventilación en edificios no residenciales. Requisitos de ventilación y acondicionamiento de recintos*", para definir y cuantificar los caudales de aire mínimos de ventilación para cada espacio del edificio.

En función del uso de cada una de las salas del edificio, la categoría del aire interior (IDA) de cada zona del edificio serán las siguientes:



IDA 2	IDA 3
Aula didáctica	Salón de juegos
Habitación comunal 1	Cocina
Habitación comunal 2	Sanitarios H1
Restaurante	Sanitarios M1
Habitación 3	Sanitarios H2
Habitación 4	Sanitarios M2
Habitación 5	
Habitación 6	
Vestíbulo	
Pasillo	
Conserjería	
Consultorio	
Sala de descanso	
Sala proyecciones	

**IDA 3:** Aire de calidad media. En las zonas como cocina, sanitarios y mantenimiento, es necesaria una ventilación adecuada, pero no un confort elevado, ya que son lugares de trabajo o de actividad más pesada en la que no se pasan largas estancias.

**IDA2:** Aire de buena calidad. Zonas como el restaurante, sala de descanso, etc., en las que haya una importante concentración de carga y sea necesario una buena ventilación, además de un confort adecuado.

**IDA 1.** Aire de óptima calidad. Zonas de estancias largas en las que se requiera un elevado confort, como podría ser un hospital. En este proyecto no encontramos locales semejantes.

De acuerdo con el método indirecto especificado en el RITE (IT 1.1.4.2.3.), se calculan los caudales de ventilación.

Categoría de calidad del aire	m <sup>3</sup> /h*persona
IDA 1	72
IDA 2	45
IDA 3	29



Se tiene en cuenta que no existe ninguna zona habilitada para fumadores.



### **3. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA**

La demanda energética es la cuantía de energía térmica necesaria para alcanzar en el interior del edificio un estado adecuado del ambiente. Por ello es necesario su control mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica.

La comprobación se ha realizado siguiendo la opción simplificada, la cual para su aplicación es necesario que el edificio cumpla lo siguiente:

Huecos < 60% - Lucernarios < 5%

Ambos requisitos son cubiertos en el presente proyecto.

		Fachada					Cubiertas				
		<i>Scerr</i>	<i>SH</i>	<i>Stotal</i>	<i>%H</i>	<i>HE1</i>	<i>Sc</i>	<i>SL</i>	<i>Stot</i>	<i>%L</i>	<i>HE1</i>
<b>Orientación</b>	<b>SE</b>	241	36	276	13	<b>&lt;60%</b>	0	0	0	0	<b>&lt;5%</b>
	<b>SO</b>	211	37	248	15						
	<b>NE</b>	251	33	283	12						
	<b>NO</b>	194	62	257	24						

#### **3.1 ZONA CLIMÁTICA**

El CTE proporciona una tabla de valores característicos dependiendo de la zona climática en la que se encuentre el edificio. De acuerdo con el "Apéndice D del HE1-CTE, nuestra localidad se encuentra, tras aplicar las correcciones indicadas en función de la altura, en la zona E1.



### 3.2 PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS.

Los valores característicos límite medios para cada cerramiento en la zona climática E1 serán los siguientes:

#### ZONA CLIMÁTICA E1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  $U_{Mlim}: 0,57 \text{ W/m}^2 \text{ K}$   
 Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}: 0,48 \text{ W/m}^2 \text{ K}$   
 Transmitancia límite de cubiertas  $U_{Clim}: 0,35 \text{ W/m}^2 \text{ K}$   
 Factor solar modificado límite de lucernarios  $F_{Lim}: 0,36$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,6 (2,9)	3,0 (3,1)	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,1	3,1	-	-	-	0,54	-	0,56
de 41 a 50	2,0 (2,2)	2,4 (2,6)	3,1	3,1	-	-	-	0,45	0,60	0,49
de 51 a 60	1,9 (2,0)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	-	-	-	0,40	0,54	0,43

<sup>(1)</sup> En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada  $U_{Mm}$ , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,43 se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis para las zonas climáticas E1.

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, ningún cerramiento ni partición interior de la envolvente térmica tendrán una transmitancia no superior a las siguientes según el CTE:

**Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica  $U$  en  $\text{W/m}^2 \text{ K}$**

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos <sup>(2)</sup>	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

Por lo tanto, tendremos que cumplir las siguientes exigencias en el proyecto:



Valores máximos	U <sub>max</sub>
Muros de fachada	0,74
Primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno	
Primer metro de muros en contacto con el terreno	
Suelos	0,62
Cubiertas	0,46
Vidrios	3,1
Marcos	
Medianerías	1
Particiones interiores	1,2
Valores límite medios	U <sub>m lim</sub>
Muros de fachada	0,57
Muros en contacto con el terreno	0,57
Suelos	0,48
Cubiertas	0,35
Huecos	3,1
Factor solar límite modificado	Flim
Lucernarios	0,36
Huecos	-

### 3.3 TRANSMITANCIA TÉRMICA DE CERRAMIENTOS OPÁCOS

La metodología de cálculo y los resultados obtenidos para cada cerramiento, se pueden consultar en el Anexo 1. “Cerramientos”

#### Muro exterior

Los diferentes componentes del cerramiento se muestran en el Anexo 1. “Cerramientos”

Los resultados obtenidos son  $0.27 \text{ W/m}^2\text{K}$ , lo que cumple holgadamente el límite de  $0.74 \text{ W/m}^2\text{K}$  que se exige en la limitación de la demanda, lo que le convierte en un cerramiento de características óptimas para reducir la demanda térmica del edificio.



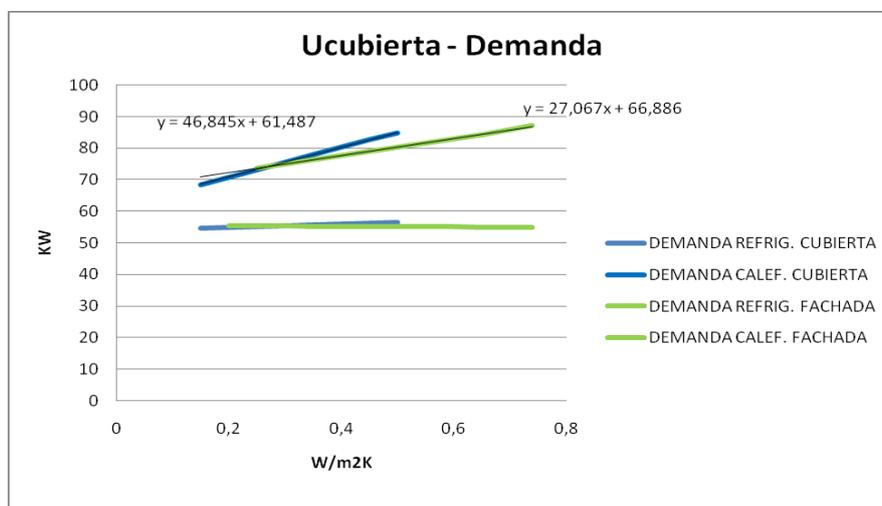
## Cubierta

Los diferentes componentes del cerramiento se muestran en el Anexo 1. "Cerramientos"

Los resultados obtenidos son  $0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$ , que satisfacen el límite de  $0.46 \text{ W/m}^2\text{K}$  que se exige en la limitación de la demanda, lo que le convierte en un cerramiento de características óptimas para reducir la demanda térmica del edificio.

La transmitancia de la cubierta es determinante en el presente proyecto. Al tratarse de un edificio de una sola planta y con una amplia superficie, la cubierta es, junto con el suelo, el cerramiento con mas área en contacto con el exterior, por lo que su correcto diseño es un factor muy influyente en la demanda.

A continuación se muestra una gráfica que representa como varía la demanda de calefacción en función de la transmitancia de la cubierta y del muro exterior:



Se observa que, en comparación con la transmitancia de la fachada, la de la cubierta es mucho más influyente por el motivo anteriormente comentado.



## Suelo

Los diferentes componentes del cerramiento se muestran en el Anexo 1. *“Cerramientos”*

Los resultados obtenidos son  $0.46 \text{ W/m}^2\text{K}$ , que satisfacen el límite de  $0.62 \text{ W/m}^2\text{K}$  que se exige en la limitación de la demanda, lo que le convierte en un cerramiento de características óptimas para reducir la demanda térmica del edificio.

Sin embargo, esta transmitancia se ha calculado con los componentes introducidos en la colocación del suelo radiante, lo que ha permitido mejorar la propiedad aislante de dicho cerramiento.

La transmitancia de los nuevos elementos incorporados ha sido proporcionada por el fabricante de suelo radiante.

## Muros interiores

La transmitancia térmica para los cerramientos que no están en contacto con el exterior, viene dada por la expresión:

$$U = U_p \cdot b$$

Donde:

- $U_p$  es la transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable
- $b$  es el coeficiente de reducción de temperatura (relacionado con los espacios no habitables)

Los diferentes componentes del cerramiento se muestran en el Anexo 1. *“Cerramientos”*



Como todos los cerramientos de este tipo cumplen características semejantes, se ha optado por la generalización de uno de ellos para todos los demás. Se ha escogido el cerramiento interior de la “Subestación eléctrica” y se ha calculado con la siguiente fórmula:

$$b = \frac{\sum U_e A_e}{\sum U_e A_e + \sum U_i A_i}$$

Donde los subíndices “e” hacen referencia a las superficies exteriores y los “i” a las interiores. Se ha obtenido un valor de  $b = 0.311$ .

Los resultados obtenidos son  $0.39 \text{ W/m}^2\text{K}$ , que satisfacen el límite de  $0.74 \text{ W/m}^2\text{K}$  que se exige en la limitación de la demanda, lo que le convierte en un cerramiento de características óptimas para reducir la demanda térmica del edificio.

### 3.4 TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LOS HUECOS

La metodología de cálculo y los resultados obtenidos para cada hueco, se pueden consultar en el Anexo 1. “Cerramientos”

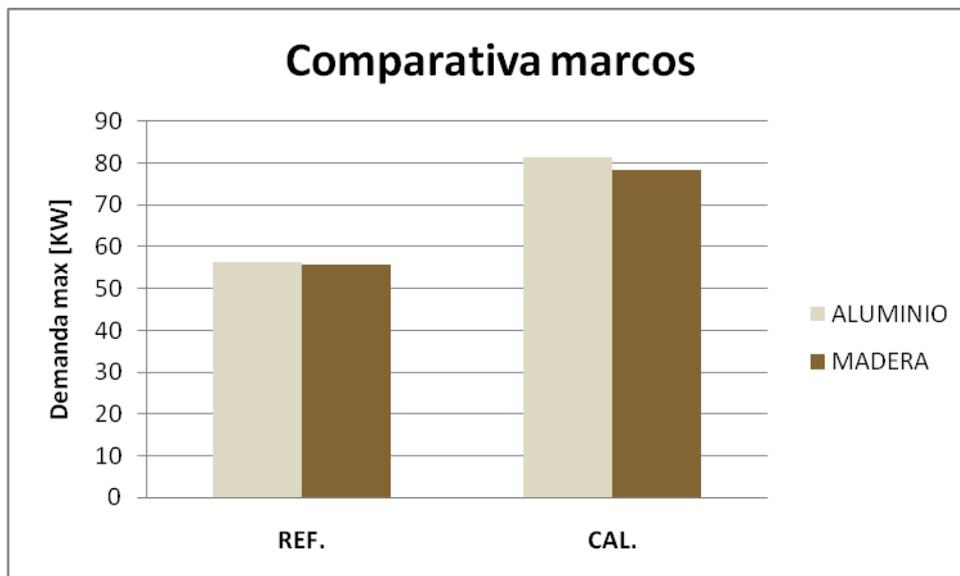
La norma establece que con un porcentaje de huecos de 24% como es el caso la transmitancia térmica en el norte, que es el caso más desfavorable, debe ser inferior a  $2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  como norma general, excepto si la transmitancia térmica de los muros de fachada es menor de  $0.43 \text{ W/m}^2\text{K}$ , que entonces la transmitancia límite de los huecos pasa a ser  $2.9 \text{ W/m}^2\text{K}$

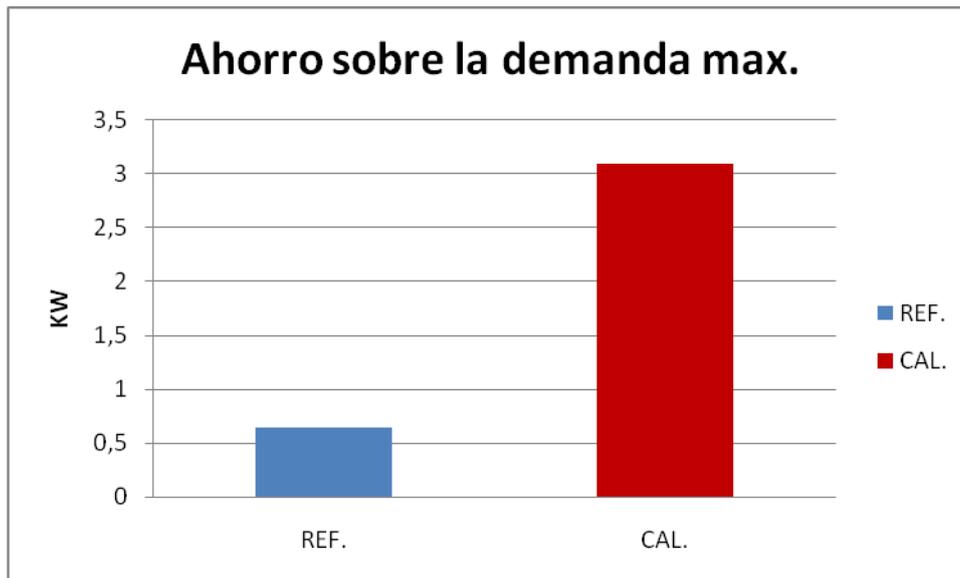
Con los marcos de aluminio, se obtiene una  $U = 3.235 \text{ W/m}^2\text{K}$ , valor que no cumple las exigencias energéticas.



Una de las recomendaciones del *"Plan de Acción 2008-12 E4"* para la eficiencia energética en el sector de la edificación, es dar soluciones constructivas que promuevan la mejora de la envolvente térmica del edificio.

Se va a estudiar en nuestro proyecto la introducción de marcos de madera en vez de los de aluminio inicialmente proyectados. Los marcos de madera tienen una transmitancia menor, y su construcción produce 7 veces menos CO<sub>2</sub> que los marcos de aluminio. [Fuente: *"Eficiencia Energética en Instalaciones Térmicas y de Climatización. Técnicas para el análisis y la mejora de la envolvente térmica de los edificios"* D. Ignacio Zabalza Bribián. Fundación CIRCE]





El ahorro energético no es muy importante, debido a que el edificio no presenta un alto porcentaje de huecos. Sin embargo se ha introducido en el proyecto para poder cumplir la limitación de la demanda, ya que obtenemos así una  $U=2.71. < 2.9$ .

### 3.5 FACTOR SOLAR MODIFICADO DE LOS HUECOS

La metodología de cálculo y los resultados obtenidos para cada hueco, se pueden consultar en el Anexo 1. "*Cerramientos*"

Las lamas verticales, en los locales en las que están instaladas, proporcionan un factor de sombra favorable para la reducción de cargas térmicas en verano.

Se ha considerado que todas las lamas verticales están con una apertura de  $30^\circ$ , obteniendo los diferentes valores de factor solar modificado:



	Fs	Fh
<b>S</b>	0,47	0,30
<b>SE</b>	0,47	0,30
<b>E</b>	0,55	0,35
<b>O</b>	0,5	0,32
<b>SO</b>	0,53	0,34
<b>RESTO</b>	1	0,64

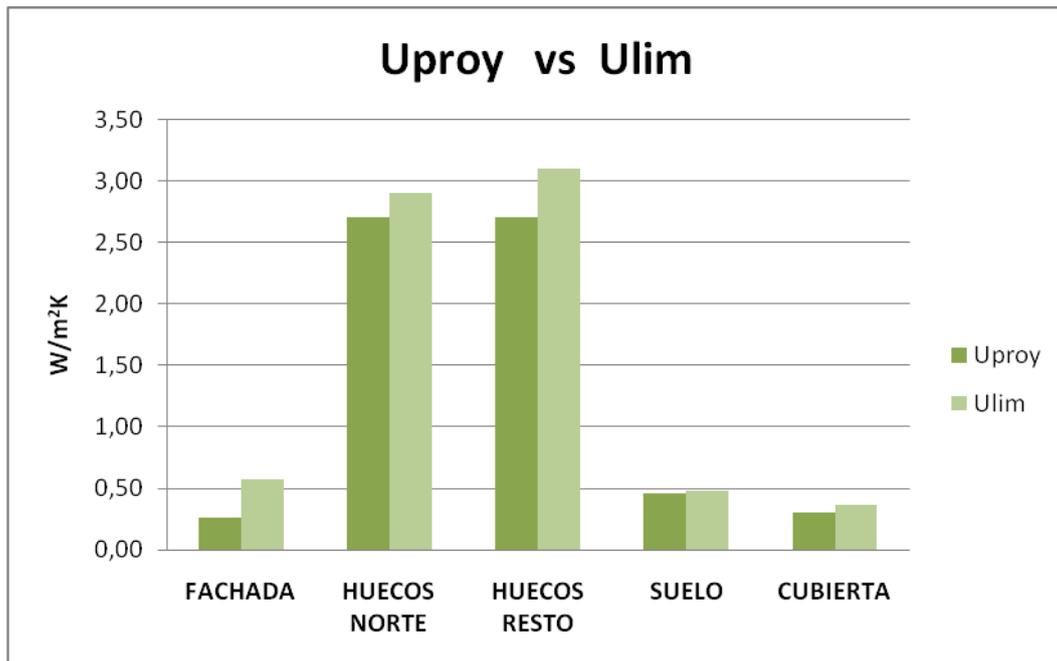
El código técnico no establece límites para la zona climática E1 para un porcentaje de huecos del 24%, como es el caso, por lo que los valores obtenidos son válidos.

### 3.6 RESUMEN

A continuación se recogen todos los valores calculados de transmitancias y factores solares de cada cerramiento, y se realiza una comparativa de los valores medios obtenidos y los valores límite exigidos por la Opción Simplificada.

CERRAMIENTO	U [W/m <sup>2</sup> K]
Muro exterior	0,27
Muro interior	0,39
Cubierta	0,30
Suelo	2,17
Ventanas	2,71
Puertas [1 y 2]	2,68
Puertas [Resto]	5,70

CERRAMIENTO	Fh
Ventanas	2,71
Puertas [1 y 2]	2,68
Puertas [Resto]	5,70



De la comparativa realizada destaca la calidad de los cerramientos de la fachada, siendo la mitad del límite máximo permitido, lo que además ha permitido aumentar la transmitancia límite de los huecos orientados al norte (ya que eran del 24%) hasta  $2.9 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### 3.7 CUMPLIMIENTO DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA

En el Anexo 2. “*Opción Simplificada*” se muestran las fichas pertinentes que justifican el cumplimiento de la limitación de la demanda por la opción elegida, donde se introduce el cálculo de los valores de transmitancias y factores solares medios para el conjunto del edificio, así como la comprobación de las condensaciones según el método descrito en el CTE.



## **4. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS**

### **4.1 INTRODUCCIÓN**

Se realiza en el presente capítulo el cálculo estimativo de las cargas de refrigeración y calefacción a las que el albergue va a ser sometido.

Para seleccionar los equipos de climatización se debe saber la carga máxima instantánea de todo el edificio, para que el equipo trabaje a unas condiciones óptimas para su funcionamiento. Por esta razón, resulta imprescindible realizar un cálculo de las cargas térmicas lo más preciso posible para desarrollar un dimensionamiento del equipo acondicionador óptimo.

Para realizar una correcta estimación, se deberán fijar previamente tanto las condiciones exteriores mas desfavorables, como unas condiciones interiores que satisfagan el confort de los usuarios.

El procedimiento para hallar la máxima carga del edificio se obtiene de la suma total de cada carga térmica que afecta al edificio, más el porcentaje de carga asociado por la instalación, calculadas para las condiciones exteriores de día y hora más desfavorables. Le aplicaremos un porcentaje de seguridad del cuatro por ciento.

También se realizará una estimación de la carga máxima de cada local. Aunque la suma de todas estas cargas máximas por local nunca se van a dar, es necesario calcularlas para dimensionar los conductos de ventilación.

Además, como posteriormente se ha calculado el rendimiento estacional diario de algunos equipos, ha sido necesario realizar una estimación de la demanda a lo largo de un día tipo variando las condiciones exteriores, así como la ocupación y las cargas de radiación a lo largo de las 24 horas.



Se ha realizado el cálculo de cargas diferenciando entre régimen de verano y el régimen de invierno por separado, ya que en este último despreciaremos algunas cargas favorables que sí que se tienen en cuenta en verano.

La zonificación de la instalación resulta imprescindible para el ahorro de energía, debido a que para cada zona se estiman unos horarios de funcionamiento concretos, tal y como se ha comentado en el punto 2.4 “Zonificación y horarios”

## 4.2 CONDICIONES EXTERIORES

Las condiciones exteriores van a depender de la ubicación del edificio. Se ha realizado el cálculo con la información de las variables termo higrométricas facilitadas en la guía nº 11 del IDAE realizada con ATECYR y el servicio meteorológico de España, en la cual se facilitan las condiciones máximas de proyecto con un cierto percentil de 104 estaciones distribuidas en toda España.

Al no existir estación meteorológica en la ubicación del proyecto, se ha escogido los datos proporcionados para la localidad de Teruel con sus modificaciones oportunas.

Provincia	Localidad	Condiciones de proyecto calefacción					Condiciones proyecto refrigeración		
		TS_99 (°C)	DTSC (°C)	Hum. C. (%)	OMA (°C)	Tmedia (°C)	TS_1 (°C)	THC_1 (°C)	OMDR (°C)
Teruel	Teruel	-6,1	16,3	94	42,1	11,9	32,6	19,6	21,5

Condiciones más desfavorables

- Verano: Julio 15:00 h, despejado.
- Invierno: Enero, nublado

### Temperatura seca:

Según el libro de "Fundamentos de Climatización de Atecyr", la temperatura seca viene dada por las siguientes expresiones:

Rubén Marzo Limeres



### Refrigeración:

$$T_{s,\text{proyecto}} = T_{s,1\%} + \Delta T_{s,\text{ciudad}} + \Delta T_{s,\text{cota}} + \Delta T_{s,\text{hora}} + \Delta T_{s,\text{mes}}$$

donde:

- $T_{s,1\%} = 32.6 \text{ °C}$  para un percentil de 1%
- $\Delta T_{s,\text{hora}} = 0 \text{ °C}$  , los datos proporcionados por la norma UNE 100-014-84 para las 15 horas.
- $\Delta T_{s,\text{mes}} = 0 \text{ °C}$ , según los datos proporcionados por la norma UNE 100-014-84 para el mes de Julio.
- $\Delta T_{s,\text{ciudad}} = 0 \text{ °C}$  , ya que nuestra ubicación no es una ciudad.
- $\Delta T_{s,\text{cota}} = - \Delta z/150 = -(1264 - 912)/150 = - 2.34$

Por lo tanto:

$$T_{s,\text{proyecto}} = T_{s,1\%} + \Delta T_{s,\text{ciudad}} + \Delta T_{s,\text{cota}} + \Delta T_{s,\text{hora}} + \Delta T_{s,\text{mes}} = 32.6 + 0 - 2.34 + 0 + 0 = 3.26 \text{ °C}$$

### Calefacción:

$$T_{s,\text{proyecto}} = T_{s,99\%} + \Delta T_{s,\text{ciudad}} + \Delta T_{s,\text{cota}} = -6.1 - 2.34 = -8.44 \text{ °C}$$

Se ha escogido un percentil del 1% y 99% para verano e invierno respectivamente. El nivel de percentil es el tanto por ciento de horas anuales que la temperatura de proyecto es sobrepasada. Como nuestro edificio no es una instalación "sensible" como pudiera ser un hospital o residencia de ancianos, se ha optado por unos percentiles de condiciones estándar.

Rubén Marzo Limeres



Se ha tenido en cuenta la corrección de altura respecto a la localidad de Teruel, que se encuentra a 912 metros de altitud.

### **Temperatura húmeda:**

En refrigeración los valores de proyecto son temperatura seca y temperatura húmeda coincidente. Como se muestra en la tabla anterior, el valor proporcionado es 19.6°C. La Norma UNE 100-014 dicta unas correcciones en función de la hora y del mes, que en el caso de Agosto a las 15 horas, son nulas.

Respecto a la altura, no menciona ninguna corrección, por lo tanto la Temperatura obtenida es de 19.6°C.

### **Humedad relativa:**

En calefacción los valores de proyecto son temperatura seca y humedad relativa. Respecto a este último parámetro no se realiza ninguna corrección, por lo que el valor utilizado es de 94%

A continuación se resumen las demás variables termo higrométricos calculados con las ecuaciones facilitadas en el "Capítulo 2. Propiedades del aire húmedo. Diagrama psicométrico" Del libro de Fundamentos de climatización de Atecyr.



CONDICIONES EXTERIORES REFRIGERACIÓN		CONDICIONES EXTERIORES CALEFACCIÓN	
Localidad:	Cervera del Rincón	Localidad:	Cervera del Rincón
Altitud (m)	1264	Altitud (m)	1264
Zona climática:	E1	Zona climática:	E1
Nivel percentil:	1%	Nivel percentil:	1%
OMD(°C)	21,5	OMD(°C)	21,5
Ts(°C)	30,17	Ts(°C)	-8,44
Th(°C)	19,6	Th(°C)	-8,82
Tr(°C)	14,863	Tr(°C)	-9,237
Wesp [kgv/kggas)	0,01232	Wesp [kgv/kggas)	0,00218
H(%)	39,478	H(%)	94
Pv(Pa)	1690,887	Pv(Pa)	303,634
h(KJ/kgas)	61,861	h(KJ/kgas)	-3,079
ve(m3/kgas)	1,020	ve(m3/kgas)	0,876
Pt (Pa)	87033,544	Pt (Pa)	87033,544
Text media anual	9,560	Text media anual	9,560

La temperatura exterior anual media de la localidad, se ha tomado la de Teruel con la misma modificación de altura anteriormente mencionada.

### 4.3 CONDICIONES INTERIORES

Según el RITE en una de sus últimas actualizaciones ( **RD 1826 11-12-2009**), para personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en inviernos y un PPD entre el 10 y el 15% los valores de temperatura operativa y de la humedad relativa estarán comprendidos entre los límites indicados en siguiente tabla.

Estación	Temperatura operativa (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	≥26	30...70
Invierno	≤21	30...70

Para fijar las condiciones interiores es necesario relacionarlas con las condiciones de impulsión de aire de las climatizadoras, intentando que se cumplan los requisitos



tanto de impulsión (dependiendo de la carga que tienen que superar), como las condiciones interiores adecuadas.

Las condiciones de impulsión son determinadas en el punto 8.3 “*Condiciones de impulsión*”, en el cual se ha tenido en cuenta la carga que cubre el suelo radiante, por lo que las cargas que tiene que vencer el caudal de aire de impulsión van a ser muy bajas y con un FCS mínimo, ya que las cargas latentes van a ser vencidas por el aire de renovación, y por lo tanto no va a ser necesario llevar las condiciones de impulsión a humedades relativas del 90%, con lo que se va a poder fijar las condiciones del local sin ninguna restricción.

Tras lo mencionado, se han fijado las siguientes condiciones interiores, utilizando las ecuaciones termo higrométricas del "Capítulo 2. Propiedades del aire húmedo. Diagrama psicrométrico" Del libro de Fundamentos de climatización de Atecyr:

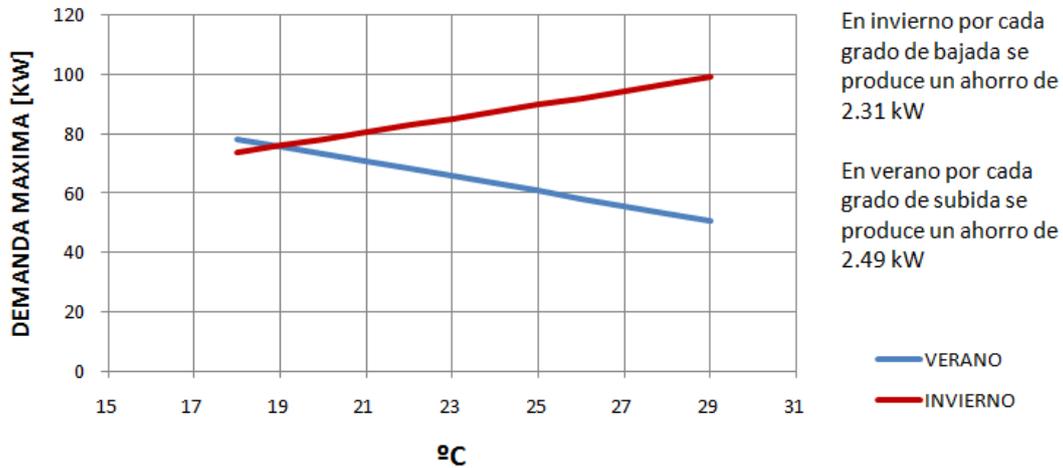
CONDICIONES INTERIORES REFRIGERACIÓN		CONDICIONES INTERIORES CALEFACCIÓN	
Ts(°C)	27,0	Ts(°C)	20,0
Th(°C)	19,2	Th(°C)	13,4
Tr(°C)	15,7	Tr(°C)	9,3
Wesp [kgv/kggas]	0,01300	Wesp [kgv/kggas]	0,00847
H(%)	50	H(%)	50
Pv(Pa)	1782,0	Pv(Pa)	1168,8
h(KJ/kgas)	60,330	h(KJ/kgas)	41,608
ve(m3/kgas)	1,011	ve(m3/kgas)	0,980
Pt (Pa)	87033,544	Pt (Pa)	87033,5

Se han fijado unas temperaturas interiores más exigentes incluso que las que establece el RITE, consiguiendo de esta forma un ahorro importante sobre la demanda máxima de la instalación.

La influencia de la temperatura interior de diseño sobre la demanda máxima queda reflejada en la siguiente gráfica:



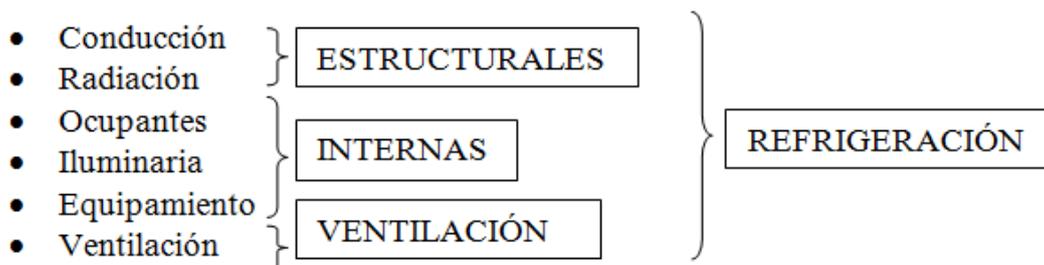
### INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EXTERIOR PARA LA DEMANDA DE DISEÑO



#### 4.4 METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE CARGAS

A continuación se detallara el método seguido para el cálculo de las diferentes cargas, siguiendo los procedimientos del "Capítulo 6. Cargas térmicas" del libro de Fundamentos para Climatización de ATECYR, diferenciando entre régimen de refrigeración y régimen de calefacción.

En refrigeración han calculado las siguientes cargas, teniendo en cuenta la carga latente que se produce, y con la que calcularemos el "Factor de Calor Sensible" que posteriormente utilizaremos para determinar la recta de operación de los locales.





En calefacción, despreciaremos las cargas internas y las cargas de radiación para ponernos en la situación más desfavorable, despreciando también cargas latentes.

- Conducción
  - Ventilación
- } CALEFACCIÓN

#### 4.5 CARGAS POR CONDUCCIÓN

La transferencia de calor por las superficies del edificio debido a los gradientes de temperatura constituirá una carga sensible. También se tendrá en cuenta el intercambio con superficies de locales no climatizados.

Se calculará con la siguiente expresión:

$$Q_{\text{carga,trans}} = U \cdot A \cdot \Delta T_{\text{carga}}$$

Donde:

- $Q_{\text{carga,trans}}$ : Carga intercambiada por transmisión en KW.
- U: coeficiente global de transmisión de calor de la superficie en  $\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  tomado del Anexo 1. "Cerramientos"
- A: área de la superficie en  $\text{m}^2$
- $\Delta T_{\text{carga}}$  : Incremento de temperaturas que es dependiente de varios factores, como la radiación solar incidente en ese instante, la inercia del cerramiento, el color de la pared, la  $T_{\text{s,ext}}$  en cada instante... etc. Para simplificar los cálculos este incremento de temperaturas se ha estimado por tablas



proporcionadas en el libro de Fundamentos de climatización de ATECYR, aplicando las oportunas modificaciones dependientes de diferentes factores.

Para cerramientos en contacto con espacios no acondicionados se ha tomado la siguiente expresión:

$$Q_{\text{carga,trans}} = U \cdot A \cdot ((T_{\text{ext}} - T_{\text{int}})/2) - T_{\text{int}}$$

Para el cálculo de pérdida de carga por el suelo, se ha utilizado la siguiente expresión, obtenida del libro "Capítulo 6. Cargas térmicas" del libro de Fundamentos para Climatización de ATECYR.

- Suelo al terreno

$$L_s = A_{\text{suelo}} \frac{2\lambda}{2\pi \frac{A_{\text{suelo}}}{P} + w + \lambda(R_{si} + R_s + R_{se}) + \frac{z}{2}} \ln \left( \frac{2\pi \frac{A_{\text{suelo}}}{P}}{w + \lambda(R_{si} + R_s + R_{se}) + \frac{z}{2}} + 1 \right)$$

$$L_{pe} = 0,37 P \lambda e^{-z/\delta} \ln \left( \frac{\delta}{\lambda(R_{si} + R_s + R_{se})} + 1 \right)$$

donde:

- $\lambda$  – Conductividad térmica del suelo (2 W/mK por defecto)
- $w$  – espesor del muro (m)
- $R_{si}$  – Resistencia superficial interior (0,17 m<sup>2</sup>K/W)
- $R_{se}$  – Resistencia superficial exterior (0,04 m<sup>2</sup>K/W)
- $R_s$  – Resistencia de las capas de material que componen el suelo ( $\sum L/K$ )
- $R_w$  – Resistencia de las capas de material que componen la pared ( $\sum L/K$ )
- $P$  – Perímetro que da al exterior (m)
- $z$  – Profundidad (m)
- $\delta$  – Penetración periódica (m) (2,2 por defecto)

#### 4.6 CARGAS POR RADIACIÓN

Las cargas sensibles por radiación a través de las superficies acristaladas para cada orientación se calcularán de la siguiente manera:

Rubén Marzo Limeres



$$Q_{\text{carga,rad}} = A_H \cdot F_{S_H} \cdot [F_{\text{sombra}} \cdot Q_{\text{carga Norte}} + (1 - F_{\text{sombra}}) \cdot Q_{\text{carga,Orient}}]$$

Donde:

- $Q_{\text{carga,rad}}$  = Carga intercambiada a través del hueco en kW
- $A_H$ : Área del hueco en  $m^2$
- $F_{S_H}$ : Factor solar modificado, obtenido en la Limitación de la demanda, sin considerar efectos de la sombras producidas por las lamas verticales.
- $F_{\text{sombra}}$ : Factor de sombra introducido por las lamas verticales, calculado en la Limitación de la demanda.
- $Q_{\text{carga Norte}}$ : Valor proporcionado en tablas del Libro "Fundamentos de Climatización" de ATECYR.
- $Q_{\text{carga,Orient}}$  = Valor proporcionado en tablas del Libro "Fundamentos de Climatización" de ATECYR, en función de la orientación del hueco.

## 4.7 CARGAS INTERIORES

### Carga por ocupación

Va a ser directamente proporcional al número de ocupantes en el instante en el que se calcula la demanda máxima simultánea. Se ha realizado una estimación de ocupación y, con las expresiones obtenidas del libro de "Fundamentos de Climatización" de ATECYR, se han obtenido las cargas en cuestión.

$$Q_{\text{carga,lat}} = N \cdot G_{\text{lat}}$$

$$Q_{\text{carga,sen}} = N \cdot G_{\text{sens}}$$

Rubén Marzo Limeres



Donde: N es el número de personas en el local

$G_{lat}$  y  $G_{sens}$ : es la ganancia de calor latente y sensible por persona. Varía en función de su actividad.

En el Anexo 3 “*Cargas térmicas*” se detalla el tipo de actividad en cada local.

#### Carga por iluminación:

La iluminación consume una energía que se traducirá en energía térmica constituyendo una carga sensible.

Consultando el proyecto arquitectónico se ha determinado que la potencia de iluminación es aproximadamente 10 W/m<sup>2</sup> en todas las zonas. Sin embargo, dado que la máxima carga se producirá en los momentos de máxima radiación solar cuando la iluminación es prescindible, se ha considerado un factor de simultaneidad de 0,3.

Carga térmica sensible debida a personas 75 W/pers

Carga térmica latente debida a personas 50 W/pers

#### Cargas por equipamiento:

Debidas a aparatos o máquinas eléctricas que disipan parte de su potencia en forma de calor constituyendo una carga sensible. Se han tomado los valores proporcionados en el Libro "Fundamentos de Climatización" de ATECYR.



**Tabla 6.36** Potencias y carga orientativa de diferentes equipos

<i>Tipo de equipo</i>	<i>Q sensible (W)</i>	<i>Q latente (W)</i>
<i>Ordenador PC</i>	250	0
<i>Proy. Transparencias</i>	300	0
<i>Proy. Diapositivas</i>	200	0
<i>Televisor</i>	100	0
<i>Frigorífico</i>	300	0
<i>Equipo HI-FI</i>	200	0
<i>Copiadora pequeña</i>	1760	0
<i>Copiadora grande</i>	3515	0
<i>Sec. Pelo cabezal</i>	550	100
<i>Sec. Pelo ventil.</i>	675	120
<i>Horno 8kW con campana extrac.</i>	1260	0
<i>Horno 6,6 kW con campana extrac</i>	1055	0
<i>Horno 3 kW con campana extrac</i>	470	0
<i>Cafetera 12L. Con campana extrac.</i>	290	0
<i>Cafetera 12L. Sin campana extrac.</i>	750	250
<i>Cafetera 18L. Con campana extrac.</i>	470	0
<i>Cafetera 18L. Sin campana extrac.</i>	1130	370
<i>Cafetera 30L. Con campana extrac.</i>	615	0
<i>Cafetera 30L. Sin campana extrac.</i>	1525	475

#### 4.8 CARGAS POR VENTILACIÓN

Como se ha comentado en el apartado de cálculo de caudales de ventilación, en las instalaciones se debe de renovar el aire interior para que este satisfaga unas condiciones óptimas para el confort de los usuarios. Este aire extraído del exterior se encuentra en condiciones diferentes que el del interior, por lo que habrá que tratarlo en las unidades de tratamiento de aire para su impulsión. Esto supondrá una carga sensible y latente.

El libro de "Fundamentos de climatización" de ATECYR, nos proporciona las siguientes ecuaciones aproximadas para la carga sensible y latente de ventilación:

$$Q_{\text{vent, sen}} \approx 1200 \cdot V_{\text{vent}} \cdot (T_{\text{s, vent}} - T_{\text{s, int}})$$

$$Q_{\text{vent, lat}} \approx 3002400 \cdot V_{\text{vent}} \cdot (W_{\text{vent}} - W_{\text{int}})$$

Donde:



- $V_{vent}$  : Caudal de ventilación definido en punto 2.6 “*Caudales de ventilación*” [m<sup>3</sup>/s]
- $T_{s,vent}$  : Temperatura entrada de aire de renovación del exterior [°C]
- $T_{s,int}$ : Temperatura interior [°C]
- $W_{vent}$  : Humedad específica del aire de renovación del exterior [kg/kgas]
- $W_{int}$  : Humedad específica del aire interior [kg/kgas]

Las cargas de ventilación serán calculadas para cada local, dependiendo de la ocupación estimada.

Un factor de vital importancia para la reducción de este tipo de cargas es la instalación de un recuperador de calor, sensible en este caso, en cada una de las climatizadoras.

El recuperador de calor sensible va a disminuir la diferencia  $T_{s,vent} - T_{s,int}$ , lo que lleva a una reducción significativa de la carga de ventilación, contribuyendo a un ahorro de energía importante.

#### **4.9 RECUPERACIÓN DE ENERGÍA**

Siguiendo las recomendaciones del RITE de favorecer el ahorro de energía utilizando sistemas de recuperación, se ha decidido, como se verá en capítulo 8 de “*Ventilación*”, la instalación de recuperadores de calor y de sistemas de enfriamiento gratuito.



### Recuperador de calor

Un recuperador de calor es un intercambiador en el cual se aprovecha parte de la energía del aire de extracción para acondicionar el aire de impulsión que es extraído del exterior, de tal forma que se consigue un cierto ahorro de energía.

El RITE establece en el "IT 1.2.4.5.2 Recuperación de calor del aire de extracción" que es de obligada instalación que los sistemas de climatización en que el aire expulsado mecánicamente sea superior a 0.5 m<sup>3</sup>/s, dispongan de un recuperador de calor.

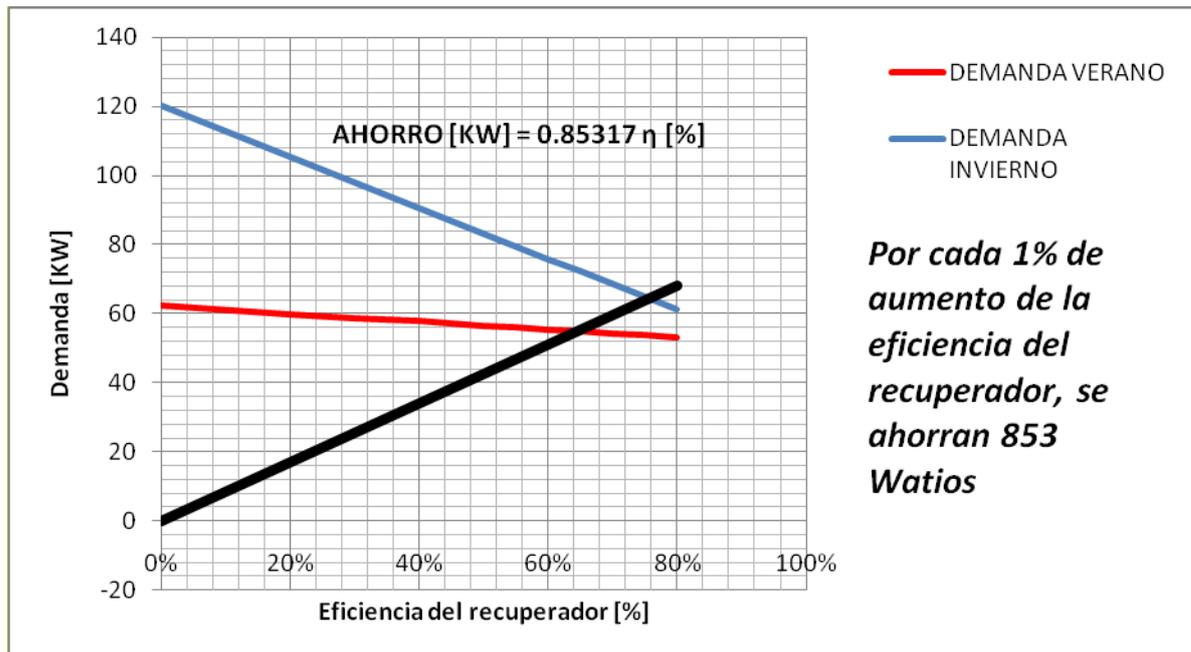
La eficiencia de un recuperador mide la capacidad de transmisión de calor entre las corrientes de aire circulantes en la UTA. El RITE establece una eficiencia de recuperador mínima y unas pérdidas de presión máximas en la UTA en función de las horas de funcionamiento anual de la climatizadora.

**Tabla 2.4.5.1. Eficiencia de la recuperación**

Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m <sup>3</sup> /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

El aire circulará por el recuperador únicamente cuando las condiciones exteriores sean adversas. Cuando sean favorables se realizará free-cooling.

Se ha realizado una estimación de la disminución de la demanda en función de la eficiencia de los recuperadores a instalar en el edificio objeto del presente proyecto:



Se observa la gran influencia de la eficiencia sobre la demanda máxima. Como es evidente, el ahorro en calefacción resulta mayor que en refrigeración, debido a las temperaturas extremas que se producen durante invierno.

### Free-Cooling

Respecto a la instalación de módulos de enfriamientos gratuitos, el presente proyecto está exento, ya que el RITE establece lo siguiente: *"Los subsistemas de climatización del tipo todo aire, de potencia térmica nominal mayor que 70 kW en régimen de refrigeración, dispondrán de un subsistema de enfriamiento gratuito por aire exterior."* Nuestra demanda de refrigeración es inferior a 70kW. Sin embargo se prevé que debido a las condiciones climatológicas de la ubicación, un sistema de enfriamiento gratuito llegará a ser considerablemente rentable, debido a las temperaturas moderadas en régimen de verano.

En el apartado de "Dimensionamiento de la Climatizadora", (Capítulo 8), se indican los modelos de climatizadores y los módulos de free-cooling a instalar.



#### 4.10 CARGAS MÁXIMAS EN VERANO

A continuación se muestra la carga simultánea calculada para el régimen de verano. Este valor será el utilizado para selección de los equipos de refrigeración.

Esta carga máxima simultánea se ha calculado con las condiciones exteriores más desfavorables (15 horas de Julio, día despejado).

Los cálculos se han realizado siguiendo la metodología descrita en el punto 4.3 “Metodología de cálculo de cargas térmicas”.

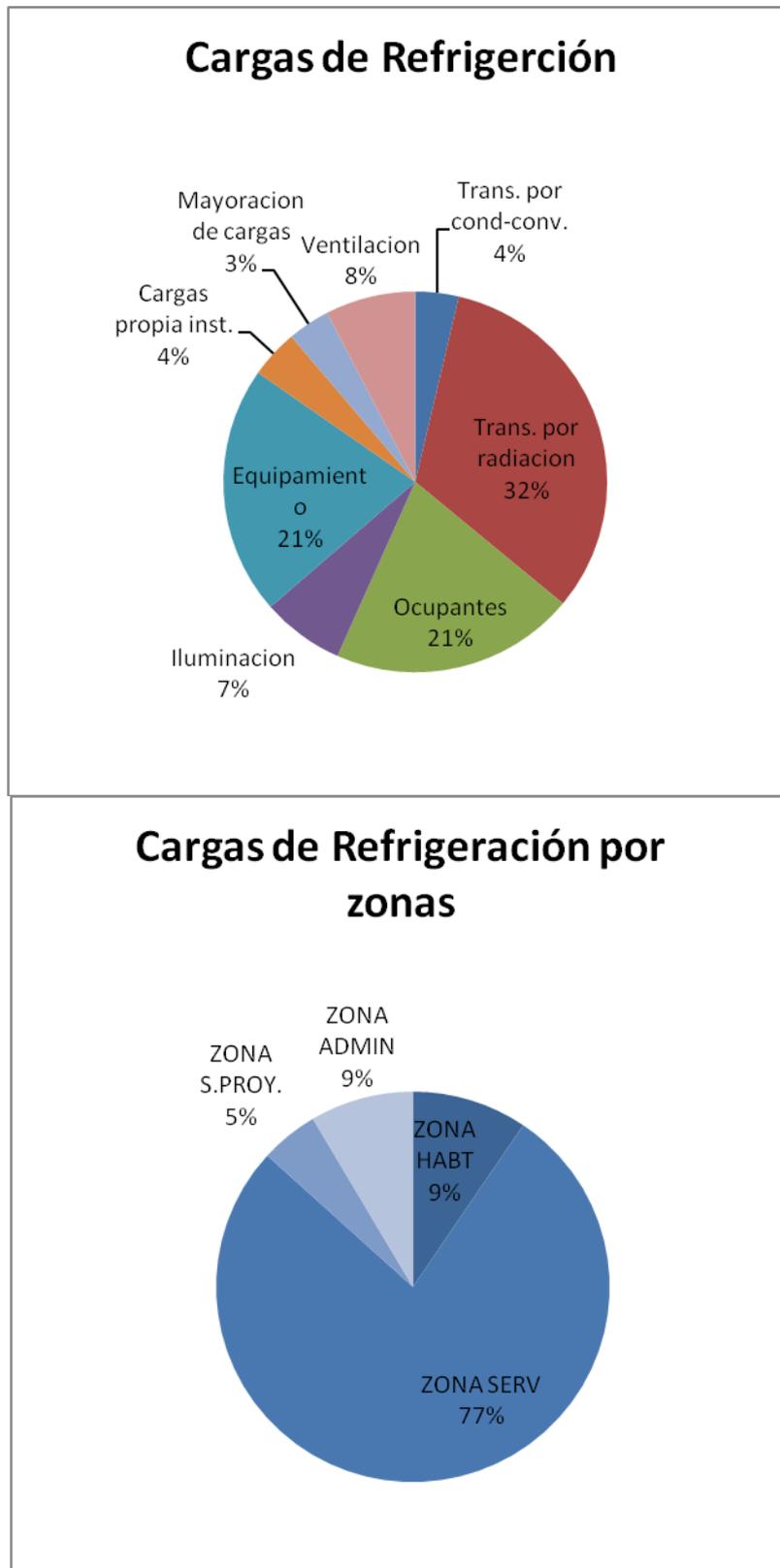
Se ha despreciado las cargas por la solera, debido a que resultaban cargas negativas.

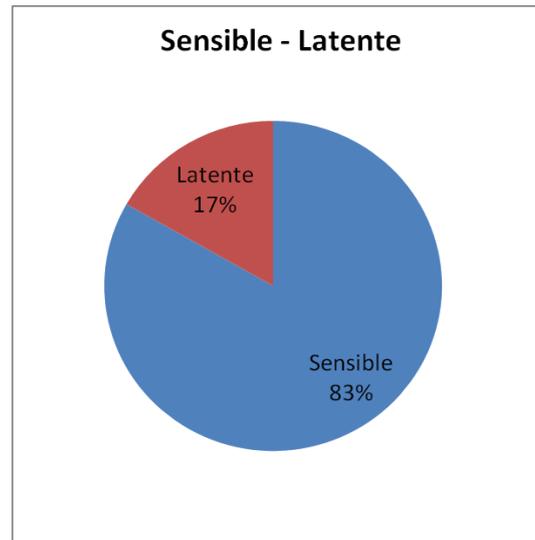
### REFRIGERACION

		Trans. por cond-conv.	Trans. por radiacion	Ocupantes	Iluminacion	Equipamiento	Cargas propia inst.	Mayoracion de cargas	Ventilacion		
<b>ZONA HABT</b>	<i>Sensible</i>	451	2693	310	262	0	223	158	540	4636	<b>5374</b>
	<i>Latente</i>	0	0	710	0	0	0	28	0	738	
<b>ZONA SERV</b>	<i>Sensible</i>	1581	13993	3385	3304	8826	1864	1317	2861	37130	<b>43841</b>
	<i>Latente</i>	0	0	5050	0	1403	0	258	0	6711	
<b>ZONA S.PROY.</b>	<i>Sensible</i>	-55	0	465	120	250	47	33	742	1603	<b>2710</b>
	<i>Latente</i>	0	0	1065	0	0	0	43	0	1108	
<b>ZONA ADMIN</b>	<i>Sensible</i>	96	1683	313	257	1000	201	142	180	3872	<b>4818</b>
	<i>Latente</i>	0	0	410	0	500	0	36	0	946	
		<b>2073</b>	<b>18369</b>	<b>11708</b>	<b>3943</b>	<b>11979</b>	<b>2334</b>	<b>2015</b>	<b>4323</b>	<b>56,74 kW</b>	

El ratio obtenido es:  $3,51 \text{ W/m}^2$ . El FCS obtenido ha sido 0.83.

A continuación se muestran los gráficos de distribución de cargas según zonas, según tipos de cargas y según carga sensible o latente.





En general, la demanda resultante resulta muy baja para un local de las dimensiones de nuestro albergue.

Destacar la poca relevancia de la carga por ventilación, debido a que las condiciones exteriores están muy próximas a las condiciones interiores.

Se ha despreciado las cargas latentes por ventilación, debido a que colaboran con la reducción de calor latente del interior.

La zona de mayor carga, como se preveía por sus dimensiones, es la zona de servicios.

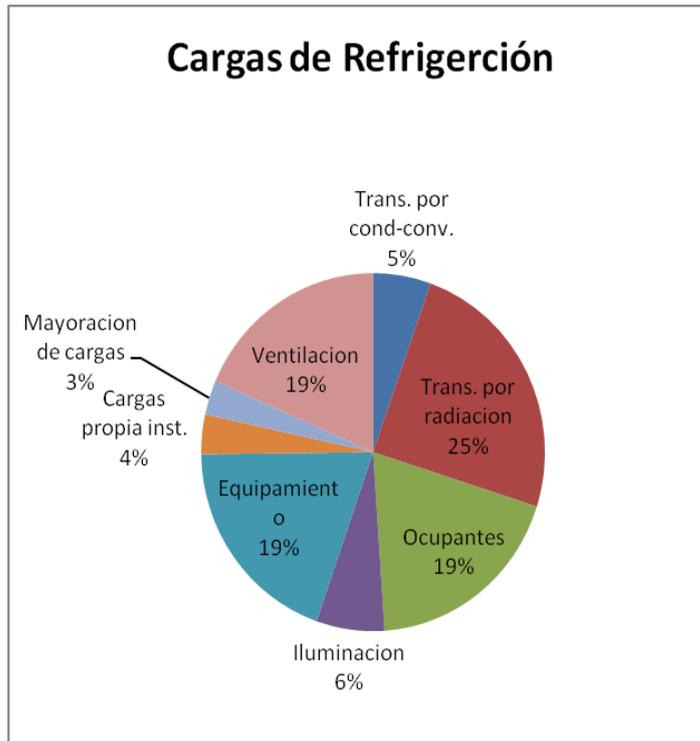
#### **4.11 INFLUENCIA DE LAS MEDIDAS DE AHORRO EN VERANO**

Se ha cuantificado la influencia de las medidas de ahorro sobre la demanda:

- Sin recuperador
- Sin lamas verticales a 30°C
- Temperatura interior 26°C



	DEMANDA	RATIO	FCS
REFRIGERACIÓN	61,55 kW	36,91	0,85



Se han obtenido una ahorro sobre la demanda máxima simultánea de 5 kW

El ahorro no es muy significativo, debido a que el recuperador tampoco ha sido determinante, puesto que las condiciones exteriores son bastante moderadas.

#### 4.12 CARGAS MÁXIMAS EN INVIERNO

A continuación se muestran la carga simultánea calculada para el régimen de invierno. Este valor será el utilizado para selección de los equipos de calefacción.



Esta carga máxima simultánea se ha calculado con las condiciones exteriores más desfavorables (Enero, nublado).

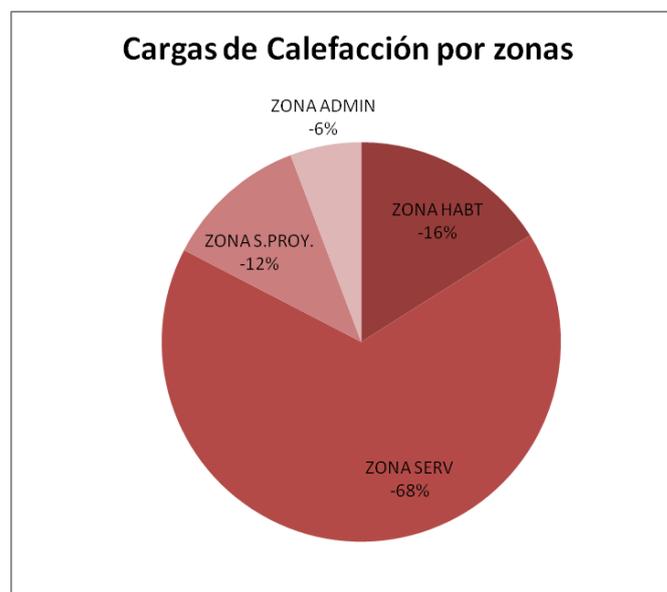
Los cálculos se han realizado siguiendo la metodología descrita en el punto 4.3 “Metodología de cálculo de cargas térmicas”

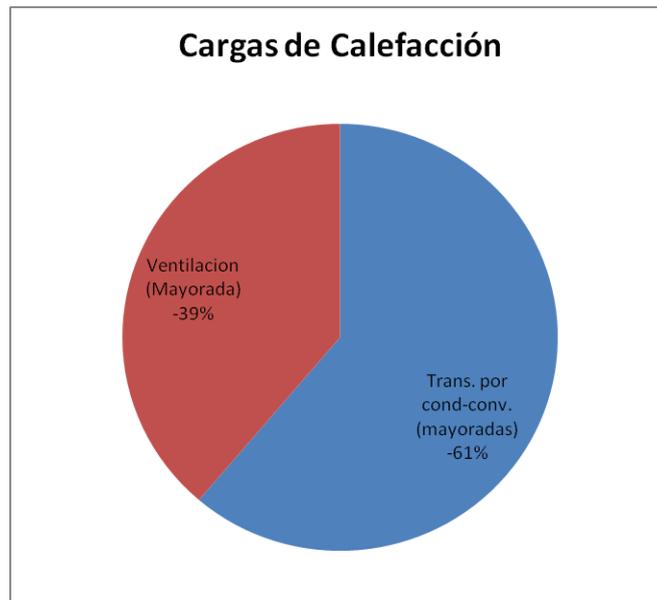
## CALEFACCIÓN

	Trans. por cond-conv. (mayoradas)	Ventilacion (Mayorada)	
ZONA HABT	-8826	-3876	-12702
ZONA SERV	-32506	-20223	-52729
ZONA S.PROY.	-3885	-5324	-9209
ZONA ADMIN	-3276	-1292	-4568
	<b>-48493</b>	<b>-30715</b>	<b>79,21 kW</b>

El ratio obtenido es: 47.50 W/m<sup>2</sup>

A continuación se muestran los gráficos de distribución de cargas según zonas, según tipos de cargas y según carga sensible o latente.



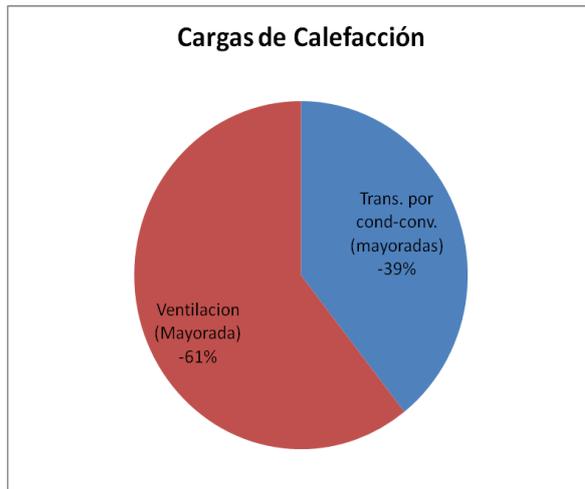


#### 4.13 INFLUENCIA DE LAS MEDIDAS DE AHORRO EN INVIERNO

Se ha cuantificado la influencia de las medidas de ahorro sobre la demanda:

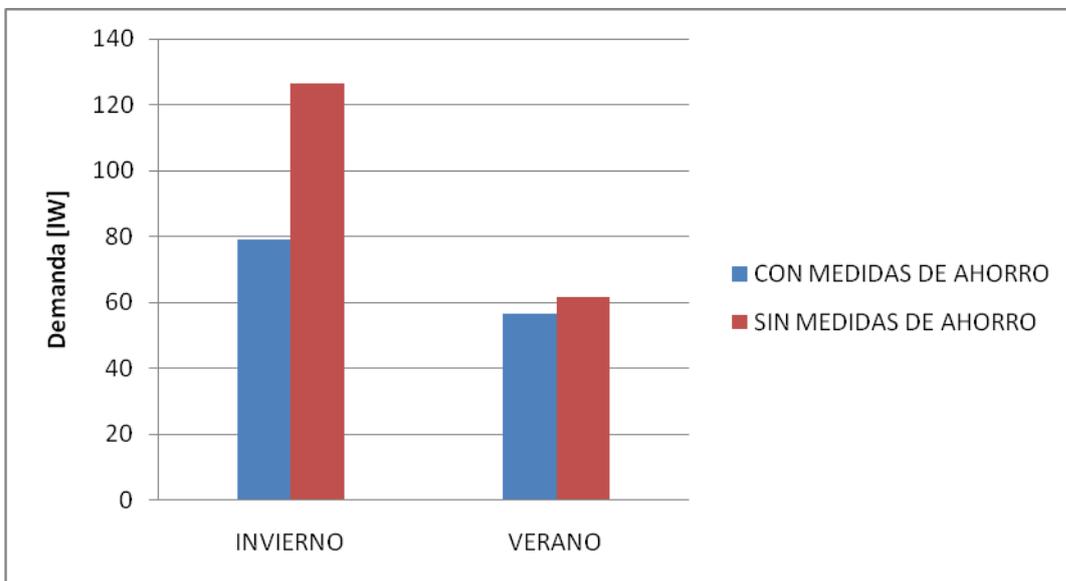
- Sin recuperador
- Temperatura interior 20°C

	DEMANDA	RATIO
<b>CALEFACCIÓN</b>	<b>126,41 kW</b>	<b>75,81</b>



Debido a las condiciones extremas exteriores en invierno, la influencia del recuperador es considerable. Unido a una reducción de la temperatura de diseño se consigue ahorrar 48 kW sobre la demanda máxima simultánea.

#### 4.14 EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE AHORRO



Se puede observar en la gráfica la comparativa entre demandas con medidas y sin medidas de energía. El ahorro en la demanda es considerable en invierno, que es cuando las medidas energéticas van a ser más notables puesto que la temperatura exterior esta mucho más alejada de la interior que en el régimen de invierno.



## **5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

### **5.1 INTRODUCCIÓN**

Uno de los objetivos del presente proyecto es diseñar una instalación sostenible, eficiente y respetuosa con el medio ambiente, por lo que se ha tenido presente en todo momento el Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) y la Directiva Europea 2009/28/CE que promueven el uso de energías limpias y eficientes.

En este apartado se va a estudiar las diferentes opciones que se presentan tanto en régimen de verano como de invierno, intentado realizar un estudio del rendimiento de las máquinas de producción, así como las emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Para llevar a cabo un estudio preciso ha sido necesario realizar un análisis energético del consumo y producción de energía en la zona en la que se ubica el edificio, para obtener la procedencia de la electricidad consumida.

Mediante los factores de emisiones definidos por el IDAE, se ha calculado la contaminación que produce el uso de las diferentes alternativas expuestas.

A continuación se expone los diferentes puntos seguidos en este apartado:

1. Escenario energético en Teruel
2. Factores de emisiones
3. PANER y Directiva Europea 2009/28/CE
4. Alternativas. Régimen de invierno.
5. Alternativas. Régimen de verano.

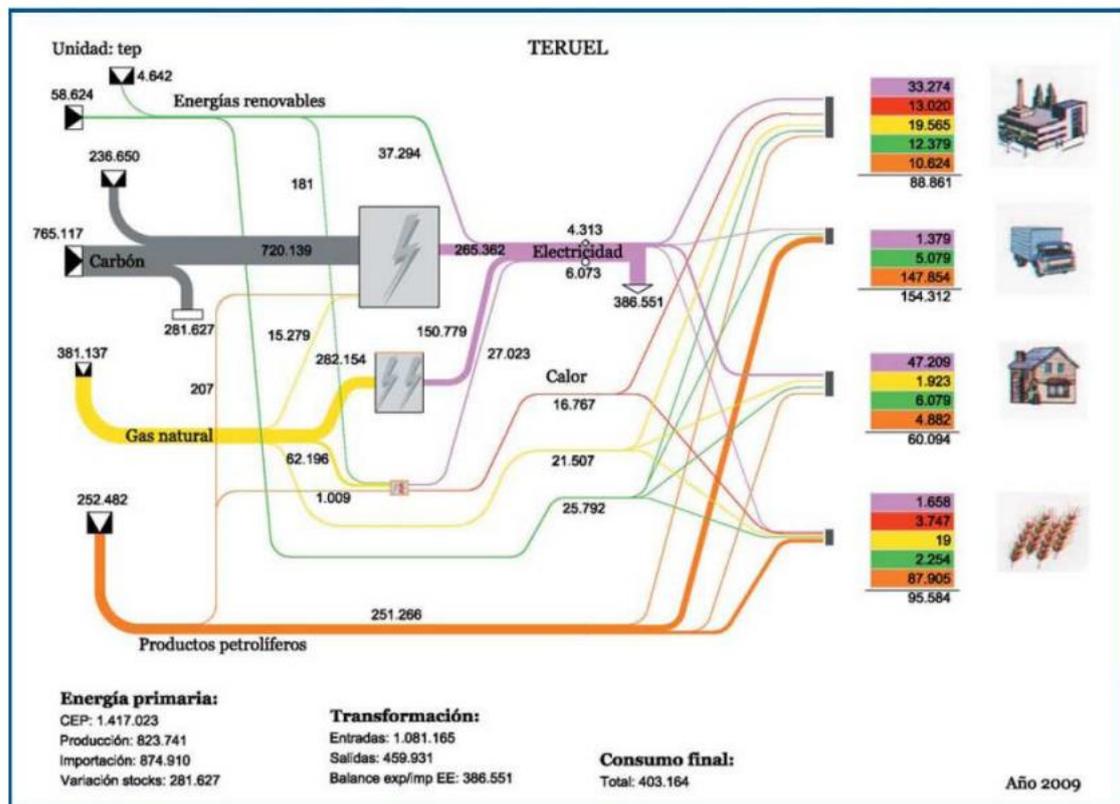


## 5.2 ESCENARIO ENERGÉTICO EN TERUEL

Algunas de las máquinas de producción de frío o calor, no emiten gases a la atmósfera y se puede llegar a confundir erróneamente que al consumir sólo electricidad, contaminan en menor medida el medio ambiente.

Para realizar una comparativa de emisiones rigurosa, ha sido necesario comprobar la procedencia de la energía eléctrica consumida en la ubicación del edificio.

Se ha consultado el balance energético de la provincia de Teruel en la página web del Gobierno de Aragón, obteniendo el siguiente gráfico:



Analizando en particular la energía eléctrica:

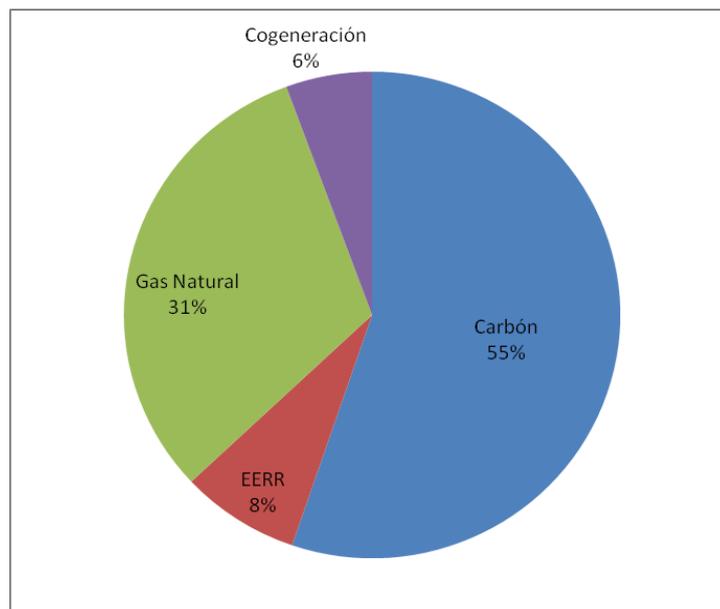
- Entradas = 459,931 tep



- EERR = 37.294 tep
  - Carbón = 265.362 tep
  - Gas = 150.779 tep
  - Cogeneración = 27.023 tep
- 
- Salidas = 1.081,165 tep

Posteriormente se ha obtenido los porcentajes de procedencia de la energía eléctrica consumida, obteniendo la siguiente tabla:

<b>PROCEDENCIA ELECTRICIDAD</b>	
<b><i>Carbón</i></b>	55,23%
<b><i>EERR</i></b>	7,76%
<b><i>Gas Natural</i></b>	31,38%
<b><i>Cogeneración</i></b>	5,62%





Más de la mitad de la energía eléctrica producida en la provincia de Teruel proviene de las dos centrales térmicas existentes en la provincia, la de Escucha y la de Andorra.

Este factor va a ser determinante en el cálculo de emisiones, ya que este tipo de centrales emite una cantidad mayor de CO<sub>2</sub> a la atmósfera que cualquier otras fuentes de energía.

### 5.3 FACTORES DE EMISIONES

Dependiendo de la forma y del combustible que se utilice para producir energía eléctrica, el IDAE establece una serie de factores de emisiones:

ELECTRICIDAD		
FUENTE/TECNOLOGÍA ENERGÉTICA	FACTOR DE EMISIÓN	
	EN BORNAS DE CENTRAL	EN PUNTO DE CONSUMO (BT)
	tCO <sub>2</sub> /MWh	tCO <sub>2</sub> /MWh
<i>Hulla+ antracita</i>	1,06	1,21
<i>Lignito Pardo</i>	0,93	1,06
<i>Lignito negro</i>	1,00	1,14
<i>Hulla importada</i>	0,93	1,06
<i>Nuclear</i>	0	0
<i>Ciclo Combinado</i>	0,37	0,42
<i>Hidroeléctrica</i>	0	0
<i>Cogeneración MCI</i>	0,44	0,50
<i>Cogeneración TG</i>	0,36	0,41
<i>Cogeneración TV</i>	0,43	0,49
<i>Cogeneración CC</i>	0,34	0,39
<i>Eólica, Fotovoltaica</i>	0	0
<i>Solar termoeléctrica</i>	0	0
<i>Biomasa eléctrica</i>	0	0
<i>Biogás</i>	0	0
<i>RSU (FORSU 24,88%)</i>	0,25	0,29
<i>Centrales de fuelóleo</i>	0,74	0,85
<i>Gas siderúrgico</i>	0,72	0,82

Se han escogido los factores de emisiones en el punto de consumo.

Las centrales térmicas turolenses consumen lignito negro, por lo que se ha utilizado un factor 1.14 tCO<sub>2</sub>/MWh.



Teniendo en cuenta el porcentaje de procedencia hallado anteriormente, se ha obtenido el siguiente factor de emisiones medio:

$$\text{Factor emisión medio} = 1.14 \cdot 0.55 + 0 \cdot 0.07 + 0.42 \cdot 0.31 + 0.05 \cdot 0.5 = 0.79 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$$

Por otra parte, se ha calculado el factor de emisiones del Gas Natural y del Gasóleo C, que son los combustibles que consumen las convencionales, de la siguiente tabla del IDAE:

FUENTE ENERGÉTICA	CONSUMO FINAL		FACTOR DE EMISIÓN	FACTOR DE EMISIÓN
	tep	Densidad Energética	Energía Final <sup>(1)</sup>	Energía Primaria <sup>(2)</sup>
			tCO <sub>2</sub> /tep	tCO <sub>2</sub> /tep
Hulla	1	2,01 t/tep	4,23	4,81
Lignito negro	1	3,14 t/tep	4,16	4,73
Carbón para coque	1	1,45 t/tep	4,40	5,01
Biomasa agrícola	1	3,34 t/tep	neutro	neutro
Biomasa forestal	1	2,87 t/tep	neutro	neutro
Coque de petróleo	1	1,29 t/tep	4,12	5,84
Gas de coquerías	1	1,08 t/tep	1,81	2,06
Gasóleo C	1	1.092 l/tep	3,06	3,42
Fuelóleo	1	1.126 l/tep	3,18	3,53
Gas Natural (GN)	1	910 Nm <sup>3</sup> /tep	2,34	2,51
Gases Licuados de Petróleo (GLP)	1	1.763 l/tep	2,72	2,86
Gas de refinerías	1	0,85 t/tep	2,30	2,59

$$\text{F.e. Gas Natural} = 2.51 \text{ tCO}_2/\text{tep} \cdot 1 \text{ tep}/910 \text{ Nm}^3 \cdot 1000 \text{ kg}/1\text{t} = 2.758 \text{ kgCO}_2/\text{Nm}^3$$

$$\text{F.e. Gasóleo C} = 3.48 \text{ tCO}_2/\text{tep} \cdot 1 \text{ tep}/1092 \text{ l} \cdot 1000 \text{ kg}/1\text{t} = 3.186 \text{ kgCO}_2/\text{l}$$

#### 5.4 PANER Y DIRECTIVA EUROPEA 2009/28/CE

La Directiva de 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, fija como objetivos generales conseguir una cuota del 20 % de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la Unión Europea (UE) y una cuota del 10 % de energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía en el sector del transporte en cada Estado miembro para el año 2020. Y para



ello, establece objetivos para cada uno de los Estados miembros en el año 2020 y una trayectoria mínima indicativa hasta ese año.

En España, el objetivo se traduce en que las fuentes renovables representen al menos el 20% del consumo de energía final en el año 2020 —mismo objetivo que para la media de la UE—, junto a una contribución del 10% de fuentes de energía renovables en el transporte para ese año. Las diferentes vías de acción para conseguir estos objetivos se ven reflejadas en el PANER 2010-2020 (Plan de Acción Nacional de Energías Renovables).

Uno de estas vías de acción repercute en el sector de la climatización. El objetivo del PANER es aumentar en un 90% los datos registrados para 2010 referentes a cuotas de energía procedente de recursos renovables para bomba de calor.

El aumento de esta cuota de energía es favorecida por la Directiva Europea 2009/28 CE, que de acuerdo con el ANEXO VII, establece que las bombas de calor que tengan un SPF (Rendimiento Estacional, *Seasonal performance factor*) por encima de un determinado valor, un porcentaje de la energía que consume proviene de fuente renovable.

En concreto, enuncia lo siguiente:



## ANEXO VII

## Balance energético de las bombas de calor

La cantidad de energía aerotérmica, geotérmica o hidrotérmica capturada por bombas de calor que debe considerarse energía procedente de fuentes renovables a los efectos de la presente Directiva,  $E_{RES}$ , se calculará de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$E_{RES} = Q_{usable} * (1 - 1/SPF),$$

siendo

- $Q_{usable}$  = el calor útil total estimado proporcionado por bombas de calor conformes a los criterios mencionados en el artículo 5, apartado 4, aplicada como sigue: solo se tendrán en cuenta las bombas de calor para las que  $SPF > 1.15 * 1/\eta$ ,
- $SPF$  = el factor de rendimiento medio estacional estimativo para dichas bombas de calor,
- $\eta$  el cociente entre la producción total bruta de electricidad y el consumo primario de energía para la producción de electricidad, y se calculará como una media de la UE basada en datos de Eurostat.

Antes del 1 de enero de 2013, la Comisión establecerá las directrices para que los Estados miembros estimen los valores de  $Q_{usable}$  y  $SPF$  para las diferentes tecnologías y aplicaciones de las bombas de calor, teniendo en cuenta las diferencias de las condiciones climáticas, especialmente en climas muy fríos.

El cociente entre la producción total bruta de electricidad y el consumo primario de energía para producirla, se calcula acorde con los datos medios de la UE proporcionados por el Eurostat.

Sin embargo todos los países europeos no tienen el mismo coeficiente, por lo que al aplicar el medio de la UE se produce una discriminación, positiva en el caso de estar por debajo del valor medio de la UE, y negativa en caso de estar por encima.

Esta medida beneficia a España ya que su rendimiento de producción energética es más bajo que el de la media de los países Europeos y al aprobarse esta directiva, España es considerada con el rendimiento de producción energética medio europeo, marcado en 47% [ Fuente: Instrucción 6/2010, (DOGA, Viernes 22.Oct.2010) ]

Dado que varias de las alternativas estudiadas son bombas de calor, se ha considerado adecuado hacer mención a las anteriores normativas, para analizar en el Capítulo 11, la colaboración que supone el uso de bombas de calor con las metas del PANER, cumpliendo paralelamente uno de los objetivos fundamentales del diseño de la instalación: la reducción de emisiones y la eficiencia energética.



## 5.5 RENDIMIENTO ESTACIONAL

El rendimiento estacional es el parámetro que mejor caracteriza el funcionamiento de una instalación de climatización y permite comparar entre distintos sistemas.

Se expresa como el cociente entre la demanda a suministrar y la energía consumida por la máquina.

Permite cuantificar el consumo de una máquina aplicada a una instalación concreta, y es de vital importancia si queremos realizar comparativas rigurosas.

Habitualmente, los fabricantes aportan los datos del rendimiento en unas determinadas situaciones de los focos exteriores-interiores, o en un determinado régimen de carga de funcionamiento, lo que no nos permite conocer si la máquina estudiada se adapta correctamente a las variaciones de carga de un edificio, o a las variaciones de temperatura del exterior.

Existe una normativa para calcular el SPF de una bomba de calor. La Norma EN-14825 detalla un proceso de cálculo aproximado para obtener tanto el SCOP como el SEER.

Para realizar el cálculo del COP medio estacional se propone la siguiente fórmula sacada de la *NORMA UNE-EN\_14825:2008*:

$$SCOP_{om} = \frac{1}{\frac{A}{COP_A} + \frac{B}{COP_B} + \frac{C}{COP_C} + \frac{D}{COP_D}}$$

A, B, C, D: Hacen referencia a factores de ponderación, los cuales indican en la siguiente tabla el porcentaje de utilización al año del equipo a ese índice de carga parcial. COP a, b, c, d: Coeficiente de prestación para las diferentes condiciones de temperaturas determinadas.



La Norma EN-14825 detalla un proceso de cálculo aproximado para obtener tanto el SCOP como el SEER.

Para realizar el cálculo del COP medio estacional se propone la siguiente fórmula sacada de la *NORMA UNE-EN\_14825:2008*:

$$SCOP_{on} = \frac{1}{\frac{A}{COP_A} + \frac{B}{COP_B} + \frac{C}{COP_C} + \frac{D}{COP_D}}$$

A, B, C, D: Hacen referencia a factores de ponderación, los cuales indican en la siguiente tabla el porcentaje de utilización al año del equipo a ese índice de carga parcial. COP a, b, c, d: Coeficiente de prestación para las diferentes condiciones de temperaturas determinadas.

Los coeficientes de ponderación son definidos para evaluar la eficacia frigorífica temporal de un tipo de equipo para un perfil climático europeo medio y una carga térmica promedio del edificio representativo.

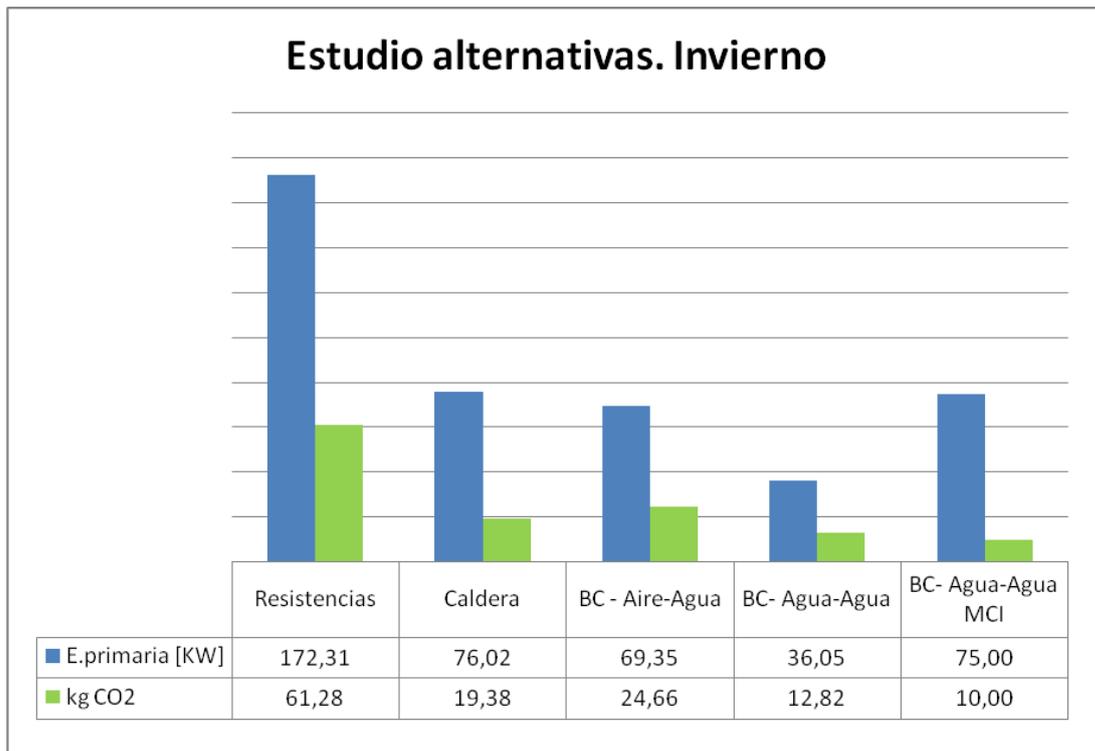
	Indice de carga parcial %	Factor de ponderación
A	100%	50%
B	55%	22%
C	155%	24%
D	20%	4%



Según la tipología de la bomba de calor se utilizará una tabla u otra, según se indica en la norma. No así para las máquinas de absorción, en las cuales no existe normativa aplicable en este ámbito, y su estudio se realizará de forma aproximada.

### 5.6 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. INVIERNO

Se ha analizado todas las posibles soluciones para el régimen de invierno, comparando tanto la energía primaria consumida, como las emisiones de CO<sub>2</sub> liberadas durante una hora con demanda máxima, obteniendo los siguientes resultados:



En el Anexo 4 "*Estudio de alternativas*" se muestran los cálculos realizados.

**Resistencias eléctricas:** Con la convicción inicial de que es un derroche energético el producir calor mediante resistencias eléctricas, se ha introducido esta opción para remarcar la inviabilidad y su escaso sentido de selección.



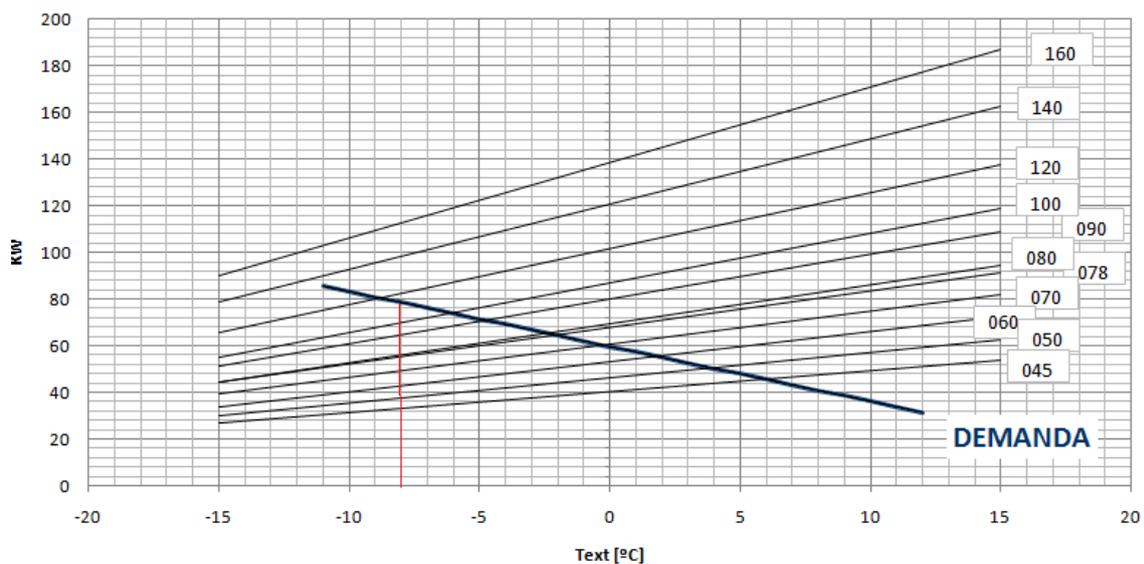
**Caldera:** Considerando una caldera de condensación, y tomando de su fabricante el rendimiento estacional normalizado, se ha obtenido que consume 76,02 KW sobre el caso más desfavorable (rendimiento estacional sobre el PCS = 97%), resultando unas emisiones de CO<sub>2</sub> óptimas, ya que utiliza una tecnología de condensación de baja temperatura.

**Bomba de Calor Aire-Agua:** El rendimiento de estos equipos en climatologías severas, se ve muy perjudicado debido a la necesidad de invertir el ciclo para evitar el desescarche.

No obstante, se ha analizado esta opción para posteriormente realizar una comparativa entre bombas de calor con diferente foco exterior.

Para realizar la selección de la bomba ha sido necesario calcular la evolución de la demanda de calefacción en función de la temperatura exterior.

Con los datos proporcionados por el fabricante y con la ayuda de una hoja de cálculo, se han obtenido rectas de regresión representativas de la capacidad de las bombas en función de la temperatura exterior del aire, resultando la siguiente tabla:



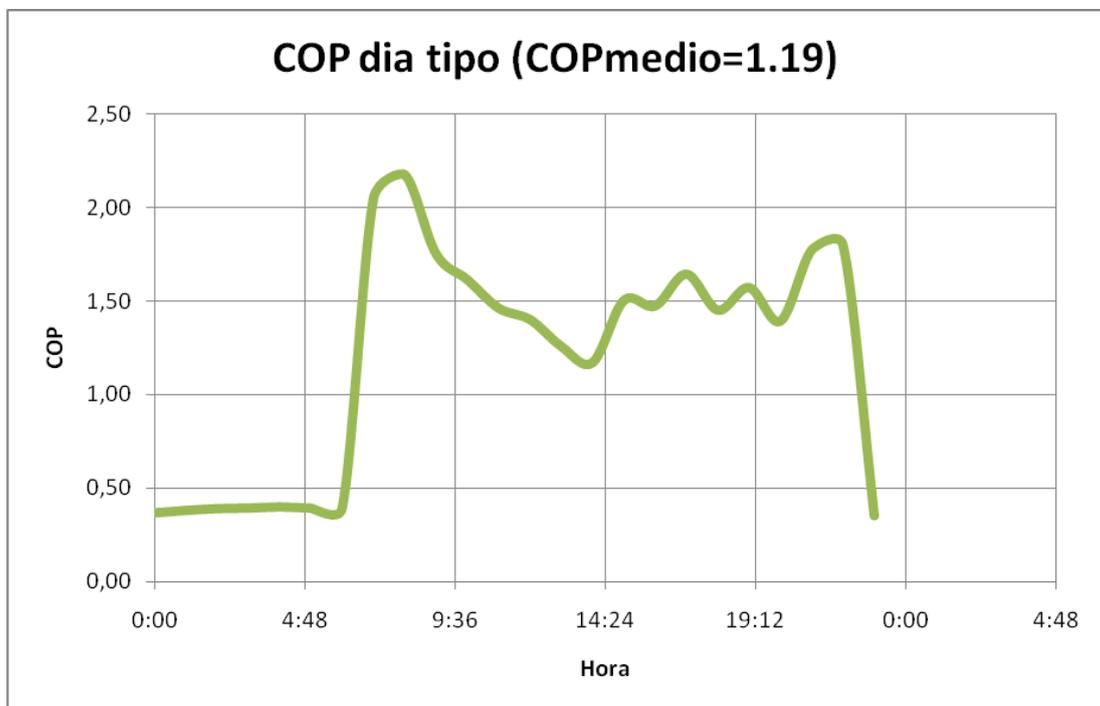


Se ha seleccionado el modelo "30RQSY 120", debido a que cubre la demanda para la temperatura más extrema.

Posteriormente se ha calculado el SCOP según la norma **EN-14825**, obteniendo un valor de 2.36. Para este valor se obtiene un consumo de 69,35 kW y unas emisiones 24.66 kg CO<sub>2</sub>, ambos valores muy próximos a los de la caldera de condensación.

Debido a que el método seguido por la norma ha sido el Perfil climático europeo estándar, se ha querido dar mas relevancia a la climatología concreta de la zona, estudiando el COP medio de un día tipo de invierno.

Con la información de la temperatura exterior a lo largo de un día tipo, con su respectiva evolución de la demanda detallada en el capítulo de cargas térmicas, se ha obtenido la evolución del COP en un día representativo de invierno, obteniendo la siguiente gráfica, y dando como valor medio 1.19, siendo este insuficiente para la consideración de este equipo en la instalación del proyecto en cuestión.





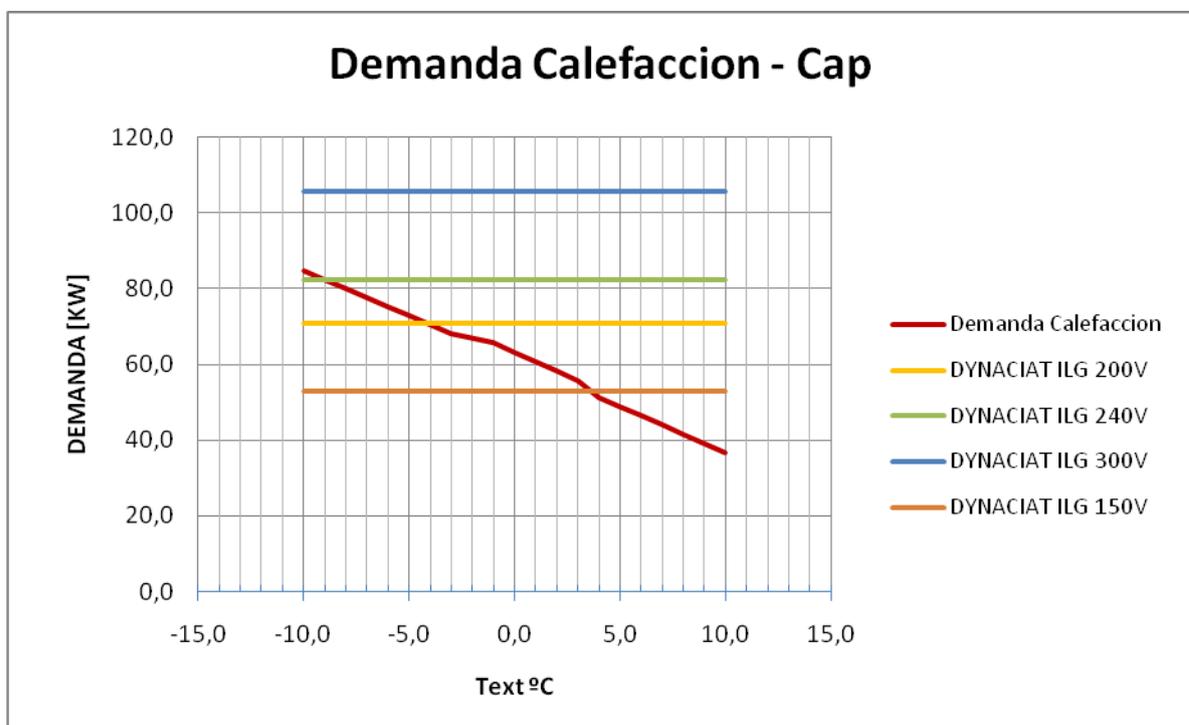
Los cálculos, tanto del SCOP como del COP medio diario, se detallan en el Anexo 4 “*Estudio de alternativas*”.

**Bomba de calor acoplada con el terreno:** La principal ventaja que muestra esta tecnología es la estabilidad de la temperatura del foco exterior, por lo que se prevé que se van a obtener mejores resultados que para el caso de la bomba aéreo-térmica.

Se ha seguido el mismo procedimiento que en el anterior punto.

Para realizar la selección de la bomba ha sido necesario calcular la evolución de la demanda de calefacción en función de la temperatura del foco, ahora considerado constante, ya que la temperatura del subsuelo a partir de cierta profundidad, se puede considerar como la temperatura media anual de la ubicación.

Con los datos proporcionados por el fabricante, y con la ayuda de una hoja de cálculo, se han obtenido rectas de regresión representativas de la capacidad de las bombas en función de la temperatura exterior, resultando la siguiente tabla:





Sin embargo, las potencias anteriormente representadas corresponden a las potencias nominales a una cierta temperatura de foco.

La temperatura del terreno, en este caso 9.56 °C, va a provocar que el rendimiento de la bomba de calor aumente, al considerarse una temperatura más favorable que las tomadas por el fabricante.

Se ha seleccionado el modelo "DYNACIAT ILG 200V.

Posteriormente se ha calculado el SCOP según la norma **EN-14825**, obteniendo un valor de 4.54. Para este valor se obtiene un consumo de 36.05 kW y unas emisiones 12.82 kg CO<sub>2</sub>, valores óptimos en comparación con los demás sistemas estudiados.

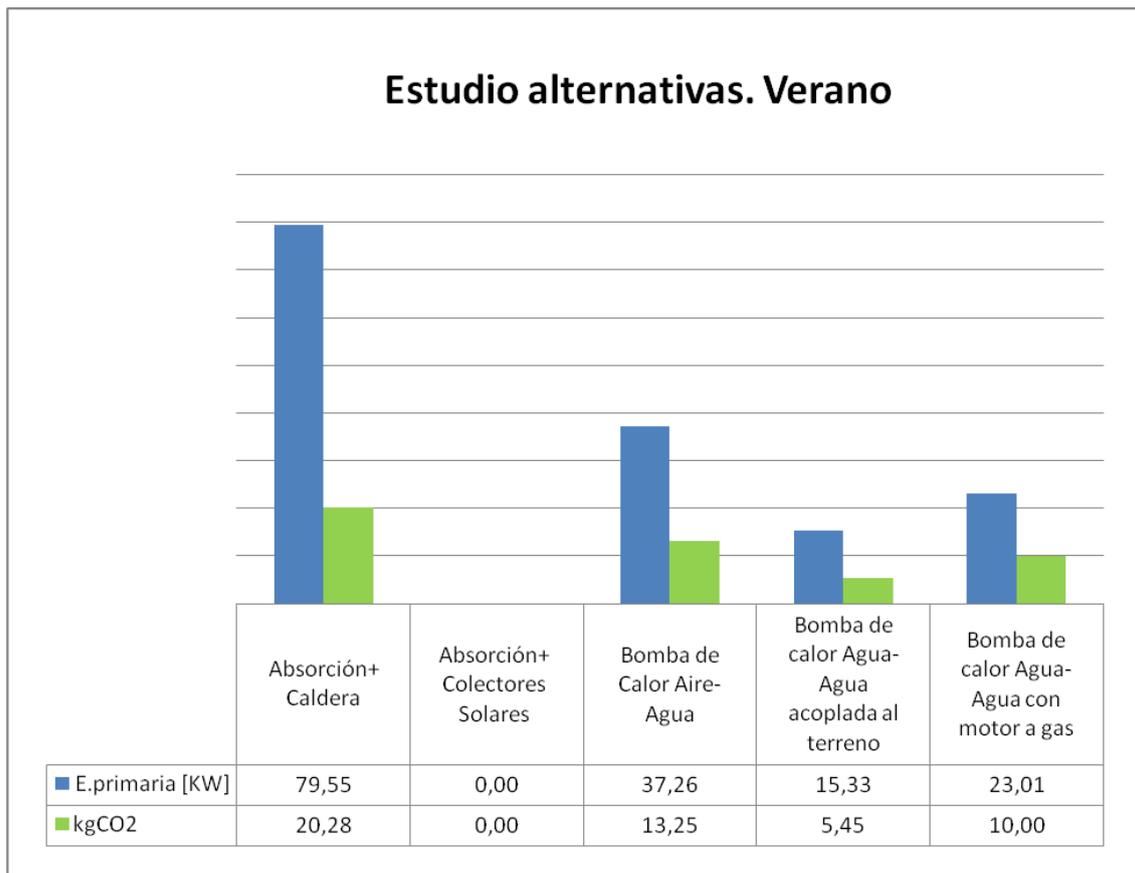
En el punto 6.2, se analiza el COP en las condiciones de funcionamiento.

Los cálculos, tanto del SCOP como del COP medio diario, se detallan en los Anexo 4. "*Estudio de alternativas*".

**Bomba de calor agua-agua con motor MCI:** Ha parecido interesante incluir este dato en el estudio de alternativas. Aunque en la gráfica no destaque por su bajo consumo de energía, hay que tener en cuenta que se produce un alto porcentaje de energía residual que podría ser utilizada para agua caliente sanitaria u otras necesidades energéticas.

## 5.7 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. VERANO

Se ha analizado todas las posibles soluciones para el régimen de verano, comparando tanto la energía primaria consumida, como las emisiones de CO<sub>2</sub> liberadas durante una hora con demanda máxima, obteniendo los siguientes resultados:



**Absorción + Caldera:** El estudio de esta opción tiene la intención de comparar la escasa eficiencia de la tecnología de absorción en el caso del que no se disponga de una fuente de calor residual y de reducidas emisiones, como puede ser el caso de disponer de una caldera de biomasa, o de colectores solares.

Se ha considerado una máquina de absorción con un COP nominal de 0.7. No se ha hallado ninguna norma para obtener un COP estacional representativo, como el caso de la bomba de calor, pero se tiene constancia de que las paradas y arranques de una máquina de absorción perjudican seriamente el rendimiento de la misma.

No obstante, se ha considerado para la comparativa un valor de 0,7, dando como resultado un consumo de energía primaria de 84.48 kW y una liberación de 24.54 kg CO<sub>2</sub>.

Rubén Marzo Limeres



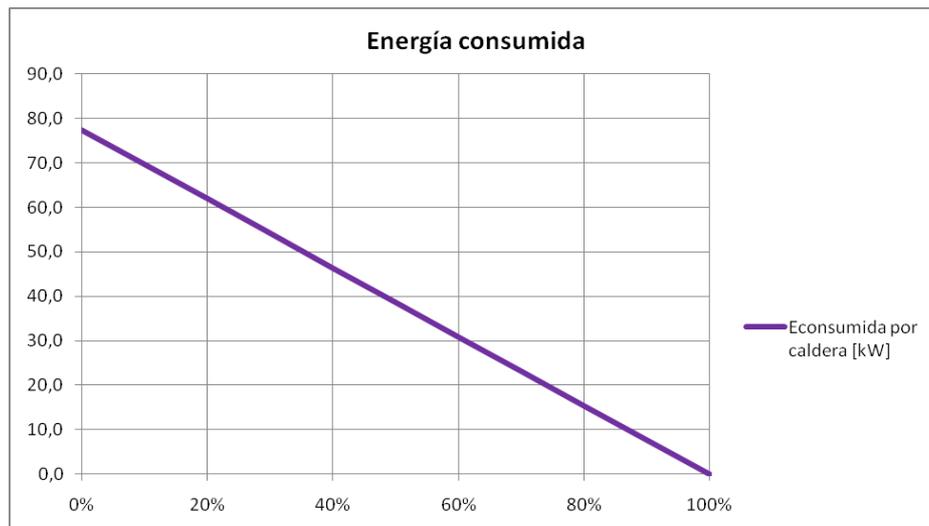
**Absorción + Colectores Solares + Caldera:** Se ha estudiado la posibilidad de cubrir la demanda calorífica de la máquina de absorción mediante colectores solares dispuestos en la cubierta, y con una caldera auxiliar en el caso que no sea suficiente en determinados momentos. Los cálculos realizados en el Anexo 4. “*Estudio de alternativas*” dan unos resultados óptimos.

Serían necesarios 188 captadores solares y una torre de refrigeración, además de la máquina de absorción. A pesar de que el estudio de alternativas tiene la intención de seleccionar el equipo más eficiente y con menos emisiones, se desechará esta opción por diferentes motivos, entre los que se encuentran los siguientes:

- Problemas de almacenamiento de la energía de los colectores.
- Dificultad de determinar el rendimiento real de la instalación, debido a la alta repercusión que produce las arrancadas y paradas de la maquina.
- Existen diferentes criterios de diseño de una instalación de climatización por absorción, siendo estos de una alta complejidad en la que intervienen factores difíciles de controlar.
- La inversión inicial se prevé elevada, debido al alto número de colectores solares, torre de refrigeración, máquina de absorción y caldera.

En estos cálculos se ha realizado una simplificación bastante notable. Cuando se ha calculado la potencia media mensual, no se han considerado realmente el tiempo en el que no se cubre la demanda, por lo que siempre será necesario la instalación de una caldera auxiliar.

La energía consumida en función de la cobertura solar se observa a continuación:



Aunque se intuye que esta instalación es la más eficiente energéticamente y la más respetuosa con el medio ambiente, se descarta debido a su alta complejidad.

**Bomba de calor Aire-Agua:** Al igual que en el anterior régimen, la bomba de calor aéreo-térmica va a proporcionar un rendimiento menor que la bomba de agua-agua,. Analizando su SEER nos da un valor de 3.36.

**Bomba de calor Agua-Agua:** Se ha calculado de nuevo el COP estacional de la bomba de calor agua-agua para el régimen de verano, obteniendo ahora un SCOP de 8.07. Aún sabiendo que la bomba de calor acoplada con el terreno da buenos rendimientos, resulta extraño un rendimiento tan alto, si la norma ha sido correctamente aplicada.



## **6. OPCIÓN SELECCIONADA. CIRCUITO PRIMARIO**

### **6.1 OPCIÓN SELECCIONADA**

La opción seleccionada para la instalación de climatización ha sido una bomba de calor Agua-Agua acoplada al terreno.

En concreto se ha escogido el siguiente modelo, del que se muestran a continuación sus principales características:

### **DYNACIAT ILG 200 V Ciatesa**

<b>Potencia frigorífica</b>	50,8kW
<b>Potencia absorbida</b>	13,9 kW
<b>Eficacia EER</b>	3,65
<b>Potencia calorífica</b>	67,9 kW
<b>Potencia absorbida</b>	16,1 kW
<b>Rendimientos COP</b>	4,22
<b>Nivel de potencia sonora</b>	69 dB(A)
2 Compresores SCROLL hermético 2900 tr/mm	
Modo de arranque Directo en cascada	



Para consultar el resto de características, consultar el Anexo-Catálogos.

Como se puede comprobar, se ha seleccionado una bomba que, en condiciones nominales, no cubre la demanda máxima. Sin embargo, a continuación se mostraran los cálculos justificativos por los cuales se ha tomado esta decisión.



Debido a que solo se va a tener que cubrir esta demanda máxima en momentos puntuales, durante el resto del día, y debido a la zonificación realizada, se van a obtener menores demandas térmicas (Consultar evolución de la demanda a lo largo de día tipo en el Anexo 3. “Cargas térmicas” ), tanto en invierno como en verano, por lo que no se ha considerado un modelo superior.

## 6.2. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

Dependiendo de la temperatura de trabajo de la bomba de calor, se van a obtener diferentes rendimientos. Esta temperatura estará limitada por los focos externos, pero también por el caudal máximo que puede circular tanto por el evaporador, como por el condensador de la misma.

El balance de energía en una bomba de calor en régimen de calefacción viene determinada por la siguiente ecuación:

$$Q_{util} = W + Q_{abs}$$

Las potencias caloríficas, así como la potencia que consumen los compresores de la bomba, vienen dados por el fabricante en función de la temperatura de salida del evaporador.

ILG		TEMPERATURA DE SALIDA DEL AGUA DEL CONDENSADOR °C												
		30		35		40		45		50		55		
		SR	Pa	SR	Pa	SR	Pa	SR	Pa	SR	Pa	SR	Pa	
Temperatura de salida del agua en el evaporador °C		kW		kW		kW		kW		kW		kW		
200V	Agua glicolada	-8	46,4	11,1	45,0	12,7	44,1	14,4	43,3	16,3				
		-4	52,3	11,1	50,9	12,6	50,2	14,3	49,1	16,2	47,7	18,2		
		2	62,3	11,3	60,9	12,7	59,6	14,3	58,0	16,1	56,1	18,0	54,7	20,6
	Agua pura	5	69,6	11,4	67,9	12,8	66,2	14,3	64,5	16,0	62,8	18,2	61,1	20,2
		7	73,1	11,5	71,3	12,8	69,6	14,3	67,9	16,1	66,0	18,2	64,1	20,1
		10	79,5	11,6	77,8	12,9	75,4	14,4	73,5	16,2	71,0	18,2	68,7	20,0
		12	83,7	11,7	82,2	13,0	80,2	14,4	78,0	16,1	75,4	18,1	73,0	19,9



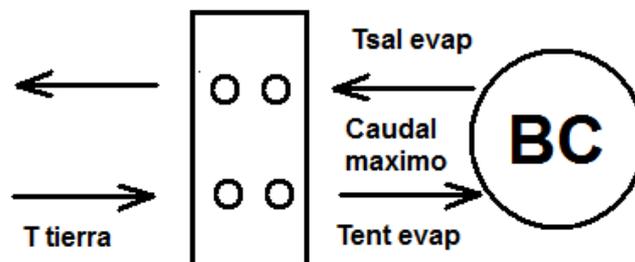
Con dichos datos y con la ayuda de una hoja de cálculo, se han calculado aproximaciones cuadráticas tanto de la capacidad calorífica como de la potencia absorbida por los compresores en función de la  $T_{salida}$  del evaporador de la bomba.

Se obtiene que con una  $T_{salida}$  del evaporador de  $11.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la demanda máxima de  $79\text{ kW}$  es cubierta.

Con esta temperatura se calcula la potencia ofrecida, la potencia absorbida por los compresores y la potencia absorbida necesaria.

$$Q_{absorvida} = Q_{util} - W = 69.8\text{ KW}$$

Se comprueba que la temperatura a la entrada del evaporador es mayor que la temperatura de entrada de agua al intercambiador “Tierra-BC” desde el circuito geotérmico. El caudal máximo que puede circular por el circuito del evaporador es  $6.94\text{ l/s}$  según datos de fabricante.



$$Q_{cedida} = 69.8\text{ KW} = \text{Caudal maximo} \cdot C_p \cdot (T_{ent} - T_{sal})_{evap}$$

$$T_{tierra} = 9.56\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ent\ evap} = 13.8\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ent\ evap} > T_{tierra}$$



En caso de que la temperatura obtenida no cumpliera este requisito la absorción de energía en el intercambiador de placas no sería posible y se procedería a estudiar un modelo superior.

Con la potencia calorífica, y la potencia de los compresores a esa temperatura, se obtiene un COP=5.5, que es superior al COPnominal de 4.44.

Análogamente se ha calculado las condiciones de operación en régimen de refrigeración, obteniendo un EER = 4.6 con una temperatura a la salida del condensador (se reinvierte el ciclo) de 4.7 °C.

En este caso la temperatura a la entrada del condensador de la bomba debe ser menor que la temperatura de la tierra, para que la cesión de calor a tierra sea posible en el intercambiador. Esta se calcula análogamente al caso anterior:

$$Q_{cedida} = 68.8 \text{ KW} = \text{Caudal maximo} \cdot C_p \cdot (T_{ent} - T_{sal})_{cond}$$

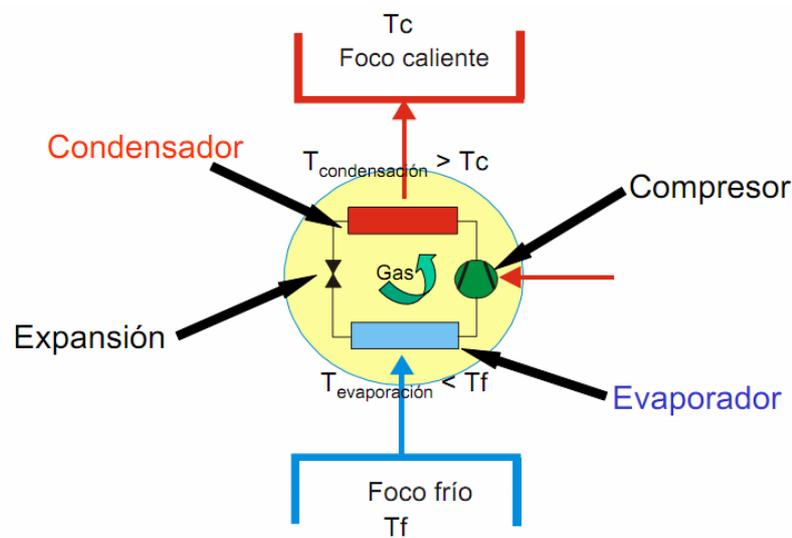
$$T_{tierra} = 9.56 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad T_{ent \text{ cond}} = 7.1 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad T_{ent \text{ cond}} < T_{tierra}$$

También se mejora el EER respecto al nominal, siendo este de 3.65.

Se observa que existe un equilibrio entre la energía cedida en verano con la energía absorbida en invierno, evitando así posibles variaciones de la temperatura del terreno.

### 6.3 FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE CALOR

Esquemáticamente se puede definir una instalación con bomba de calor acoplada al terreno como un sistema que cede y absorbe calor de la tierra a través de un conjunto de tuberías de material plástico de alta densidad por las que circula un fluido caloportador.



*Fuente CIATESA*

La tecnología de las bombas de calor por compresión se basa en el ciclo de Carnot.

El foco frío cede calor en el evaporador al fluido refrigerante frigorífico que tiene un bajo punto de ebullición y se encuentra a una temperatura inferior que el foco frío, pasando a estado gaseoso y manteniendo una baja temperatura, siendo comprimido por el compresor que eleva su presión y aumenta su energía interna.

El fluido pasa después por un intercambiador de calor, llamado condensador, donde cede calor al foco caliente y cambia a estado líquido pasando por una válvula de expansión donde recupera la presión inicial y se enfría bruscamente.

Posteriormente el fluido vuelve a pasar por el evaporador donde absorbe calor del foco frío, evaporándose y pasando por el compresor nuevamente, cerrándose así el ciclo.

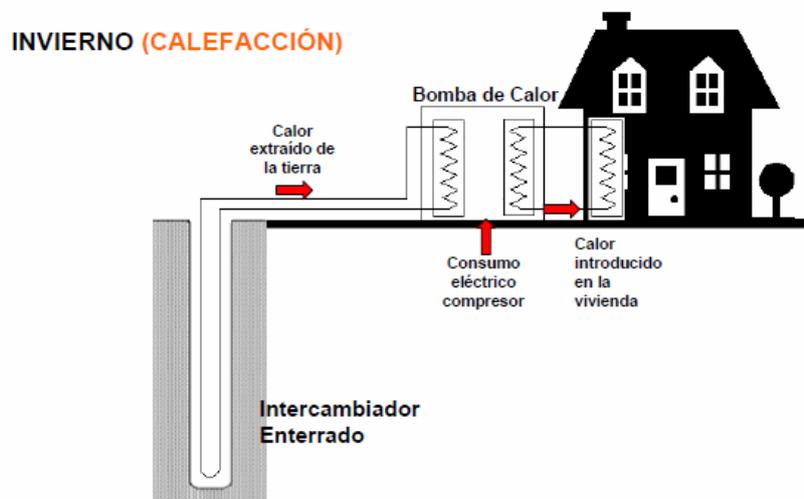
Se definen a continuación los conceptos de circuito evaporador y condensador (si se trabaja en modo calefacción) para la instalación objeto del proyecto.



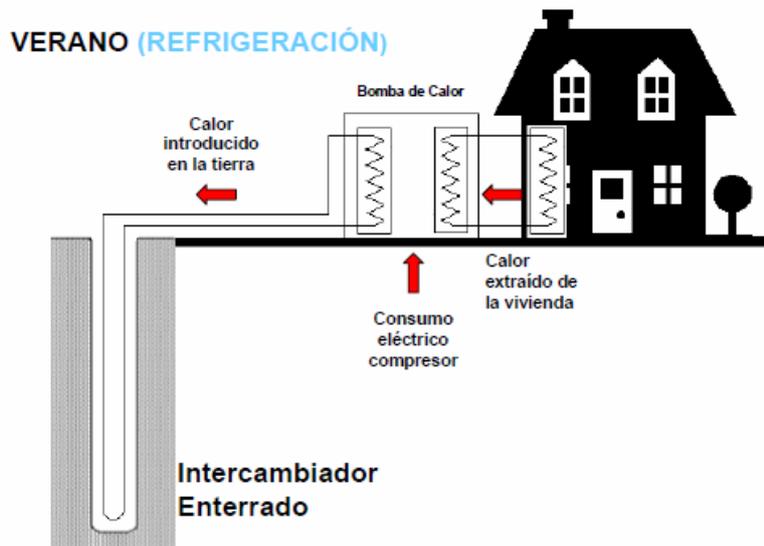
El circuito evaporador lo constituyen el intercambiador de placas donde se realiza la transferencia de calor entre el fluido refrigerante frigorífico y el fluido del circuito de captación geotérmica, y el evaporador de la bomba

El circuito condensador está compuesto por el intercambiador de placas donde se realiza el intercambio de calor entre la bomba y el circuito secundario, y el condensador de la bomba.

En el sistema de **calefacción** del edificio del proyecto, el foco frío lo constituye el captador geotérmico, formado por el campo de sondas subterráneas, donde se extrae el calor mediante el fluido caloportador geotérmico a través del circuito evaporador, pasando así el fluido refrigerante a fase gas para ser posteriormente comprimido por el compresor y ceder calor al foco caliente, formado por el secundario del sistema de calefacción. Una vez ha sucedido esto, se repite nuevamente el ciclo.



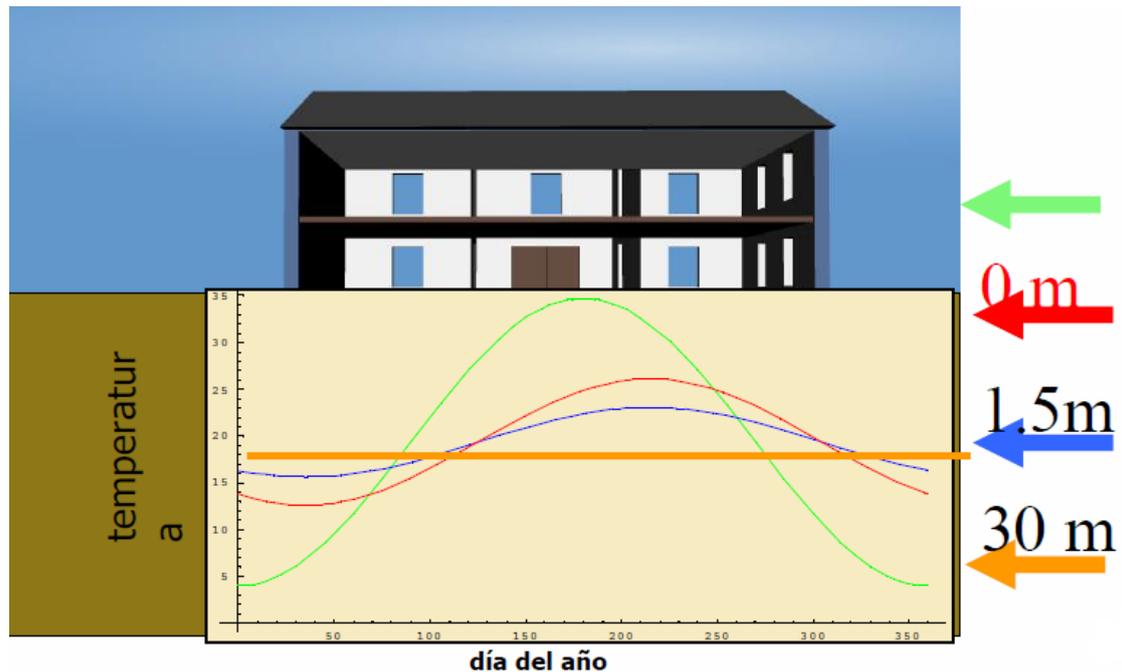
En el modo de **refrigeración** sucede lo contrario, el circuito que en calefacción actuaba de condensador, ahora es evaporador, absorbiendo el fluido refrigerante el calor del sistema (enfriando el agua de climatización) pasando éste a fase gaseosa. Posteriormente se comprime elevando su temperatura, llegando al circuito ahora condensador, que está en contacto con el fluido caloportador geotérmico cediendo así el calor al terreno y repitiéndose nuevamente el ciclo.



La inversión de los ciclos invierno-verano se realiza mediante la válvula inversora de 4 vías que llevan incorporadas las bombas de calor que funcionan en ambos regímenes.

Las ventajas que presenta un sistema de climatización con bomba de calor acoplada al terreno, frente a otra fuente de calor y de frío, es su elevada eficiencia energética, puesto que para su funcionamiento en modo de calefacción suelen tener un COP superior a 3,5 y para refrigeración el EER es superior a 4,8. En otros términos, por cada kilovatio absorbido de la red eléctrica, la bomba de calor geotérmica entrega 3,5 kW para poder utilizar en el sistema de calefacción y 4,8 kW en el sistema de refrigeración.

El elevado rendimiento de las bombas de calor geotérmicas (“tierra-agua”) en comparación con las bombas de calor “aire-aire” o “aire-agua” (aeroterminia) se basa en la estabilidad de la temperatura del foco frío con el que intercambia el flujo térmico. Dependiendo de la profundidad de los captadores, se obtendrá una temperatura más estable, como se puede comprobar en la ilustración.



La temperatura a partir de 30 metros de profundidad, se puede estimar como la temperatura media anual de la ubicación. En nuestro caso, se ha calculado la temperatura media de Teruel por medio de datos proporcionados por la “*Guía de Condiciones climáticas exteriores de proyecto*” IDAE (2009). Realizando una corrección de 1 °C cada 100 metros, se ha obtenido una temperatura subterránea de 9.56 °C.

Se es consciente de que instalar un sistema de captación geotérmica a esa profundidad, puede ser poco viable económicamente.

#### 6.4 ESQUEMA DE PRINCIPIO

El sistema se compone por cuatro circuitos.

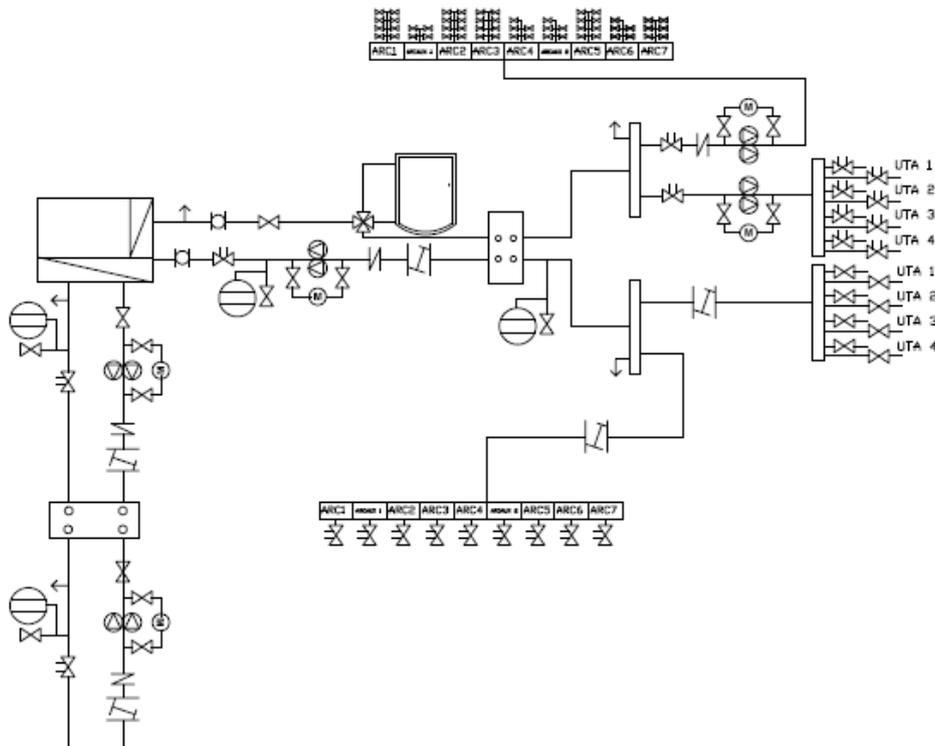
1. Circuito geotérmico: Intercambia energía entre la unidad exterior de la bomba de calor y el subsuelo.



2. Circuito evaporador: Intercambia energía entre el intercambiador geotérmico y la máquina de producción.
3. Circuito condensador: Intercambia energía entre la bomba de calor y el circuito secundario.
4. Circuito secundario: Distribuye energía por el interior del edificio hacia los climatizadores y el suelo radiante.

Todos los circuitos estarán equipados con un filtro, purgadores de aire en los puntos más altos y vasos de expansión con válvula de vaciado.

Todos los circuitos disponen de válvulas a la entrada y salida, siendo una de ellas de equilibrado.



Todas las bombas serán bombas dobles paralelas, que funcionaran alternativamente para garantizar el funcionamiento de la instalación en caso de que una de ellas se



averíe. A la entrada y salida de las bombas se instalará una válvula antirretorno, así como válvulas de corte dispuestas entre un medidor de presión diferencial.

En el circuito primario, se instalará un depósito de inercia a la salida de la bomba de calor, para reducir la intermitencia que produce las arrancadas y paradas de la máquina.

#### **6.4.1 Intercambiadores de calor**

Para el intercambio de calor entre la producción y distribución se instalarán intercambiadores de placas. Se instalaran 2 intercambiadores:

- Circuito Tierra - Bomba de calor: Intercambiaran el calor mediante un intercambiador de placas que sea capaz de transmitir una potencia de 69.8 kW con un salto de temperaturas en el circuito de la bomba de calor de 2 °C. Para el régimen de verano, la potencia va a ser similar.
- Circuito Bomba de calor -secundario: Intercambiaran el calor mediante un intercambiador de placas que sea capaz de transmitir una potencia de 78.5 kW con un salto de temperaturas de 5 °C.

#### **6.4.2 Depósito de inercia**

La función de un depósito de inercia es la de almacenar carga térmica con el fin de reducir las intermitencias de la bomba de calor en sus arranques y paradas, reduciendo por lo tanto el consumo eléctrico, y con tendencia a estabilizar la temperatura del circuito.

Existen diferentes criterios para el dimensionamiento del depósito de inercia. Se ha escogido la siguiente fórmula consultada en diferentes referencias:



$$V(l) = \frac{\text{Potencia}(W)}{140 \cdot n^{\circ} \text{compresores}}$$

$$V(l) = \frac{78240}{140 \cdot 2} = 279 \text{ litros}$$

Se seleccionara por lo tanto, un deposito de inercia comercial inmediatamente superior al volumen calculado. Se instalara un deposito de 300 litros.

### 6.4.3 Vasos de expansión

El sistema de expansión tiene la función de absorber las variaciones de volumen fluido contenido en un circuito cerrado al variar su temperatura, manteniendo la presión entre límites preestablecidos e impidiendo, al mismo tiempo, pérdidas y reposiciones de la masa de fluido.

Los vasos de expansión se calculan según lo indicado por la norma UNE100.155/2004, que indica que para un vaso de expansión cerrado con diafragma, el volumen total del vaso debe calcularse mediante la siguiente expresión:



## **7. SUELO RADIANTE/REFRESCANTE**

### **7.1 INTRODUCCIÓN**

El principal objetivo del proyecto es diseñar una instalación eficiente y con la menor emisión de gases contaminantes posible, sin dejar de lado que, obviamente la climatización de un edificio se realiza con el objeto de garantizar un ambiente confortable a los usuarios del albergue.

El suelo radiante ofrece un elevado grado de confort, y una eficiencia energética incomparable con los sistemas de aire, ya que se necesita mucha menos energía y por lo tanto, también ayudara a la reducción de emisiones. Esto es debido a que el agua tiene mayor capacidad de captación térmica, es decir, mayor capacidad calorífica, por lo que hay que transmitir menos energía que en el caso de trabajar con aire.

Al estar instalado en una gran superficie, nos podemos permitir utilizar agua a baja temperatura, por lo que el rendimiento de las máquinas va a aumentar.

Además, mejora el aislamiento térmico del suelo al incorporar diferentes capas para su instalación.

### **7.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

A continuación se muestran las principales características del suelo radiante/refrescante:

- **Ahorro de energía**

El sistema de suelo radiante/refrescante es el sistema de climatización que menor consumo de energía representa.



Este ahorro subyace del hecho de que la sensación térmica de las personas no corresponde a la temperatura de aire, sino que equivale a la denominada temperatura operativa. Esta es la temperatura promedio entre el aire interior y la temperatura radiante que proporciona este sistema, de manera que podamos mantener una temperatura del aire interior más cercana a la exterior aumentando la temperatura radiante. Esto contribuirá a reducir las pérdidas por conducción, que son directamente proporcionales a la diferencia de temperaturas entre los cerramientos de la envolvente térmica del edificio.

Otro factor significativo de ahorro energético lo constituyen la disminución de pérdidas ó ganancias de calor en Sala de Máquinas y en las conducciones hasta colectores, debido a que la temperatura del agua es más moderada durante todo el año. Es decir, la temperatura del agua no es tan variable como la del aire.

También habrá que tener en cuenta que uno de los componentes del sistema de climatización por suelo radiante/refrescante es la plancha de aislamiento de polietileno, elemento con el que no cuentan otros sistemas de climatización y con el que, particularmente, gracias a el se ha conseguido cumplir con las exigencias energéticas de la opción simplificada.





*Montaje de suelo radiante donde se puede observar diferentes elementos del sistema.*

*Fuente:Vuka.es*

Por último comentar que, un correcto dimensionamiento de la instalación puede hacer que esta sea más eficiente. Como veremos más adelante, en refrigeración la temperatura de circulación está delimitada por la temperatura de rocío. Si diseñamos la instalación a partir del suelo refrescante en vez del suelo radiante, vamos a obtener un menor paso entre los tubos, lo que se reduce a que el intercambio de temperaturas será más uniforme, pero sin embargo, se incrementara la inversión al aumentar la longitud de tubería.

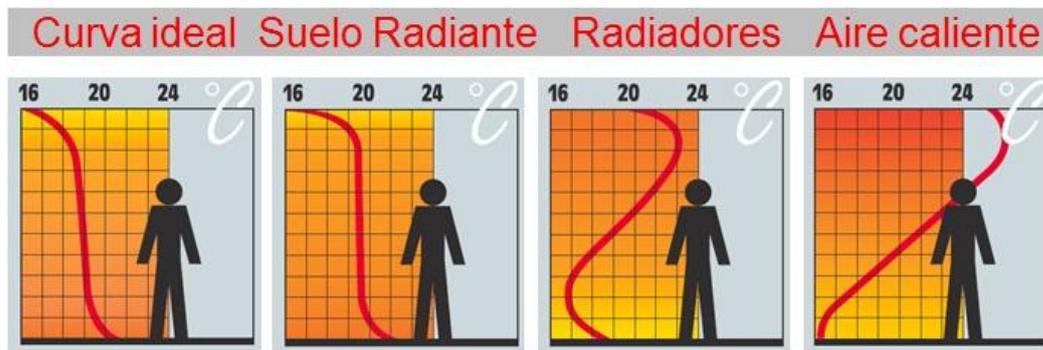
- **Eficiencia en el intercambio de calor**

El sistema de suelo radiante se basa en un medio de intercambio de calor por radiación, que es muy eficiente al sólo necesitar que los cuerpos estén uno frente a otro y a distintas temperaturas, independientemente de que no estén en contacto ni exista un fluido intermedio, como sucede con los sistemas de aire que utilizan un medio de transporte de energía térmica poco eficiente. El intercambio energético por radiación depende de la cuarta potencia de las temperaturas absolutas de los cuerpos.

Aumentar o disminuir en un grado de la temperatura de la superficie radiante significa un factor multiplicador que no se alcanzaría si se variara la temperatura del aire en un grado.

- **Garantía de confort**

El sistema de climatización por suelo radiante/refrescante es el sistema de climatización más confortable. Esto es debido a dos motivos. El primero está relacionado con el hecho de que la velocidad de migración de las capas de aire caliente hacia las zonas frías es proporcional a la diferencia de temperaturas del aire entre ambas zonas, caliente y fría. Una de las causas que generan este fenómeno es la presencia de cuerpos muy calientes, como los radiadores.



*Fuente: Colegio Industrial de Ingenieros Industriales de Madrid*

El segundo tiene que ver con la salubridad del aire interior: la ausencia de movimiento de aire produce menor movimiento de polvo y un entorno más higiénico y saludable, sinónimo de confort

- **Emision y absorción térmica uniforme**

Otra ventaja que posee el sistema de climatización por suelo radiante/refrescante es que la unidad terminal del sistema es todo el suelo del área climatizada. Esto da lugar a que el intercambio térmico sea uniforme en toda la superficie, contraponiéndose al de "zonas calientes" y "zonas frías" que se obtiene con otros sistemas de climatización en los cuales existe un número limitado de unidades terminales.

- **Versatilidad**

Al mismo tiempo, es un sistema versátil, ya que la misma instalación puede utilizarse tanto para refrigerar como para calefactar, con lo que se ahorra el costo de una segunda instalación.

- **Inconvenientes**

Uno de los inconvenientes del suelo radiante/refrescante es que la instalación suele ser costosa debido a que, para su colocación, se tiene que levantar todo el pavimento de una vivienda o local.



Otro inconveniente del suelo radiante/refrescante son las condensaciones que se pudieran ocasionar en verano al alcanzar el aire húmedo en contacto con el suelo refrescante la temperatura de rocío.

### **7.3 FUNCIONAMIENTO SUELO RADIANTE/REFRESCANTE**

El principio básico del sistema consiste en la impulsión de agua a media temperatura (normalmente a 40°C en invierno y a los 15°C en verano) a través de circuitos de tuberías de polietileno reticulado con barrera antidifusión de oxígeno, del fabricante Uponor o similar para el presente proyecto.

En el sistema tradicional de suelo, para climatización, los tubos se embeben en una capa de mortero de cemento con un recubrimiento de tipo cerámico, parquet, etc. En **invierno**, el mortero absorbe el calor disipado por las tuberías y lo cede al pavimento superior que, a su vez, emite esta energía hacia las paredes y techo de la habitación mediante radiación y en menor grado convección natural. En cambio en **verano**, el pavimento absorbe el calor por radiación, y en parte por convección, desde las paredes y el techo. Luego el calor se transmite a la capa de mortero y a la tubería de suelo radiante. Desde aquí, el agua transporta el calor hacia el exterior de la vivienda.

### **7.4 COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA RADIANTE**

#### **Tuberías**

Para la circulación del agua por el sistema de suelo radiante/refrescante, se ha seleccionado tuberías UPONOR evalPEX. Se trata de tuberías de polietileno reticulado con barrera antidifusión de oxígeno impiden que el oxígeno del aire penetre a través de la pared de la tubería al aumentar la temperatura del agua.



La oxigenación del agua provoca la oxidación de las partes metálicas de la instalación reduciendo la vida útil por pérdida de material en los metales y taponamiento de los conductos por la deposición de óxidos.

Otra característica de estas tuberías es el reticulado de su cadena polimérica conforme al proceso Engel. El reticulado se define como un proceso que cambia la estructura de las cadenas de polímeros de manera que estas se conectan unas con otras formando una red tridimensional mediante enlaces químicos.

Las tuberías UPONOR evalPEX se fabrican de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 15875 y cumplen con las exigencias de barrera antidifusión de oxígeno que establece la norma EN 1264-4.

### **Aislamientos**

Para evitar que el calor se propague hacia abajo es preciso colocar un aislante entre el forjado y el mortero que cubre los tubos. El material seleccionado es poliestireno expandido de alta densidad, debido a que tiene que soportar deformaciones de la losa del pavimento y todo lo que se encuentre sobre ella.

### **Sistemas de fijación**

Las planchas de aislante incorporan unos tetones entre los que se encajan las tuberías, lo cual facilita la instalación. Actualmente es uno de los sistemas más utilizados.

### **Banda perimetral**

Es una banda de material aislante que se instala en el perímetro de las dependencias y que separa la losa de mortero y el solado de las paredes, facilitando la dilatación del mismo y reduciendo el efecto pérdida de calor debido al puente térmico del suelo con los cerramientos laterales.



### **Mortero de cemento y aditivos**

El espesor recomendable de mortero de cemento es de 5 cm medidos a partir de la generatriz de la tubería. Un espesor mayor aumentaría la inercia térmica del sistema y un espesor menor debilitaría la resistencia ante impactos.

Al mortero de cemento se le añade un aditivo para mejorar sus propiedades. Este líquido consigue un perfecto contacto entre el mortero y las tuberías, evitando con ello inclusiones de aire que aumentarían la resistencia térmica del sistema y dificultarían la transmisión de calor. La proporción adecuada de la mezcla es la siguiente:

- 50 Kg. de cemento (CEM 42.5 Tipo I o tipo II).
- 220 Kg. de arena.
- 20-25 litros de agua de amasado (aprox.).
- 0,3 Kg. de aditivo

### **Distribuidor**

El objetivo de este equipo es conducir el agua caliente o fría de la tubería general a cada uno de los circuitos emisores de las habitaciones y zonas perimetrales y recoger el agua procedente de dichos circuitos para llevarlas al generador.

El distribuidor está compuesto de dos colectores horizontales paralelos a los que se les acoplan los elementos de la instalación como las válvulas y detentores de regulación de caudal, purgadores automáticos de aire, termómetros, grifos de vaciado, etc. De ellos parten los tubos para la distribución. Uno de los colectores es el de ida y el otro el de retorno.

Los colectores distribuidores seleccionado han sido los del fabricante Uponor. Están fabricados en poliamida, un material plástico que a su bajo peso añade una alta



resistencia mecánica incluso a altas temperaturas. Debido a la naturaleza de la poliamida, se permiten temperaturas puntuales de hasta 95°C y presiones de trabajo de hasta 6 bares.

Además, el cloro es un elemento presencial en el agua portadora de las instalaciones de calefacción. Muchos termoplásticos son susceptibles de corrosión frente a las altas concentraciones de cloro en condiciones de largos periodos de exposición. Ensayos realizados en probetas de poliamida revelaron una pérdida del 0% para un periodo extrapolado de 20 años.

El modelo escogido ha sido el que incorpora caudalímetro, que ofrecen en todo momento la posibilidad de ver el caudal circulante por cada circuito de la instalación.

Las válvulas de equilibrado siempre deben ir montadas en la impulsión de los circuitos, dependiendo de la configuración del grupo de impulsión esta posición será la superior o la inferior, pero se recomienda que los cabezales electrotermostáticos queden situados por encima de la línea de agua.

El colector de retorno posee llaves manuales de apertura y cierre de paso de agua a cada circuito; sobre las rosca de estas llaves se instalan los cabezales electrotermostáticos para dotar al sistema de un control automático del caudal a cada circuito.

Datos técnicos:

- Dimensiones de conexión: hembra - G1
- Max. temperatura de operación: 60°C
- Max. presión de operación: 6 bar
- Max. presión de prueba (max. 24 h. = 30°C): 10 bar
- Máximo caudal del colector: 3,5 m<sup>3</sup>/h



- Valor Kv del colector: 1,4 m<sup>3</sup>/h
- Tamaños disponibles: 2 - 12 circuitos

### **Caja de distribuidores**

Los colectores se colocan en los correspondientes armarios o cajas metálicas para colectores. Los colectores se fijan a bastidores de poliamida y estos, a su vez, se fijan a los bastidores metálicos de la caja de colectores.

Estas cajas se empotran en pared, siendo preciso un espesor de pared mínimo de 15 cm. Su función dentro de la instalación es soportar los colectores y ocultarlos de forma que queden registrables en un entorno visual favorable. Las dimensiones de las cajas metálicas para colectores varían con el número de salidas de estos. Las escogidas para nuestro proyecto son las de 8 a 12 salidas (5550 x 1000 x 100)

## **7.5 DISEÑO**

El diseño de la instalación de suelo radiante se ha basado en la norma UNE-1264, siguiendo las directrices recomendadas por el fabricante, Uponor en este caso, aunque se podría realizar con otro similar.

Tal y como se ha comentado en el apartado de Cargas Térmicas, las cargas utilizadas para el cálculo de elementos terminales, como las climatizadoras y el suelo radiante/refrescante, es la carga máxima interna, con las condiciones exteriores más desfavorables y una ocupación máxima.

Las cargas de cálculo máximas se pueden consultar en el Anexo 3. "*Cargas térmicas*"

Debido a que la instalación se proyecta para suelo radiante/refrescante, el dimensionado de los pasos entre tubos se ha realizado en el modo que se obtienen



menores valores de paso, en este caso para suelo refrescante, siendo esto lo más habitual en el diseño de un sistema versátil de refrigeración/calefacción. Aunque es el método menos económico inicialmente pero más eficiente energéticamente.

Para la selección del diámetro de las tuberías se ha tenido en cuenta que no se debe sobrepasar los 200 Pa/m de pérdidas. Así pues, se ha seleccionado tuberías de 16 mm para los circuitos de menor caudal, y de 20 mm y 30 mm para los de mayor caudal.

### **Emisión térmica**

Para establecer la máxima emisión térmica de un sistema de suelo radiante habrá que referirse a la norma UNE EN 1264-2. La citada norma establece una curva característica base que fija la relación entre la densidad de flujo térmico ( $q$ ) y la temperatura media de la superficie del suelo ( $\theta_{F,m}$  y  $\theta_{S,m}$ ) en °C, quedando establecida la relación entre ellas mediante las fórmulas que se muestran a continuación.

#### Calefacción:

$$q = 8.92(\theta_{F,m} - \theta_i)^{1.1} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

#### Refrigeración:

$$q = 7(|\theta_{S,m} - \theta_i|) \text{ (W/m}^2\text{)}$$

#### **Suelo radiante para calefacción**

Tipos de recinto	Tsuel	Tint	qlim [W/m2]
Zona de permanencia (ocupada)	29	20	100
Cuartos de baño y similares	33	20	150
Zona periférica	35	20	175

#### **Suelo radiante para refrigeración**

Tipos de recinto	Tsuel	Tint	qlim [W/m2]
Zona de permanencia (ocupada)	20	27	49



En régimen de refrigeración la limitación de  $49 \text{ W/m}^2$  hace que la demanda de muchos locales no pueda ser cubierta. Para este caso se ha decidido por dimensionar la ventilación de forma que haga frente a las diferencias de carga que el sistema de suelo refrescante no puede hacer alcanzar.

En régimen de calefacción, todos los locales tienen una demanda menor de  $100 \text{ W/m}^2$  por lo que el suelo radiante es capaz de cubrir toda la demanda.

### Resistencias ascendentes y descendentes

Para el cálculo posterior del caudal por los circuitos, será necesario saber la resistencia térmica del suelo en las direcciones ascendentes y descendentes. Como es evidente, el suelo radiante se ve beneficiado por una alta conductividad ascendente, y una conductividad descendente lo mínima posible, más aun, cuando solo exista una planta en el edificio, o estemos situados en una planta baja.

#### Resistencia descendente

Capa 3	Panel aislante (suelo radiante)	2,200	0,040	0,550
Capa 4	PVC + 40% plastificantes	0,500	0,140	0,036
Capa 5	Mortero de cemento (1600<p<1800)	5,000	1,200	0,042
Capa 6	Espuma de polietileno	0,500	0,050	0,100
Capa 7	FU entrevigado ceramico	21,000	0,301	0,698
	Mortero de cemento (1600<p<1800)	5,000	1,000	
Capa 8				0,050
Aire interior				0,170

**Rt** 1,65

**K** 0,608

#### Resistencia ascendente

Aire exterior				0,040
Capa 1	Gres	1,500	0,800	0,019
Capa 2	Mortero de cemento (1600<p<1800)	5,000	1,200	0,042

**Rt** 0,10

**K** 9,959



### **Cálculo de la temperatura de ida de diseño:**

Cada fabricante facilita las curvas características de los sistemas que comercializan. Conociendo el tipo de tubería, el paso entre los tubos, la resistencia térmica del suelo y el régimen de diseño se puede obtener la desviación media de temperatura entre el agua del suelo refrescante/radiante, y el aire de la habitación. Fijando el salto térmico, se puede conocer la temperatura

Según la norma UNE EN 1264-3 la desviación media de temperatura aire-agua se calcula teniendo en cuenta la temperatura media logarítmica del agua de las tuberías para tener en cuenta el efecto de la caída de la temperatura:

$$\Delta T_{\text{aire-agua}} = \frac{|T_{\text{sal}} - T_{\text{ent}}|}{Ln \left( \frac{|T_{\text{aire}} - T_{\text{ent}}|}{|T_{\text{aire}} - T_{\text{sal}}|} \right)}$$

### Régimen de refrigeración:

Se ha comenzado calculando la temperatura de ida de diseño para los locales que tengan la mayor demanda, en este caso 49 W/m<sup>2</sup>. Para estos locales se ha escogido un paso de tubo de 10 cm, el mínimo, para favorecer la transferencia de calor. Con estos parámetros, la diferencia media logarítmica de temperaturas necesaria es de 12°C, según la tabla proporcionada por el fabricante.

Fijando una temperatura de impulsión de 13°C, y despejando de la ecuación de diferencias de temperatura logarítmicas utilizando la hoja de cálculo Excel de Microsoft Office, obtenemos un salto térmico de 3,8, que es un valor menor de 5, como recomienda el fabricante.



Incr.T.m.l og.	Salto [°C]	Timp [°C]	Tret [°C]	Taire [°C]
12	3,8	13	16,8	27

En los locales con una demanda menor se podrán instalar pasos mayores, obteniendo unas emisiones térmicas de 44, 39 y 32 W/m<sup>2</sup> con pasos de 15, 20 y 30cm respectivamente para la misma diferencia de temperaturas logarítmica anterior (12°C). Se instalará el paso de tubo que proporcione una emisión térmica inmediatamente superior a la requerida.

POT (W/m2)	PASO
49	10
44	15
39	20
32	30

Los datos obtenidos, tanto de temperaturas como de pasos de tubo se observan en el Anexo 5. "*Suelo radiante / refrescante*"

A continuación se calculará el caudal que circulara por cada circuito, según como se indicara en este capítulo. Se tendrá en cuenta la división de cada espacio en diferentes circuitos si estos resultan demasiado largos para ser cubiertos con la máxima longitud de tubo, como se explica mas adelante.

### Régimen de calefacción

Tras el cálculo del modo de refrigeración, se procede al de calefacción.

Según la tabla proporcionada por el fabricante de acuerdo con los parámetros de nuestro proyecto, y el paso calculado en el régimen de invierno, se obtienen los diferentes valores de las desviaciones logarítmicas de temperatura para las potencias de cada local.



Para calcular el salto térmico en cada espacio, se ha despejado de la ecuación de la desviación de temperaturas logarítmicas, utilizando la herramienta “Solver” de la hoja de cálculo Excel de Microsoft Office, fijando la temperatura de impulsión en 36°C.

Los resultados de los saltos térmicos obtenidos se pueden consultar en el Anexo 5. “Suelo radiante / refrescante”

A continuación se calculará el caudal que necesita cada circuito, según como se indica en este capítulo.

### Calculo del caudal de impulsión

Según la norma UNE-EN 1264-3:1998 el caudal necesario para cubrir la demanda se calcula mediante la siguiente expresión:

$$m_H = \frac{A \cdot q}{\sigma \cdot c_{ag}} \left( 1 + \frac{R_0}{R_u} + \frac{T_{ascen} - T_{descen}}{q \cdot R_u} \right)$$

Donde:

- $\sigma$  : el salto térmico de temperaturas entre la ida y el retorno
- $c_{ag}$  :el calor específico del agua de valor 4,19 kJ/kgK.
- A: Área que ocupa el circuito [m<sup>2</sup>]
- q : demanda térmica [W/m<sup>2</sup>]
- $R_0$ : Resistencia térmica por encima de los tubos = 0.1 [m<sup>2</sup>K/W]
- $R_u$ : Resistencia térmica por debajo de los tubos = 1,65 [m<sup>2</sup>K/W]



### **Cálculo de colectores**

A continuación se indica el modo en el que se ha calculado la instalación de los diferentes colectores que componen el sistema de suelo radiante, así como la necesidad en la mayoría de los locales de instalar circuitos dobles, y los caudales que deben circular por cada uno de ellos.

En los circuitos en los que la diferencia de caudales de invierno y verano sea mayor que 0.03 l/s, se instalarán circuitos dobles, que solo se activarán para el régimen de verano, y que aportarán la diferencia de caudal resultante.

Para los circuitos cuya diferencia sea menor de 0.03 l/s, se ha calculado la media aritmética entre los caudales de invierno y verano, por lo que no se instalarán circuitos de apoyo.

Estos circuitos dobles, o de apoyo, solo se activarán en régimen de verano, ya que los caudales son mayores en refrigeración.

Existe una peculiaridad del sistema, y que se deberá tener en cuenta para garantizar el confort en dicho espacio. En las habitaciones 3, 4, 5 y 6, al contrario que en el resto de los locales, el caudal de invierno es mayor que el de verano, siendo la diferencia mayor que 0.03 l/s, por lo que el circuito auxiliar instalado solo se deberá activar en invierno y desactivar en verano, justo al contrario que los demás circuitos auxiliares.

Se tendrá en cuenta la división de cada espacio en diferentes circuitos si estos resultan demasiado largos para evitar pérdidas y ajustarse a los criterios de cálculo.

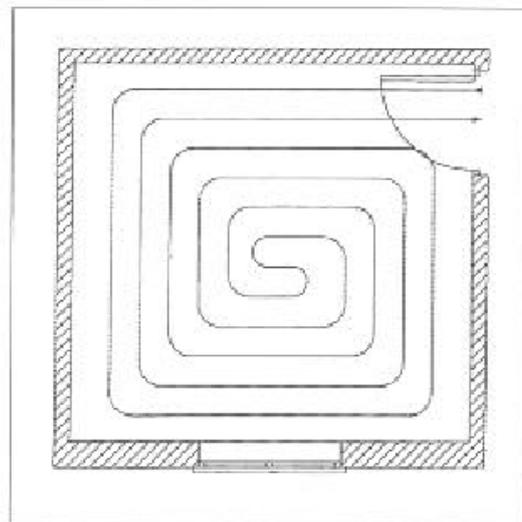
En el Anexo 5. “*Suelo radiante / refrescante*” se puede consultar la división de espacios, y demás parámetros de la instalación.



### **Disposición de los circuitos**

Se ha elegido una distribución en espiral, como se muestra en la figura. Consiste en extender el tubo desde los límites exteriores hacia el centro del local a climatizar, dejando entre líneas paralelas dos distancias de separación para poder volver con el tubo por entre cada dos líneas y que al final todas sea equidistantes unas de otras. Una vez que se llega al centro se hacen giros de 180° y se sale por el medio del espacio que se ha dejado de separación. La espiral debe seguir tramos paralelos ajustándose a la forma de la superficie emisora, aunque esta sea irregular.

Se ha seleccionado este modo de distribución en espiral porque es el que mejor homogeneiza la temperatura de la superficie radiante, pues se van intercalando los primeros tubos de ida con los últimos de retorno. Es la geometría más utilizada en la actualidad para este tipo de instalaciones.



**Distribución en espiral.**



## **8. VENTILACIÓN**

### **8.1 INTRODUCCIÓN**

El suelo radiante/refrescante va a cubrir la mayoría de la demanda térmica del albergue. Sin embargo, también es necesario renovar el aire interior para que esté en unas condiciones óptimas para el confort de los usuarios.

La ventilación se puede definir como el ingreso de aire fresco no contaminado del exterior al interior del local.

El objetivo de las climatizadoras o unidades de tratamiento de aire (UTAs) es el de llevar las condiciones del aire exterior de ventilación, a las condiciones interiores, haciéndolo pasar por unas baterías para su calentamiento o enfriamiento, dependiendo del régimen de operación, además de limpiar el aire a través de filtros de partículas. Todo ello para que el aire nuevo introducido en el interior se encuentre en unas condiciones adecuadas.

La cantidad de aire que debe ser introducido en un local depende de varios factores siendo los más importantes el número de personas, la calidad de aire interior y si está permitido fumar. Los caudales de aire de ventilación han sido calculados según la norma UNE-EN 13779:2008, en el punto 2.6 del presente documento.

Los conductos que transportaran los caudales de aire de ventilación se dimensionaran para la máxima demanda en cada local, es decir, para la ventilación resultante de la máxima ocupación en cada local. Dichos caudales se especifican en el Anexo 6. *“Condiciones de impulsión”*

La ventilación puede realizarse solamente mediante aire exterior o con una mezcla de aire fresco y aire recirculado. En este proyecto se ha elegido la recirculación de aire,



debido a que no estamos ante un caso en el que prime la higiene, como puede ser un hospital o residencia de ancianos.

## **8.2 UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE**

Los climatizadores seleccionados son de la marca "SALVADOR ESCODA".

Estarán ubicados en la cubierta del edificio y de ella partirán los conductos de impulsión y de retorno de ambas plantas. Se puede consultar su posicionamiento en el plano 09 del documento PLANOS.

Se ha proyectado 4 climatizadores para las 4 zonas existentes, con el objetivo de adaptar el funcionamiento de los equipos a los distintos horarios de los espacios que componen la edificación.

### **Selección de UTAS**

Se deberá seleccionar cada uno de los componentes que forman parte de la climatizadora. Todos los componentes de las unidades de tratamiento de aire han sido seleccionados del catalogo adjunto en los Anexos

- **Tamaño:** Para seleccionarlo será necesario el caudal de trabajo de la climatizadora, calculados en el Anexo 6. "*Condiciones de impulsión.*". Con la tabla proporcionada por el fabricante se selecciona el tipo de climatizadora:



	Q [m <sup>3</sup> /h]	TIPO
UTA ADMIN	4135,56	G05
UTA PROY	3440,07	G04
UTA SERV	22031,84	A MEDIDA
UTA HAB	4836,67	G06

Para la unidad de tratamiento de aire de la zona de servicios, al necesitar un caudal fuera de los límites convencionales, el fabricante se ofrece a realizar su fabricación a medida, proporcionándole los parámetros necesarios.

- Baterías de calor y frío: Las baterías seleccionadas deberán cubrir la potencia calculada en el Anexo 7. “Potencia de baterías de UTAS”

Especial atención merece la temperatura a la que el fabricante recomienda la impulsión del agua.

El modelo de batería de frío requiere, según fabricante, unas temperaturas de 7/12 °C. En el presente proyecto se calculado una temperatura de impulsión en verano de 13°C.

Igualmente en invierno, en el modelo de batería con las temperaturas más bajas, se requiere 45/50 °C. En el presente proyecto se ha calculado una temperatura de impulsión en invierno de 36 °C.

Esta información será imprescindible para que el fabricante realice un dimensionado del equipo acorde con nuestras necesidades.



	KW frio	KW Calor
<b>UTA ADMIN</b>	4,93	12,38
<b>UTA PROY</b>	5,12	11,38
<b>UTA SERV</b>	28,13	70,16
<b>UTA HAB</b>	5,43	14,23

Los caudales de agua que circularan por las baterías se han calculado también en el Anexo 7. “Potencia de baterías de UTAS”, suponiendo un salto térmico de 5 °C

- Recuperador: Dependiendo del número de horas de funcionamiento de la unidad de tratamiento de aire, el RITE establece una eficiencia y una pérdida de presión mínima, tal y como se ha comentado en el punto 4.9

De acuerdo con este punto, se ha seleccionado los siguientes recuperadores estáticos:

	horas/ anuales	Eficiencia recuperador exigida [%]	Eficiencia recuperador seleccionado [%]	RECUPER.
<b>UTA ADMIN</b>	2920,00	44	47	CL07168
<b>UTA PROY</b>	1825,00	44	47	CL07167
<b>UTA SERV</b>	5840,00	55	60	
<b>UTA HAB</b>	5475,00	44	47	CL07169

- Filtros: El tipo de filtro a instalar viene establecido por el RITE IT 1.1.4.2.4. En este caso se ha considerado una IDA 2 con una ODA 1 (aire puro que puede contener partículas sólidas (p.e., polen) de forma temporal.), por lo que el filtro escogido será de F6

Se ha seleccionado dos etapas de filtración. La primera etapa compuesta por un filtro G4, y la segunda por un F6.



	Filtro 1ªETAPA G4	Filtro 2ªETAPA F6
UTA ADMIN	CL07198	CL07258
UTA PROY	CL07197	CL07257
UTA SERV		
UTA HAB	CL07199	CL07259

- Caja de mezcla: Con el tamaño del climatizador, se selecciona la correspondiente caja de mezcla.

	MEZCLA
UTA ADMIN	CL07108
UTA PROY	CL07107
UTA SERV	
UTA HAB	CL07109

- Modulo Free-cooling: Con el tamaño del climatizador, se selecciona el correspondiente modulo de free-cooling

	FREE-COOLING
UTA ADMIN	CL07124
UTA PROY	CL07123
UTA SERV	
UTA HAB	CL07125

- Ventiladores: Para su selección es necesario conocer las pérdidas producidas en cada componente del climatizador, así como las del circuito de conductos al cual está conectada. En el punto 8.6 “*Selección de ventiladores*” se ha indicado el modo de selección y los ventiladores escogidos.



Los datos técnicos de los equipos seleccionados se pueden consultar en el “Anexo-Catálogos”

### **8.3 CONDICIONES DE IMPULSIÓN**

Las condiciones de impulsión son las características que debe tener el aire, tanto de caudal y de temperatura, en la salida de los difusores.

El cálculo se realizara con la carga máxima en cada local, como el resto de unidades terminales.

Para garantizar un confort adecuado ha sido necesario limitar tanto la velocidad de impulsión, como la temperatura. Una alta velocidad, además de llegar a producir más nivel de ruido, resulta molesta al producirse corrientes de aire. Una diferencia de temperaturas alta entre la temperatura del local y la de impulsión, produce también una reducción del confort.

En régimen de verano el aire de impulsión estará en torno a 24°C. Esta diferencia de 2-3 °C con el aire de los locales supone una ayuda al sistema de suelo radiante para que sea capaz de cubrir toda la demanda.

A continuación se va a explicar el procedimiento seguido para calcular las condiciones de impulsión en cada uno de los locales.

Se ha partido del cálculo de los caudales en verano, debido a que en refrigeración se dan los caudales máximos ya que, además del caudal de ventilación, se deberá aportar la demanda que el suelo refrescante no llega a cubrir.

El caudal se calculara mediante la siguiente ecuación:



$$Caudal = \frac{(Q_{lat} + Q_{sen})_{int}}{\Delta h}$$

En verano existe carga latente y carga sensible. A la carga sensible se le resta la que cubre el suelo refrescante, resultando valores muy bajos de Factor de Calor Sensible (FCS)

Se ha ido variando el salto entálpico que se le debe de proporcionar al aire de modo que el caudal obtenido sea mayor que el mínimo de ventilación, pero no en exceso, y procurando que el salto entálpico fijado no produzca un salto de temperaturas excesivo que reduzca el confort.

Los caudales para invierno serán los mismos que en verano.

En invierno se impulsará aire a la temperatura interior de 20°C y las cargas interiores de los locales se combatirán en su totalidad con el sistema de suelo radiante que proporciona mayor confort a los ocupantes.

Todos los locales que componen una misma zona, tienen características ambientales semejantes, así que las condiciones finales de cada local serán adecuadas.

Los cálculos de las condiciones de impulsión para cada zona se pueden consultar en el Anexo 6. “*Condiciones de impulsión*”.

#### **8.4 DIFUSORES DE IMPULSIÓN Y RETORNO**

Se ha seleccionado difusores rotacionales, tanto para impulsión como para retorno, debido a sus buenas propiedades inductivas, reduciendo así las velocidades de aire. Además consiguen una buena mezcla del aire de impulsión con el aire del local, proporcionando una temperatura uniforme y garantizando el confort de los usuarios.



Los difusores de impulsión a instalar serán los de Luftec Schako modelo DQJA-SQ-Z de diferentes tamaños, dependiendo el caudal a suministrar. Con estos difusores es posible proporcionar un caudal de aire entre 150 y 3000 m<sup>3</sup>/h. En la selección se ha considerado la emisión de ruido, manteniendo un nivel menor de 40-50 dB.

TABLA DE SELECCIÓN											
TAMAÑO	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Pot. Sonora Lwa [dB(A)]	Pérd. Carga $\Delta Pt$ (Pa)	Vel. Media (m/s)	Distancia x (m)	Caida Vertical y (m)	Radio crítico $X_{cr}$ (m)	Máx. penetración Yh (m)	$\Delta to$	Coef. Temp. $\Delta tx / \Delta to$	I. Inducción i
310	325	42	56	0,101	2,50	1,20	2,08	4,77	10	0,034	63,03
	250	35	32	0,092	2,00	1,20	1,64	3,62	10	0,040	52,61
	170	25	14	0,071	1,50	1,20	1,16	2,41	10	0,056	42,59
400	380	42	59	0,092	2,50	1,20	1,88	4,12	10	0,032	64,24
	295	35	35	0,087	2,00	1,20	1,50	3,42	10	0,038	53,73
	200	25	16	0,070	1,50	1,20	1,06	2,57	10	0,047	43,60
500	730	42	36	0,093	2,50	1,20	2,19	3,54	10	0,050	41,43
	550	35	21	0,088	2,00	1,20	1,70	2,67	10	0,060	34,63
	380	25	10	0,079	1,50	1,20	1,22	1,85	10	0,074	28,08
600	1000	42	46	0,124	2,50	1,20	2,22	2,66	10	0,063	32,59
	750	35	26	0,114	2,00	1,20	1,75	2,11	10	0,076	27,20
	500	25	25	0,095	1,50	1,20	1,22	1,49	10	0,094	22,02
800	1600	42	37	0,103	2,50	1,20	2,30	2,89	10	0,081	25,16
	1250	35	22	0,098	2,00	1,20	1,85	2,31	10	0,095	21,56
	900	25	11	0,089	1,50	1,20	1,38	1,70	10	0,114	18,00

Los difusores de retorno a instalar serán de Luftec Schako modelo DQJA-SQ-A, sin lamas reflectoras aerodinámicas. El caudal circulante por estos difusores será un 10% menos que el caudal de impulsión, para sobrepresionar el edificio, con el objetivo de evitar infiltraciones.

Las características de los difusores seleccionados puede consultarse en el “Anexo-Catálogos”

En la zona de habitaciones se han escogido mayores tamaños en comparación al tamaño que les correspondería por caudal, para emitir el mínimo nivel de ruido posible.



Para la distribución de los difusores, se ha intentado su instalación en la zona central de los locales, en el caso de que el espacio solo disponga de un difusor. En los locales con un alto caudal de aire, se han instalado varios difusores, distribuyéndolos de la forma mas homogénea posible, y procurando instalarlos sin obstáculos cercanos y con una cierta separación entre ellos para que la vena de aire pueda recorrer el mayor espacio posible.

La ubicación de los diferentes difusores puede consultarse en los planos 07 y 08.

## **8.5 RED DE CONDUCTOS**

La red de conductos es la encargada de transportar el aire de ventilación y de extracción por el edificio con el objetivo de que el aire presente unas propiedades adecuadas para crear un entorno confortable a los usuarios de los locales.

La velocidad del aire en el espacio ha de ser la adecuada, para que no cree molestias a los ocupantes de la sala. Se ha diseñado para que el movimiento de aire sea deseable.

El nivel sonoro de los difusores ha de estar limitado para mantener el nivel de confort exigido.

Para evitar infiltraciones se ha creado una ligera sobrepresión en el interior de los locales, retornando un 10% menos que el caudal de impulsión.

Siempre que sea posible, instalaremos los conductos de mayores secciones, siendo los redondos los preferenciales ya que tienen menos perdida de carga lineal, lo que favorece el ahorro en los ventiladores de las climatizadoras, y reducen el nivel sonoro.



Los conductos seleccionados son de geometría circular, ya que se dispone de espacio suficiente, de chapa galvanizada, ya que ofrece mejores características a pesar que encarece la instalación.

Por las características constructivas del edificio, los conductos no podrán sobrepasar una altura de 900 mm en zonas de falso techo habitable. En zonas técnicas no existe limitación de altura.

El soporte de los circuitos se realizará con elementos comerciales, de manera que se garanticen la sujeción de los tramos y minimicen la vibración de estos.

El sistema de distribución consta de 4 circuitos, según la zonificación realizada.

### 8.5.1 Dimensionado de red de conductos

Para realizar el cálculo de los conductos, se ha seguido las recomendaciones del DTIE 5.01. Se ha utilizado el "Método de pérdida de carga constante" Este método se basa en fijar para todos los tramos de la red, una pérdida de carga lineal de valor aproximado de 1 Pa/m.

Las pérdidas de carga se han calculado con la ecuación recomendada por la DTIE 5.01 para aire húmedo en el rango de temperaturas que se emplea en climatización:

$$P_A - P_B = \alpha 14,1 \cdot 10^{-3} L \frac{v^{1,82}}{D_H^{1,22}}$$

Para conductos de chapa galvanizada el valor del coeficiente adimensional  $\alpha$  es de 0.9 según se indica en la DTIE 5.01.

Según la DTIE 5.01 la velocidad recomendada en edificios residenciales para que el nivel de ruido sea aceptable es de 3m/s .Debido a que en un albergue no es necesario un nivel de confort tan elevado como pudiera ser un hospital o un espacio más exigente, y que además el edificio alberga diferentes tipos de espacios, como un



restaurante o una sala de mantenimiento, se ha decidido aumentar la limitación de velocidad a 6 m/s. Debido al alto caudal que circula por los conductos de la zona de servicios, este límite es sobrepasado en algunos conductos del vestíbulo como excepción.

La pérdida de carga en cada ramal sólo se realizará para el recorrido más largo, que se entiende como el más desfavorable, donde la pérdida de carga será mayor. De esta forma se asegura el suministro a los difusores más cercanos.

El procedimiento general será el siguiente:

- 1) Se fija un tipo de conducto y con un diámetro normalizado
- 2) Se introduce el caudal de impulsión calculado en Anexo 6. "*Condiciones de impulsión*", y la longitud del conducto.
- 3) Se comprueba que la velocidad no supera el límite establecido de 6 m/s
- 4) Se comprueba que la pérdida de carga lineal no supere el límite establecido de 1 Pa/s

El procedimiento se ha llevado a cabo con la ayuda de la herramienta "Solver" de la hoja de cálculo Excel de Microsoft Office.

El cálculo de las dimensiones de cada conducto y velocidad se puede consultar en el Anexo 8. "*Cálculo de conductos*". La numeración seguida es la que se puede observar en los planos 07 y 08.

La ejecución de los conductos se realizará según las indicaciones de los planos 07 y 08. Si se presentan inconvenientes a la hora de la instalación, serán solucionados a criterio del técnico instalador.



Será necesario realizar un equilibrado de la instalación mediante la introducción de pérdidas de carga mediante rejillas, para que los caudales circulantes por cada rama sean los deseados.

### **8.5.2. Pérdidas de carga singulares en los conductos**

Para el cálculo de los ventiladores de las climatizadoras será necesario determinar, una vez dimensionados, la pérdida de cargas en los conductos.

Las derivaciones y los codos se realizarán con radio constante igual al ancho del conducto.

La pérdida de carga en singularidades se calculará mediante la siguiente expresión facilitada en la DTIE 5.01, siendo  $v$  la velocidad de paso del aire por el conducto y  $C$  una constante característica de la singularidad proporcionada en tablas de la misma DTIE, para cada caso:

$$P_A - P_B = 9,63 \cdot C \cdot \frac{v^2}{16}$$

En las derivaciones con constante  $C$  negativa se ha considerado nula para dimensionarlos para el caso más desfavorable.

Las pérdidas en singularidades y lineales en toda la red de conductos puede consultarse en el Anexo 8. "*Cálculo de conductos*"

## **8.6. SELECCIÓN DE VENTILADORES**



Para la selección de los ventiladores de cada UTA es necesario conocer la pérdida de carga en la red, en el difusor y en todos los componentes de la climatizadora.

Se muestran a continuación las pérdidas tanto en impulsión como en la extracción de las cuatro unidades de tratamiento de aire existentes en la instalación. Hay que considerar que, a pesar de que se ha seleccionado diferentes modelos de baterías, el modelo escogido finalmente dependerá de cómo el fabricante soluciona el problema de las temperaturas a las que está diseñada la impulsión de agua en el presente proyecto.

<b>UTA HABIT.</b>	<b>Ap [Pa]</b>	<b>MODELO</b>	<b>MOTOR [KW]</b>
<b>VENTILADOR IMP</b>	903,68	CL07708	3
<b>VENTILADOR RET</b>	633,80	CL07618	2,2

<b>UTA ADMIN.</b>	<b>Ap [Pa]</b>	<b>MODELO</b>	<b>MOTOR [KW]</b>
<b>VENTILADOR IMP</b>	893,64	CL07694	2,2
<b>VENTILADOR RET</b>	639,03	CL07617	1,5

<b>UTA S.PROYCC.</b>	<b>Ap [Pa]</b>	<b>MODELO</b>	<b>MOTOR [KW]</b>
<b>VENTILADOR IMP</b>	878,09	CL07693	2,2
<b>VENTILADOR RET</b>	638,78	CL07543	1,1



## **9. RED DE TUBERÍAS**

La red de tuberías permite el transporte del fluido caloportador, desde la central de producción hasta los elementos terminales.

El transporte del fluido caloportador será desde la sala de máquinas, donde se dispone la central de producción, hasta los climatizadores y los colectores de suelo radiante.

Se ha seleccionado tuberías de acero galvanizado para el transporte de agua desde la máquina de producción, hasta los climatizadores y los colectores de suelo radiante. Se considera una rugosidad de 0.15

### **9.1 MÉTODO DE CÁLCULO DE REDES DE TUBERÍAS**

Se ha seguido el procedimiento descrito en la DTIE 4.01, “Tuberías, cálculo de las pérdidas de presión y criterios de diseño”.

Las máximas pérdidas admisibles serán 200 Pa/m y la velocidad máxima se establece en 1,2 m/s para evitar ruidos.

Se considera flujo turbulento, en el cual las pérdidas de carga lineales vienen definidas por la siguiente expresión:

$$\Delta P_f = f \cdot \frac{L}{D_H} \cdot \frac{\rho \cdot v_m^2}{2} \quad \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log\left(\frac{\varepsilon/D}{3,71}\right)$$

Se procede de la siguiente manera:

1. Se fija la pérdida lineal de carga en 200 Pa/m y la velocidad máxima en 1.2 m/s



2. Se introducen los caudales que van por cada circuito
  - Climatizadores: El caudal en cada UTA se ha calculado en el “Anexo 7. *“Potencias de baterías de UTAS”*”
  - Suelo radiante: El caudal para cada colector se ha calculado en el Anexo 5. *“Suelo radiante / refrescante”*
3. Con ambos parámetros de diseño seleccionados se define el diámetro para una velocidad de 1.2 m/s, despejamos el mismo en la expresión que define el caudal, obteniendo la siguiente ecuación:

$$D_v = \left( \frac{4q}{\pi v} \right)^{0,5} * 1000$$

4. Con la herramienta Solver de la hoja de cálculo Excel de Microsoft Office, se estima un diámetro que cumpla las siguientes condiciones:
  - Que sea mayor o igual a  $D_v$
  - Que la pérdida de presión lineal obtenida sea menor o igual a 200 Pa/s
5. Se introduce el diámetro comercial inmediatamente mayor que el que se ha calculado en la iteración y se recalcula la velocidad y caída de presión automáticamente.
6. Para el cálculo de las Longitudes equivalentes de cada tramo, se han consultado las tablas del anexo 3 de la DTIE 4.01 *“Tubería, cálculo de la pérdida de presión y criterios de diseño.”*

Los diámetros seleccionados para cada ramal se pueden consultar en el Anexo 9. *“Cálculo de tuberías”*



## 9.2 PÉRDIDAS EN SINGULARIDADES

En el proyecto de Norma prEN 806-3, se dan una serie de valores de pérdidas de carga para los tipos de accesorios. En ella se indica el valor de coeficiente K con el que se calcula la pérdida de carga en singularidades según la siguiente expresión:

$$\Delta P_{\text{sing}} = K \cdot \frac{v^2 \cdot \rho}{2}$$

## 9.3 CIRCUITO CLIMATIZADORES

Se han calculado las cargas totales en cada uno de las tuberías de los diferentes climatizadores, tanto para invierno como para verano.

Para el cálculo de la bomba, se escogerá el circuito más desfavorable, puesto que estos están en paralelo.

Las tuberías proyectadas son las siguientes:

Ramas	DN
UTA HABT. Refrig.	25
UTA SERV. Refrig.	50
UTA ADMIN. Refrig.	25
UTA PROY. Refrig.	25
UTA HABT. Calif.	40
UTA SERV. Calif.	80
UTA ADMIN. Calif.	40
UTA PROY. Calif.	32

Los cálculos realizados se pueden consultar en el Anexo 9. “Cálculo de tuberías”



## 9.4 CIRCUITOS A COLECTORES

Se ha calculado la pérdida de carga hasta cada uno de los colectores. Para ello se utilizara tubería galvanizada con rugosidad 0.15.

Teniendo en cuenta el caudal que debe transportar cada colector, se han escogido los siguientes diámetros comerciales para no sobrepasar los 200 Pa/m.

Ramas	Q [l/s]	DN
ARC1	1,11	50
ARC2	0,567	40
ARC3	0,485	32
ARC4	0,266	25
ARC5	0,627	40
ARC6	0,14	20
ARC7	0,239	25
ARC AUX 1	0,81	40
ARC AUX 2	0,34	32

Las tuberías emisoras son de material de polietileno reticulado por el método Engel con barrera antidifusión de oxígeno. El fabricante no indica la rugosidad, pero se ha tomado el valor de 0.007 considerando una tubería de PVC. Las tuberías emisoras con un caudal mayor o igual que 0.12 l/s, serán de 20 mm para evitar pérdidas. El resto será de 16 mm.

Los diámetros seleccionados para cada circuito se pueden ver en el Anexo 9. “Cálculo de tuberías”.



## 9.5 GRUPOS DE IMPULSIÓN

Las bombas seleccionadas deben ser capaces de compensar la caída de presión de la red para que el fluido caloportador se reparta uniformemente, llegando de ésta manera a todos los ramales la red.

Para el dimensionado de las bombas de impulsión se escoge el ramal mas desfavorable para cada red.

Para la protección de los equipos de impulsión se debe instalar una válvula antirretorno en la impulsión, de tal forma que impida el retroceso del liquido en sentido contrario.

### 9.5.1 Bombas de impulsión para circuito a UTAS

Los cálculos de las pérdidas en cada circuito pueden consultarse en el Anexo 9. “Cálculo de tuberías”

El climatizador permite la posibilidad de realizar la instalación a cuatro tubos, así que se ha calculado la perdida de carga para ambos circuitos, de modo que se asegure el suministro de presión en ambos.

El caudale total que puede llegar a estar circulando por los cuatro climatizadores y las pérdidas en el circuito más desfavorable de cada régimen, son las siguientes:

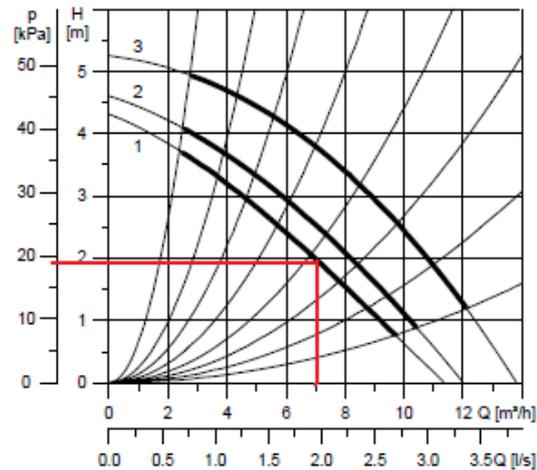
	$\Delta P$ [kPa]	Valvula [kPa]	TOTAL [kPa]	Caudal [l/s]
<b>REFRIGERACION</b>	24,28	5	29,28	2,086
<b>CALEFACCION</b>	18,51	5	23,51	5,173

Se ha tenido en cuenta una pérdida de 5 kPa en la válvula antirretorno.

Se ha seleccionado una bomba de UPSD 32-60 F de la marca Grundfos. Se trata de una bomba doble centrifuga, de rotor húmedo que es capaz de funcionar en rangos de temperatura de -10 °C - +120°C. La conexión será DN32.



### UPS 32-60 F 220, UPSD 32-60 F 220



#### 9.5.2 Bomba de impulsión para suelo radiante

Se ha calculado la pérdida de carga en todos los circuitos de suelo radiante, obteniéndose la mayor pérdida en “Sanitario Hombres 1” con 88.93 kPa. A estas pérdidas habrá que sumarle la de conexión al colector, tramo por el cual circula toda la suma de caudales del colector arc3, que es 0.485 l/s.

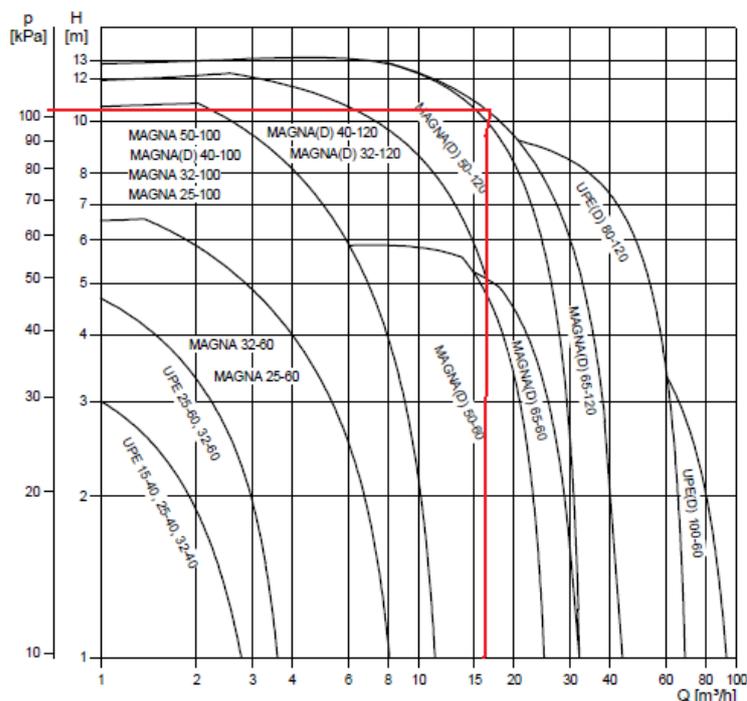
TOTAL PERDIDAS	kPa
CIRCUITO	88,93
CONEXIÓN	13
COLECTOR	0,7
VALVULA EQUILIBRADO	1
VALVULA DE CORTE	1

104,63 kPa

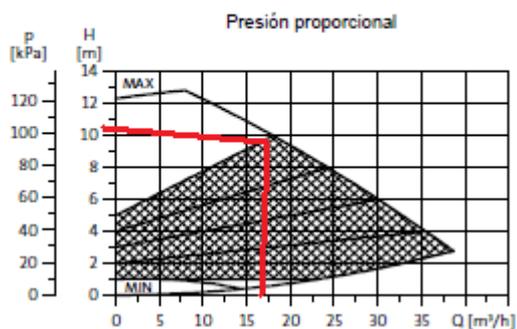
Los cálculos se muestran en el Anexo 9. “Cálculo de tuberías”

Con esta pérdida, y el caudal circulante total en todos los circuitos, se selecciona la bomba de impulsión.

Esta será doble, para protegernos ante posibles averías, y deberá permitir un caudal variable, para adaptarnos a cualquier situación.



**MAGNA D 65-120 F**



Escogeremos del fabricante Grundfos la MAGNA D 65-120 F



## **10. AISLAMIENTO**

Debido a que nuestra instalación tiene determinados conductos que, por condiciones de ventilación deben de hacer circular un caudal elevado de aire, lo cual produce altas velocidades en su interior, con su respectiva molestia sonora, es conveniente aislar tanto térmica como acústicamente la red de conductos.

Para el aislamiento de las tuberías se ha empleado un aislamiento térmico flexible resistente a la difusión del vapor de agua, de baja conductividad térmica (0,039 W/mK) y con buenas propiedades de atenuación acústica (hasta 30 dB), fabricado con espuma elastomérica a base de caucho sintético; el aislante instalado es ARMAFLEX AC o similar.

Para el aislamiento de los conductos de chapa se ha utilizado un aislamiento a base de mantas de lana de vidrio para colocar en el lado exterior del conducto, estas mantas incorporan un revestimiento de aluminio que actúa como barrera de vapor. Este tipo de aislamiento disminuye la transmisión de calor a través de los conductos y disminuye los ruidos debidos a la circulación de aire por el interior de los mismos.

Los espesores de los revestimientos en el aislamiento térmico de las conducciones deben cumplir las exigencias establecidas en el apéndice 03.1 del RITE.



## **11. MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA**

Como se ha indicado en el punto 5.4, el PANER pretende lograr una reducción del 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero, llegar a una cuota del 20% de energías renovables en el consumo final y conseguir un ahorro del 20% en la demanda futura de energía de aquí al año 2020.

El RITE forma parte de este Plan de acción de la estrategia de ahorro y eficiencia energética en España, y su continua aplicación en este proyecto contribuirá a alcanzar los objetivos establecidos comentados anteriormente.

La opción elegida para el sistema de producción, por un lado colabora en la utilización de energías renovables según la directiva europea 1232321, y por otro lado resulta un sistema altamente eficiente, que proporciona altos rendimientos, reduciendo el consumo energético.

La selección de un foco exterior con una temperatura estable, como lo es el subsuelo, también ha favorecido el aumento del rendimiento obtenido, consiguiendo valores que proporcionan una mayor eficiencia que otros sistemas.

Debido a los altos caudales de ventilación en el presente proyecto, se han implementado varias medidas de ahorro en este aspecto, como recuperadores de calor, módulos de free-cooling y recirculamiento de aire.

La introducción de estas medidas, y las que se puntualizan más adelante, proporcionan un ahorro en el consumo eléctrico, lo que no solo se traduce en un ahorro económico, sino que también producirá una reducción de emisiones de gases contaminantes producidos al generar dicha electricidad en las centrales de producción.



Uno de esos gases contaminantes es el CO<sub>2</sub>. En el estudio de alternativas se ha indicado la producción de este gas según la tecnología utilizada. Este ha sido también uno de los criterios seguidos para la selección del sistema de producción.

### **11.1 MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA IMPLEMENTADAS:**

- Sistema de producción con bomba de calor acoplada con el terreno: Como ya se ha comentado, el aprovechamiento de la energía gratuita subterránea, favorece un ahorro de energía notable, además de considerarse en parte, renovable. Además, el foco exterior se mantiene a una temperatura estable, por lo aumenta el rendimiento.
- Temperaturas interiores de diseño: Se ha dimensionado la instalación para unas temperaturas moderadas, 20 °C en invierno y 27 °C en verano, con las que se consigue una importante disminución de la demanda térmica del edificio, como se puede ver en la grafica del punto 4.3. Estas temperaturas continúan asegurando un confort aceptable y consiguen un importante ahorro sobre la demanda máxima.
- La instalación de un recuperador de calor estático ha permitido un ahorro de 40 kW sobre la demanda máxima de verano e invierno
- Free-Cooling: Debido a las temperaturas favorables en verano, va resultar una medida de ahorro muy importante en el funcionamiento de la instalación, a pesar que su cuantificación virtual resulta muy complicada.
- Suelo radiante: Vencer las cargas térmicas con agua resulta mucho mas eficiente que con aire, debido a que el agua mantiene una temperatura mas estable a lo largo del año, y además se requiere menos energía para calentar/enfriar agua que aire.



- La instalación se ha dimensionado para producir agua a 36°C en invierno y 13° en verano, lo que hace que los focos interiores y exteriores del ciclo térmico que se da en la bomba de calor, se aproximen, aumentando de tal forma el rendimiento de la máquina de producción.
- La instalación de suelo radiante exige la colocación del panel aislante, que favorece la transmitancia térmica del suelo.
- Lambas verticales: La instalación de lambas verticales en algunas ventanas, reduce el factor solar. Dicho ahorro no es muy elevado, debido al bajo porcentaje de huecos de la instalación.
- Utilización de marcos de madera para ventanas, en vez de marcos de aluminio. Se consigue una menor transmitancia del hueco, consiguiendo los ahorros energéticos sobre la demanda máxima indicados en el punto 3.4

## 11.2 COLABORACIÓN CON EL PANER

Como se ha comentado en el punto 5.4, parte de la energía producida por la bomba de calor proyectada se va a considerar renovable, ayudando así al cumplimiento de los objetivos energéticos marcados en el PANER.

El rendimiento obtenido en las condiciones de funcionamiento ha sido

El rendimiento por obtenido al aplicar la norma UNE

Comprobamos si:  $SPF > 1.15 - 1/\eta$

Considerando un  $\eta = 47\%$  como media europea, obtenemos que:  $8.07 > 2.12$

Por lo tanto, de la energía que consume la bomba de calor, se considera renovable la siguiente:

Rubén Marzo Limeres



$$E_{renovable} = 79.21 \cdot \left(1 - \frac{1}{8,07}\right) = 69.39 \text{ kW}$$





Universidad  
de Zaragoza

Universidad de Zaragoza

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica  
Industrial



# PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN DE UN ALBERGUE JUVENIL

## Anexos

**Autor:** Rubén Marzo Limeres

**Convocatoria:** Septiembre 2011

**Directores:** Belén Zalba y Ana Lázaro

**Especialidad:** Mecánica



## **ÍNDICE**

1. ANEXO 1. CERRAMIENTOS .....	01
2. ANEXO 2. OPCIÓN SIMPLIFICADA .....	09
3. ANEXO 3. CARGAS TÉRMICAS .....	12
4. ANEXO 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS .....	62
5. ANEXO 5. SUELO RADIANTE / REFRESCANTE .....	72
6. ANEXO 6. CONDICIONES DE IMPULSIÓN .....	79
7. ANEXO 7. POTENCIA DE BATERIAS .....	83
8. ANEXO 8. CÁLCULO DE CONDUCTOS .....	89
9. ANEXO 9. CÁLCULO DE TUBERÍAS .....	98



## **ANEXO 1 - CERRAMIENTOS**

### **Calculo de cerramientos opacos**

Los coeficientes de transmitancia térmica de los elementos constructivos se han calculado de acuerdo a la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Donde:

- U: Transmitancia Térmica (W/m<sup>2</sup>K)
- RT: Resistencia Térmica del componente constructivo (m<sup>2</sup>K/W).

La resistencia térmica total del elemento constructivo es:

$$R_T = R_{si} + R_{se} + \sum R_i$$

Donde:

- Rsi: Resistencia superficial interior (m<sup>2</sup>K /W).
- Rse: Resistencia superficial exterior (m<sup>2</sup>K /W).
- Ambos son función de:
  - Posición del cerramiento (vertical u horizontal).
  - Sentido del flujo de calor (horizontal, ascendente o descendente).
  - Situación del cerramiento (al interior o al exterior).
- Ri: Resistencia térmica de componente del elemento constructivo (m<sup>2</sup>K /W).

A su vez, la resistencia térmica de cada componente del elemento constructivo se calcula como:



$$R_i = \frac{L_i}{\lambda_i}$$

Donde:

- $L_i$ : Espesor del componente constructivo (m).
- $\lambda$ : Conductividad térmica del componente constructivo (W/m<sup>2</sup>K).

Con estas expresiones se han calculado las transmitancias de todos los cerramientos que se muestran a continuación.(Consultar en la Memoria el modo de hallar la transmitancia de los muros interiores):

<b>Cerramiento: Cubierta (CU)</b>				
<b>Capa</b>	<b>Material</b>	<b>Espesor (cm)</b>	<b>Conductividad d (W/mK)</b>	<b>Resistividad (m<sup>2</sup>K/W)</b>
Aire exterior				0,040
Capa 1	BH aligerado macizo	15,000	0,300	0,833
Capa 2	Mortero de cemento (1600<p<1800)	2,000	1,000	0,020
Capa 3	EPS Poliestireno expandido	5,000	0,029	1,724
Capa 4	Mortero de cemento (1600<p<1800)	2,000	1,000	0,020
Capa 5	Hormigón en masa	1,000	1,650	0,006
Capa 6	FU entrevigado hormigón	30,000	1,064	0,282
Capa 7	Enlucido Aislante	10,000	0,300	0,333
Aire interior				0,100
<b>TOTAL</b>		65,00	<b>Rt</b>	3,36
			<b>K</b>	0,298



<b>Cerramiento: Muro exterior (ME)</b>				
Capa	Material	Espesor (cm)	Conductividad (W/mK)	Resistividad (m <sup>2</sup> K/W)
Aire exterior				0,040
Capa 1	Mortero de cemento (1600<p<1800)	1,000	1,000	0,010
Capa 2	Ladrillo perforado LP (ladrillo gero)	12,000	0,350	0,343
Capa 3	Mortero de cemento (1600<p<1800)	0,500	1,000	0,005
Capa 4	Espuma rígida de Poliuretano (PUR)	10,000	0,035	2,857
Capa 5	Cámara de aire	3,000	-	0,160
Capa 6	Tabicación de LH doble (60mm<E<90mm)	7,000	-	0,160
Capa 7	Placa de yeso (750<p<900)	1,500	0,250	0,060
Aire interior				0,130
<b>TOTAL</b>		35,00	<b>Rt</b>	3,77
			<b>K</b>	0,266

<b>Cerramiento: Muros interiores (MI)</b>				
Capa	Material	Espesor (cm)	Conductividad (W/mK)	Resistividad (m <sup>2</sup> K/W)
Aire exterior				0,130
Capa 1	Mortero de cemento (1600<p<1800)	2,000	1,000	0,020
Capa 2	Ladrillo perforado LP (ladrillo gero)	12,000	0,350	0,343
Capa 3	Espuma rígida de Poliuretano (PUR)	1,000	0,035	0,286
Capa 4	Enlucido de cemento	2,000	0,570	0,035
Aire interior				0,130
<b>TOTAL</b>		17,00	<b>Rt</b>	0,94
		<b>b = 0,37</b>	<b>K</b>	0,392



<b>Cerramiento: Suelo</b>				
Capa	Material	Espesor (cm)	Conductividad (W/mK)	Resistividad (m <sup>2</sup> K/W)
Aire exterior				0,040
Capa 1	Gres	1,500	0,800	0,019
Capa 2	Mortero de cemento (1600<p<1800)	4,000	1,200	0,033
Capa 3	Panel aislante (suelo radiante)	2,200	0,040	0,550
Capa 4	PVC + 40% plastificantes	0,500	0,140	0,036
Capa 5	Mortero de cemento (1600<p<1800)	4,000	1,200	0,033
Capa 6	Espuma de polietileno	0,500	0,050	0,100
Capa 7	FU entrevigado ceramico	21,000	0,301	0,698
Capa 8	Mortero de cemento (1600<p<1800)	5,000	1,000	0,050
Aire interior				0,170
<b>TOTAL</b>		<b>37,20</b>	<b>Rt</b>	<b>1,73</b>
			<b>K</b>	<b>0,578</b>

### Calculo de huecos

La transmitancia térmica de los huecos ha sido calculada con la siguiente expresión:

$$U = (1-FM) U_v + FM \cdot U_m,$$

Donde:

- $U_v$  es la transmitancia térmica de la parte semitransparente
- $U_m$  es la transmitancia térmica del marco
- $FM$  es la fracción del hueco ocupada por el marco

A continuación se muestran los resultados, tanto para marcos de aluminio, como para marcos de madera.



Tipo	Area	Acristalamiento	Mm	Umarco	Uvidrio	FM	Uhueco
V1	2,88	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	5,7	2,8	0,15	3,235
V2	3	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	5,7	2,8	0,15	3,235
V3	1,125	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	5,7	2,8	0,15	3,235
V4	3,15	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	5,7	2,8	0,15	3,235
V5	3,6	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	5,7	2,8	0,15	3,235
V6	1,35	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	5,7	2,8	0,15	3,235
V7	4,55	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	5,7	2,8	0,15	3,235

Tipo		Acristalamiento	Mm	Um	Umat	FM	Uhueco
P1	15,63	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	5,7	2,8	0,2	3,38
P2	31,24	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	5,7	2,8	0,2	3,38
P3	2,875	Metálica	Metálica	5,7	5,7	1	5,7
P4	5,45	Metálica	Metálica	5,7	5,7	1	5,7
P5	4,5	Madera	Madera	2,2	2,2	1	2,2
P6	3	Metálica	Metálica	2,2	2,2	1	2,2



Tipo	Area	Acristalamiento	Mm	Umarco	Uvidrio	FM	Uhueco
V1	2,88	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	2,2	2,8	0,15	2,71
V2	3	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	2,2	2,8	0,15	2,71
V3	1,125	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	2,2	2,8	0,15	2,71
V4	3,15	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	2,2	2,8	0,15	2,71
V5	3,6	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	2,2	2,8	0,15	2,71
V6	1,35	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	2,2	2,8	0,15	2,71
V7	4,55	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	2,2	2,8	0,15	2,71

Tipo		Acristalamiento	Mm	Um	Umat	FM	Uhueco
P1	15,63	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	2,2	2,8	0,2	2,68
P2	31,24	Acristalamiento doble con cámara de aire (5/12/5 mm) (x3)	Aluminio	2,2	2,8	0,2	2,68
P3	2,875	Metálica	Metálica	5,7	5,7	1	5,7
P4	5,45	Metálica	Metálica	5,7	5,7	1	5,7
P5	4,5	Madera	Madera	2,2	2,2	1	2,2
P6	3	Metálica	Metálica	2,2	2,2	1	2,2



### Calculo del Factor solar modificado

El factor solar modificado en el hueco  $F_H$  se determinará utilizando la siguiente expresión:

$$F = F_s \cdot [ (1-FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha ] , \text{ siendo:}$$

- **F<sub>s</sub>**: el factor de sombra del hueco o lucernario obtenido de tablas en función del dispositivo de sombra. En el edificio existen algunos huecos con lamas verticales. Se ha considerado que su ángulo de inclinación es 30°, por lo que los valores escogidos, en función de la orientación, serán los remarcados.

		ANGULO DE INCLINACIÓN ( $\sigma$ )							
		-60	-45	-30	0	30	45	60	
	ORIENTACIÓN	SUR	0,37	0,44	0,49	0,53	0,47	0,41	0,32
		SURESTE	0,46	0,53	0,56	0,56	0,47	0,40	0,30
		ESTE	0,39	0,47	0,54	0,63	0,55	0,45	0,32
		OESTE	0,44	0,52	0,58	0,63	0,50	0,41	0,29
		SUROESTE	0,38	0,44	0,50	0,56	0,53	0,48	0,38

- **FM**: la fracción del hueco ocupada por el marco = 0,15
- **g<sub>⊥</sub>**: el factor solar de la parte semitransparente del hueco = 0,75 W/m<sup>2</sup> K
- **U<sub>m</sub>**: transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario = 3,2 W/m<sup>2</sup> K
- **α**: la absorptividad del marco obtenida de la tabla E.10 del documento HE1 “Limitación de la demanda energética” del Código Técnico de la Edificación en función de su color. En este caso el marco es de color gris, que se puede considerar un tono medio, por lo que la absorptividad toma el valor de 0,4.



Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	---
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	---
Negro	---	0,96	---

Primero se ha calculado el factor solar sin tener en cuenta el factor de sombra  $F_s$ . En las fichas de cargas térmicas de cada local, se ha realizado este último cálculo. Se pueden consultar en el "Anexo 3. Cargas térmicas"

Gris claro

Tipo	Mm	Umarco	FM	Absortividad	Uhueco	g	Fh
V1	Aluminio	2,2	0,15	0,4	2,71	0,75	0,643
V2	Aluminio	2,2	0,15	0,4	2,71	0,75	0,643
V3	Aluminio	2,2	0,15	0,4	2,71	0,75	0,643
V4	Aluminio	2,2	0,15	0,4	2,71	0,75	0,643
V5	Aluminio	2,2	0,15	0,4	2,71	0,75	0,643
V6	Aluminio	2,2	0,15	0,4	2,71	0,75	0,643
V7	Aluminio	2,2	0,15	0,4	2,71	0,75	0,643

Tipo	Mm	Um	FM	Absortividad	Uhueco	g	Fh
P1	Aluminio	2,2	0,2	0,4	2,68	0,75	0,607
P2	Aluminio	2,2	0,2	0,4	2,68	0,75	0,607

Se indican, no obstante, los valores para las diferentes orientaciones:

	$F_s$	$F_h$
<b>S</b>	0,47	0,30
<b>SE</b>	0,47	0,30
<b>E</b>	0,55	0,35
<b>O</b>	0,5	0,32
<b>SO</b>	0,53	0,34
<b>RESTO</b>	1	0,64



## ANEXO 2. FICHAS JUSTIFICATIVAS. OPCIÓN

### SIMPLIFICADA

<b>ZONA CLIMÁTICA</b>	<b>E1</b>	
-----------------------	-----------	--

<b>MUROS (UMm) y (Utm)</b>						
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A.U (W/°K)	Resultados	
<b>N</b>	Muro exterior	444,90	0,27	118,17	A	444,90
					A.U	118,17
					U	0,27
<b>SE</b>	Muro exterior	240,72	0,27	63,94	A	240,72
					A.U	63,94
					U	0,27
<b>SO</b>	Muro exterior	211,03	0,27	56,05	A	211,03
					A.U	56,05
					U	0,27

<b>SUELOS (Usm)</b>						
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A.U (W/°K)	Resultados	
SUELO		1265,26	0,24	307,46	A	1265,26
					A.U	307,46
					U	0,24

<b>CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (Uc, FI)</b>						
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A.U (W/°K)	Resultados	
Cubierta		1265,26	0,13	162,17	A	1265,26
					A.U	162,17
					U	0,13

<b>HUECOS (UMm) y (Utm)</b>								
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	F	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A.U (W/°K)	A · F	Resultados	
<b>N</b>	Ventanas	97,58	0,64278	2,71	264,4418	62,7224724	A	97,58
	Marcos						A.U	264,442
	Puertas						U	2,71

Tipos		A (m <sup>2</sup> )	F	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A.U (W/°K)	A · F	Resultados	
<b>SE</b>		12	0,64278	2,71	32,52	7,71336	A	12
							A.U	32,52
							U	2,71
							Uhm=A·U/A	2,71
							Fhm=AF/A	
<b>SO</b>		53,75	0,64278	2,71	145,6625		A	53,75
							A.U	145,663
							U	2,71
							Uhm=A·U/A	2,71
							Fhm=AF/A	0,64278



ZONA CLIMÁTICA	E1	ZONA DE CARGA TÉRMICA	
<b>Cerramientos y particiones interiores de la envolvente</b>			
		U <sub>proy</sub>	U <sub>max</sub>
Muros de fachada		0,27	0,74
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables		0,21	0,74
Suelo		0,46	0,62
Cubiertas		0,30	0,46
Vidrios de huecos y lucernarios		2,80	3,1
Marcos de huecos y lucernarios		2,20	3,1
Medianerías		-	1
Particiones interiores		0,39	1,2

MUROS DE FACHADA		
	U <sub>proy</sub>	U <sub>lim</sub>
N	0,27	0,57
E	0,27	
O	0,27	
S	0,27	
SE	0,27	
SO	0,27	

HUECOS			
U <sub>h</sub>	U <sub>lim</sub>	F <sub>h</sub>	F <sub>lim</sub>
2,71	2,90	0,64	-
			-
			-
			-
2,71	3,10	0,64	-
2,71	3,10	0,64	-

SUELOS	
U <sub>t</sub>	U <sub>lim</sub>
0,46	0,48

CUBIERTAS	
U <sub>t</sub>	U <sub>lim</sub>
0,30	0,36



<b>CONDENSACIONES SUP Y INTERS. : Muros fachada y cubiertas</b>										
<b>Tipo</b>	<b>Condensaciones superficiales</b>		<b>Condensaciones intersiciales</b>							
	<b>fRsi ≥ fRmin</b>	<b>Pn ≤ Psat, n</b>	<b>Capa 1</b>	<b>Capa 2</b>	<b>Capa 3</b>	<b>Capa 4</b>	<b>Capa 5</b>	<b>Capa 6</b>	<b>Capa 7</b>	
<b>ME</b>	<b>FRsi</b>	0,934	<b>Psat,n</b>	635,00	722,51	723,87	1977,36	2084,56	2196,81	2240,25
	<b>FRsi min</b>	0,626	<b>P n</b>	603,52	709,35	722,58	1604,48	1604,48	1666,22	1671,51
<b>CU</b>	<b>FRsi</b>	0,926	<b>Psat,n</b>	896,88	904,24	1776,71	1790,12	1794,20	1993,27	2253,35
	<b>FRsi min</b>	0,626	<b>P n</b>	613,01	621,00	660,94	668,93	672,93	1631,56	1671,51



## **ANEXO 3. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS**

A continuación se muestran las cargas térmicas simultáneas calculadas según la metodología descrita en el documento “Memoria Descriptiva”, tanto en el régimen de verano (Azul) como en el de invierno (Rojo).

Destacar que aunque se muestren las cargas latentes negativas para refrigeración, se han despreciado en el sumatorio.



Local	Area [m2]	Tipo		Trans. por cond. conv.	Trans. por radiación	Ocupantes	Iluminación	Equipamiento	Cargas propia inst.	Mayoración de cargas	Ventilación (mayorada)
<b>Habitacion comunal 1</b>	108,8	Verano	Sensible	117	676	93	101	0	59	42	119
			Latente	0	0	213	0	0	0	9	-159
	Invierno		-2175	0	0	0	0	0	0	-1065	
<b>Habitacion comunal 2</b>	113,5	Verano	Sensible	117	676	93	101	0	59	42	119
			Latente	0	0	213	0	0	0	9	-159
	Invierno		-2175	0	0	0	0	0	0	-1065	
<b>Habitacion 3</b>	16,0	Verano	Sensible	50	454	31	15	0	33	23	76
			Latente	0	0	71	0	0	0	3	-102
	Invierno		-1324	0	0	0	0	0	0	-681	
<b>Habitacion 4</b>	16,0	Verano	Sensible	55	296	31	15	0	24	17	40
			Latente	0	0	71	0	0	0	3	-53
	Invierno		-1050	0	0	0	0	0	0	-355	
<b>Habitacion 5</b>	16,0	Verano	Sensible	55	296	31	15	0	24	17	40
			Latente	0	0	71	0	0	0	3	-53
	Invierno		-1050	0	0	0	0	0	0	-355	
<b>Habitacion 6</b>	16,0	Verano	Sensible	56	296	31	15	0	24	17	40
			Latente	0	0	71	0	0	0	3	-53
	Invierno		-1053	0	0	0	0	0	0	-355	
<b>Sala de descanso</b>	113,5	Verano	Sensible	97	811	310	347	100	100	71	380
			Latente	0	0	710	0	0	0	28	-509
	Invierno		-2721	0	0	0	0	0	0	-3549	
<b>Aula didactica</b>	86,9	Verano	Sensible	100	1930	690	97	250	184	130	593
			Latente	0	0	1170	0	0	0	47	-794
	Invierno		-3117	0	0	0	0	0	0	-5324	
<b>Salon de juegos</b>	86,9	Verano	Sensible	103	676	790	266	1410	195	138	253
			Latente	0	0	860	0	0	0	34	-339
	Invierno		-1823	0	0	0	0	0	0	-1823	
<b>Sanitarios Hombres 1</b>	47,7	Verano	Sensible	30	347	49	146	2025	154	109	40
			Latente	0	0	75	0	360	0	17	-53
	Invierno		-1274	0	0	0	0	0	0	-355	
<b>Sanitarios Mujer 1</b>	47,7	Verano	Sensible	26	752	49	146	2025	180	127	25
			Latente	0	0	75	0	360	0	17	-34
	Invierno		-2416	0	0	0	0	0	0	-227	
<b>Sanitarios hombre 2</b>	21,1	Verano	Sensible	31	603	49	65	0	45	32	25
			Latente	0	0	75	0	0	0	3	-34
	Invierno		-777	0	0	0	0	0	0	-227	
<b>Sanitarios Mujer 2</b>	21,1	Verano	Sensible	31	603	49	65	0	45	32	25
			Latente	0	0	75	0	0	0	3	-34
	Invierno		-777	0	0	0	0	0	0	-227	
<b>Vestibulo + Pasillos</b>	449,3	Verano	Sensible	828	5703	92	1375	0	480	339	79
			Latente	0	0	156	0	0	0	6	-106
	Invierno		-13220	0	0	0	0	0	0	-710	
<b>Restaurante</b>	226,1	Verano	Sensible	294	2230	920	692	1400	332	235	791
			Latente	0	0	1560	0	560	0	85	-1059
	Invierno		-5295	0	0	0	0	0	0	-7099	
<b>Cocina</b>	34,7	Verano	Sensible	39	338	387	106	1616	149	105	76
			Latente	0	0	294	0	123	0	17	-102
	Invierno		-1086	0	0	0	0	0	0	-681	



<b>Sala de proyecciones</b>	129,5	Verano	Sensible	-55	0	465	120	250	47	33	593
			Latente	0	0	1065	0	0	0	43	-794
	Invierno			-3885	0	0	0	0	0	0	-5324
<b>Pasillo 2</b>	68,1	Verano	Sensible	33	0	92	208	0	20	14	40
			Latente	0	0	156	0	0	0	6	-53
	Invierno			-609	0	0	0	0	0	0	-355
<b>Conserjeria</b>	15,5	Verano	Sensible	39	762	46	14	250	67	47	40
			Latente	0	0	78	0	0	0	3	-53
	Invierno			-765	0	0	0	0	0	0	-355
<b>Consultorio</b>	16,7	Verano	Sensible	-18	158	46	16	250	27	19	40
			Latente	0	0	78	0	0	0	3	-53
	Invierno			-1057	0	0	0	0	0	0	-355
<b>Mantenimiento</b>	16,7	Verano	Sensible	41	762	129	19	500	87	62	25
			Latente	0	0	98	0	500	0	24	-34
	Invierno			-846	0	0	0	0	0	0	-227

Dando como resultado los siguientes totales:

	DEMANDA	RATIO	FCS
<b>REFRIGERACIÓN</b>	<b>55,88 kW</b>	<b>33,51</b>	<b>0,83</b>
<b>CALEFACCIÓN</b>	<b>79,21 kW</b>	<b>47,50</b>	

A continuación se muestran las diferentes fichas de cargas térmicas para cada uno de los locales, tanto en refrigeración como en calefacción.



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )							
RESTAURANTE-CAFETERIA	226,07							
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior =	27			Temperatura exterior =	30,17			
Humedad relativa interior =	50,00			Temperatura húmeda =	19,6			
Cargas de refrigeracion a las 15 horas del dia 1 de Julio							Carga Latente	Carga sensible
Transmision de calor por conduccion-conveccion								
ΔT(°C) omd= -5,3 ΔT(°C)ext= 0,97 ΔT(°C)int= -2								
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)		Atccorr(°C)		
ME	55,71	0,2656	NO	2,3		-4,03		
ME	78,48	0,2656	NE	4,7		-1,63		
CU	226,07	0,29775	HOR	8,4		2,07		
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)		
V5 x1	3,6	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17		
V3 x7	20,16	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17		
Cerr. con otros locales	Sup	U		Tlocal.ady		Atcarga(°C)		
MI	33,75	0,39209		28,585		0,7925		
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	ATs ext-int m	Lps	ATs,ext,mm	
SVS	226,07	31,59	2	91,88	-12,94	73,30	11,74	
Transmision de calor radiacion								
Huecos exteriores	Sup	Orient.	Ffacc	Fsombra	Fsh	Qorient		
V5 x1	3,6	NO	1	1	0,64278	228		
V3 x3	8,64	NO	1	1	0,64278	228		
V3 x4	11,52	NE	1	1	0,64278	178		
<b>Total estructural:</b>							<b>1560</b>	<b>920</b>
Ocupantes								
Actividad	Nº pers		C.Lat/per		C.Sens			
De pie. Trabajo muy ligero	20		78		46			
Iluminacion								
Tipo	F	Horas	K	Pot (W/m <sup>2</sup> )	W			
Fluorescente	1,2	7	0,85	10	692			
Equipamiento								
Tipo	Numero de equipos							
Cafetera 12 l sin campana extrac.	1							
Frigorifico	1							
<b>Cargas interiores</b>							<b>2120,00</b>	<b>5535,86</b>
<b>Carga interior total</b>							<b>7655,86</b>	
<b>Cargas debidas a la propia instalacion</b>							6,00%	332,15
<b>Mayoracion de cargas</b>							4,00%	84,80
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE: 0,73</b>							<b>Cargas internas totales:</b>	
							<b>2204,80</b>	<b>6102,73</b>
<b>Potencia térmica interna total:</b>							<b>8307,53</b>	
Ventilacion								
Nºpersonas*	IDA	m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s				
20	2	90		0,5				
<b>Mayoracion de cargas</b>							4,00%	30,43
<b>Cargas por ventilación:</b>							<b>-1058,86</b>	<b>791,23</b>
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>							<b>-267,63</b>	
<b>Potencia térmica:</b>							<b>1145,94</b>	<b>6893,96</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>	<b>0,036</b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>8,04</b>		
	<b>KW/m<sup>2</sup></b>					<b>KW</b>		



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)										
<b>Recinto</b>	<b>Area (m<sup>2</sup>)</b>									
SALA DE PROYECCIONES	129,533									
<b>Condiciones de proyecto</b>										
<b>Internas</b>					<b>Externas</b>					
Temperatura interior =	27				Temperatura exterior =	30,17				
Humedad relativa interior =	50,00				Temperatura húmeda =	19,6				
<b>Cargas de refrigeracion a las 15 horas del dia 1 de Julio</b>								<b>Carga Latente</b>	<b>Carga sensible</b>	
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>										
$\Delta T(^{\circ}C)_{\text{omd}} = -5,3$ $\Delta T(^{\circ}C)_{\text{ext}} = 0,97$ $\Delta T(^{\circ}C)_{\text{int}} = 2$										
<b>Cerramientos exteriores opac.</b>	<b>Sup</b>	<b>U</b>	<b>Orient</b>	<b>Atcarga (°C)</b>	<b>Atccorr(°C)</b>					
ME	39,25	0,2656	SO	3,2	-3,13	-32,63				
ME	45,25	0,2656	SE	6,4	0,07	0,84				
P3 x2	5,75	5,7	SO	3,2	-3,13	-102,59				
CU	129,533	0,29775	HOR	8,4	2,07	79,84				
<b>Suelo en contac. con el terren</b>	<b>Sup</b>	<b>Perim.</b>	<b>Cond</b>	<b>Ls</b>	<b>Ts ext-int r</b>	<b>Lps</b>	<b>ATs,ext,mm</b>			
SVS	129,533	18,05	2	52,53	-12,94	41,88	11,74	0,00		
<b>Total estructural:</b>								<b>-54,54</b>		
<b>Ocupantes</b>										
<b>Actividad</b>	<b>Nº pers</b>	<b>C.Lat/per</b>			<b>C.Sens</b>					
Sentado, reposo	15	71			31					
								1065	465	
<b>Iluminacion</b>										
<b>Tipo</b>	<b>F</b>	<b>Horas</b>	<b>K</b>	<b>ot (W/m2</b>	<b>W</b>					
Indandescente	1	0	0,31	10	120	120,47				
<b>Equipamiento</b>										
<b>Tipo</b>	<b>Numero de equipos</b>									
Proyector	1									
								0,00	250,00	
<b>Cargas interiores</b>								1065,00	780,93	
<b>Carga interior total</b>								<b>1845,93</b>		
<b>Cargas debidas a la propia instalacion</b>								6,00%	46,86	
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	33,11	
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE: 0,44</b>								<b>Cargas internas totales:</b>	<b>1107,60</b>	<b>860,89</b>
<b>Potencia térmica interna total:</b>								<b>1968,49</b>		
<b>Ventilacion</b>										
<b>Nºpersonas*</b>	<b>IDA</b>	<b>m<sup>3</sup>/h * per</b>			<b>m<sup>3</sup>/s</b>					
15	2	90			0,38					
								-763,60	570,60	
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	22,82	
<b>Cargas por ventilación:</b>								<b>-794,14</b>	<b>593,42</b>	
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>								<b>-200,72</b>		
<b>Potencia térmica:</b>								<b>313,46</b>	<b>1454,32</b>	
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>	<b>0,014 KW/m<sup>2</sup></b>			<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>				<b>1,77 KW</b>		



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )								
COCINA+LAVAVAJILLA	34,7175								
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior =	27			Temperatura exterior =	30,17				
Humedad relativa interior =	50,00			Temperatura húmeda =	19,6				
Cargas de refrigeración a las 15 horas del día 1 de Julio							Carga Latente	Carga sensible	
<b>Transmisión de calor por conducción-convección</b>									
ΔT(°C) omd= -5,3    ΔT(°C)ext= 0,97    ΔT(°C)int -2									
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga(°C)	Atccorr(°C)				
ME	18,9	0,2656	NO	2,3	-4,03	-20,23			
CU	34,7175	0,29775	HOR	8,4	2,07	21,40			
Cerramientos ext. Semitrans.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)			
V5 x1	3,6	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17	30,93		
Cerr. con otros locales	Sup	U	Tlocal.ady		ATcarga(°C)				
MI	21,75	0,39209	28,585		0,7925	6,76			
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm		
SVS	34,7175	4,5	2	13,31	-12,94	10,44	0,00		
<b>Transmisión de calor radiación</b>									
Huecos exteriores	Sup	Orient.	F <sub>fac</sub>	F <sub>sombra</sub>	F <sub>sh</sub>	Q <sub>orient</sub>			
V5 x1	3,6	NO	1	1	0,64278	228	337,85		
<b>Total estructural:</b>							<b>376,70</b>		
<b>Ocupantes</b>									
Actividad	Nº pers	C.Lat/per		C.Sens					
De pie, trabajo moderado	3	98		129		294	387		
<b>Iluminación</b>									
Tipo	F	Horas	K	ot (W/m <sup>2</sup> )	W				
Fluorescente	1,2	7	0,85	10	106	106,24			
<b>Equipamiento</b>									
Tipo	Numero de equipos								
Horno	1						0,00	1260,00	
Lavavajillas	1						123,00	56,00	
Frigorifico	1						0,00	300,00	
<b>Cargas interiores</b>							417,00	2485,93	
<b>Carga interior total</b>							<b>2902,93</b>		
Cargas debidas a la propia instalacion							6,00%	149,16	
Mayoracion de cargas							4,00%	105,40	
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE: 0,86</b>							<b>Cargas internas totales:</b>	<b>433,68</b>	<b>2740,49</b>
<b>Potencia térmica interna total:</b>							<b>3174,17</b>		
<b>Ventilación</b>									
Nº personas*	IDA	m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s					
3	3	57,6		0,05		-97,74	73,04		
Mayoracion de cargas							4,00%	2,92	
<b>Cargas por ventilación:</b>							<b>-101,65</b>	<b>75,96</b>	
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>							<b>-25,69</b>		
<b>Potencia térmica:</b>							<b>332,03</b>	<b>2816,45</b>	
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>	<b>0,091</b>		<b>KW/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>3,15</b>			
						<b>KW</b>			



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )								
SALA DE DESCANSO	113,539								
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior =	27				Temperatura exterior =	30,17			
Humedad relativa interior =	50,00				Temperatura húmeda =	19,6			
Cargas de refrigeracion a las 15 horas del dia 1 de Julio								Carga Latente	Carga sensible
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>									
ΔT(°C) omd= -5,3    ΔT(°C)ext= 0,97    ΔT(°C)intl-2									
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)	Atccorr(°C)				
ME	43,86	0,2656	NO	2,3	-4,03				
CU	113,539	0,29775	HOR	8,4	2,07				
Cerramientos ext. Semitransp	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)			
V1 x3	8,64	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17			
Suelo en contac. con el terren	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int r	Lps	ATs,ext,mm		
SVS	113,539	10,5	2	33,36	-12,94	24,36	11,74		
<b>Transmision de calor radiacion</b>									
Huecos exteriores	Sup	Orient.	Ffacc	Fsombra	Fsh	Qorient			
V1 x3	8,64	NO	1	1	0,64278	228			
<b>Total estructural:</b>								<b>908,08</b>	
<b>Ocupantes</b>									
Actividad	Nº pers		C.Lat/per		C.Sens				
Sentado, reposo	10		71		31				
								710	310
<b>Iluminacion</b>									
Tipo	F		Horas		K ot (W/m <sup>2</sup> )		W		
Fluorescente	1,2		7		0,85		10		
								347	347,43
<b>Equipamiento</b>									
Tipo	Numero de equipos								
Television	1								
								0,00	100,00
<b>Cargas interiores</b>								710,00	1665,51
<b>Carga interior total</b>								<b>2375,51</b>	
<b>Cargas debidas a la propia instalacion</b>								6,00%	99,93
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	28,40
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE: 0,71</b>								<b>Cargas internas totales: 738,40</b>	
								1836,06	
<b>Potencia térmica interna total:</b>								<b>2574,46</b>	
<b>Ventilacion</b>									
Nºpersonas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s				
10	2		90		0,25				
								-509,07	380,40
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	-20,36
<b>Cargas por ventilación:</b>								-529,43	395,62
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>								<b>-133,81</b>	
<b>Potencia térmica:</b>								208,97	2231,68
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>0,021 KW/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>				<b>2,44 KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)											
Recinto		Area (m <sup>2</sup> )									
AULA DIDACTICA		86,8725									
Condiciones de proyecto											
Internas					Externas						
Temperatura interior =		27			Temperatura exterior =		30,17				
Humedad relativa interior =		50,00			Temperatura húmeda =		19,6				
Cargas de refrigeracion a las 15 horas del dia 1 de Julio								Carga Latente	Carga sensible		
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>											
		$\Delta T(^{\circ}C)_{\text{omd}} = -5,3$		$\Delta T(^{\circ}C)_{\text{ext}} = 0,97$		$\Delta T(^{\circ}C)_{\text{ini}} - 2$					
Cerramientos exteriores opac.		Sup	U	Orient	Atcarga (°C)		Atccorr(°C)				
ME		63,48	0,2656	SO	3,2		-3,13				
ME		30,4	0,2656	SE	6,4		0,07				
CU		86,8725	0,29775	HOR	8,4		2,07				
Cerramientos ext. Semitrans.		Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)				
V1 x4		11,52	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17				
Suelo en contac. con el terrenc		Sup	Perim.	Cond	Ls	ATs ext-int m	Lps	ATs,ext,mm			
SVS		86,8725	11,08	2	32,89	-12,94	25,71	11,74			
<b>Transmision de calor radiacion</b>											
Huecos exteriores		Sup	Orient.	Ffacc	Fsombra	Fsh	Qorient				
V1 x4		11,52	SO	1	0,53	0,64278	390				
<b>Total estructural:</b>								<b>2030,59</b>			
<b>Ocupantes</b>											
Actividad		Nº pers		C.Lat/per		C.Sens					
De pie, trb. Ligero		10		86		46		1170 690			
<b>Iluminacion</b>											
Tipo		F		Horas		K		Pot (W/m2) W			
Fluorescente		1,2		0		0,31		10 97			
<b>Equipamiento</b>											
Tipo		Numero de equipos									
Ordenador		1									
<b>Cargas interiores</b>								1170,00 3067,54			
<b>Carga interior total</b>								<b>4237,54</b>			
Cargas debidas a la propia instalacion								6,00%		184,05	
Mayoracion de cargas								4,00%		46,80 130,06	
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE: 0,74</b>		<b>Cargas internas totales:</b>								<b>1216,80 3381,66</b>	
<b>Potencia térmica interna total:</b>								<b>4598,46</b>			
<b>Ventilacion</b>											
Nºpersonas*		IDA		m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s					
15		2		90		0,38					
Mayoracion de cargas								4,00%		-763,60 570,60	
<b>Cargas por ventilación:</b>								<b>-794,14 593,42</b>			
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>								<b>-200,72</b>			
<b>Potencia térmica:</b>								<b>422,66 3975,08</b>			
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>0,051 KW/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>				<b>4,40 KW</b>			



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Area (m <sup>2</sup> )							
SALA DE JUEGOS		86,8725							
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior =		27			Temperatura exterior =		30,17		
Humedad relativa interior =		50,00			Temperatura húmeda =		19,6		
Cargas de refrigeracion a las 15 horas del dia 1 de Julio								Carga Latente	Carga sensible
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>									
		ΔT(°C) omd= -5,3		ΔT(°C)ext= 0,97		ΔT(°C)int= -2			
Cerramientos exteriores opaco		Sup	U	Orient	Atcarga (°C)	Atccorr(°C)			
ME		24,24	0,2656	SE	6,4	0,07			
CU		86,8725	0,29775	HOR	8,4	2,07			
Cerramientos ext. Semitransp.		Sup	Uhv	Uhm	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)		
V1 x2		5,76	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17		
Suelo en contac. con el terreno		Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm	
SVS		86,8725	6	2	20,20	-12,94	13,92	11,74	
<b>Transmision de calor radiacion</b>									
Huecos exteriores		Sup	Orient.	Ffacc	Fsombra	Fsh	Qorient		
V1 x2		5,76	SE	1	0,47	0,64278	215		
<b>Total estructural:</b>								<b>779,43</b>	
<b>Ocupantes</b>									
Actividad		Nº pers		C.Lat/per		C.Sens			
De pie, trb. Ligero		10		86		79		860 790	
<b>Iluminacion</b>									
Tipo		F	Horas	K	ot (w/m2	W			
Fluorescente		1,2	7	0,85	10	266			
<b>Equipamiento</b>									
Tipo		Numero de equipos							
Ordenador		5							
Television		1							
Cadena musical		1							
<b>Cargas interiores</b>								860,00 3245,26	
<b>Carga interior total</b>								<b>4105,26</b>	
<b>Cargas debidas a la propia instalacion</b>								6,00% 194,72	
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00% 34,40 137,60	
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE:</b>		<b>0,8</b>		<b>Cargas internas totales:</b>				<b>894,40 3577,57</b>	
<b>Potencia térmica interna total:</b>								<b>4471,97</b>	
<b>Ventilacion</b>									
Nº personas*		IDA		m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s			
10		3		57,6		0,16			
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00% -13,03 9,74	
<b>Cargas por ventilación:</b>								<b>-338,83 253,19</b>	
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>								<b>-85,64</b>	
<b>Potencia térmica:</b>								<b>555,57 3830,76</b>	
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>0,050</b>		<b>KW/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>		<b>4,39</b>	
								<b>KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Area (m <sup>2</sup> )							
HABIT. COMUNAL 1		108,77							
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior =		27			Temperatura exterior =		30,17		
Humedad relativa interior =		50,00			Temperatura húmeda =		19,6		
Cargas de refrigeracion a las 15 horas del dia 1 de Julio								Carga Latente	Carga sensible
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>									
ΔT(°C) omd= -5,3    ΔT(°C)ext= 0,97    ΔT(°C)int-2									
Cerramientos exteriores opac.		Sup	U	Orient	Atcarga (°C)		Atccorr(°C)		
ME		31,64	0,2656	SE	6,4		0,07		
CU		108,77	0,29775	HOR	8,4		2,07		
Cerramientos ext. Semitransp.		Sup	Uhv	Uhm	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)		
V1 x2		5,76	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17		
Suelo en contac. con el terreno		Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm	
SVS		108,77	7,48	2	25,20	-12,94	17,36	11,74	
<b>Transmision de calor radiacion</b>									
Huecos exteriores		Sup	Orient.	Ffacc	Fsombra	Fsh	Qorient		
V1 x2		5,76	SE	1	0,47	0,64278	215		
<b>Total estructural:</b>								<b>793,06</b>	
<b>Ocupantes</b>									
Actividad		Nº pers		C.Lat/per		C.Sens			
Sentado, reposo		3		71		31		213    93	
<b>Iluminacion</b>									
Tipo		F	Horas	K	ot (w/m2	W			
Indandescente		1	0	0,31	10	101			
<b>Cargas interiores</b>								213,00	987,22
<b>Carga interior total</b>								<b>1200,22</b>	
<b>Cargas debidas a la propia instalacion</b>								6,00%	59,23
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	8,52
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE:</b>		<b>0,83</b>		<b>Cargas internas totales:</b>		<b>221,52</b>		<b>1088,31</b>	
<b>Potencia térmica interna total:</b>								<b>1309,83</b>	
<b>Ventilacion</b>									
Nºpersonas*		IDA	m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s				
3		2	90		0,08				
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	-152,72
<b>Cargas por ventilación:</b>								-6,11	114,12
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>								<b>-158,83</b>	
<b>Potencia térmica:</b>								-40,14	4,56
<b>Potencia térmica:</b>								62,69	118,68
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>0,012</b>		<b>KW/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>		<b>1,27</b>	
								<b>KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Area (m <sup>2</sup> )							
HABIT. COMUNAL 2		108,77							
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior =		27			Temperatura exterior =		30,17		
Humedad relativa interior =		50,00			Temperatura húmeda =		19,6		
Cargas de refrigeracion a las 15 horas del dia 1 de Julio							Carga Latente	Carga sensible	
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>									
		ΔT(°C) omd= -5,3		ΔT(°C) ext= 0,97		ΔT(°C) int= -2			
Cerramientos exteriores opac.		Sup	U	Orient	Atcarga (°C)	Atccorr(°C)			
ME		31,64	0,2656	SE	6,4	0,07			
CU		108,77	0,29775	HOR	8,4	2,07			
Cerramientos ext. Semitransp.		Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)		
V1 x2		5,76	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17		
Suelo en contac. con el terreno		Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs, ext, mm	
SVS		108,77	7,48	2	25,20	-12,94	17,36	11,74	
<b>Transmision de calor radiacion</b>									
Huecos exteriores		Sup	Orient.	F <sub>fac</sub>	F <sub>sombra</sub>	F <sub>sh</sub>	Q <sub>orient</sub>		
V1 x2		5,76	SE	1	0,47	0,64278	215		
							<b>793,06</b>		
<b>Ocupantes</b>									
Actividad		Nº pers		C.Lat/per		C.Sens			
Sentado, reposo		3		71		31			
						213		93	
<b>Iluminacion</b>									
Tipo		F	Horas	K	ot (W/m <sup>2</sup> )	W			
Indandescente		1	0	0,31	10	101			
<b>Cargas interiores</b>							213,00	987,22	
<b>Carga interior total</b>							<b>1200,22</b>		
Cargas debidas a la propia instalacion							6,00%		59,23
Mayoracion de cargas							4,00%		8,52
FACTOR DE CALOR SENSIBLE:		<b>0,83</b>		Cargas internas totales:		221,52		1088,31	
Potencia térmica interna total:							1309,83		
<b>Ventilacion</b>									
Nº personas*		IDA	m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s				
3		2	90		0,08				
Mayoracion de cargas							4,00%		-152,72
Cargas por ventilación:							-6,11		114,12
Potencia térmica de ventilación:							-158,83		118,68
Potencia térmica:							-40,14		
							62,69		1206,99
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>0,012</b>		<b>KW/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>		<b>1,27</b>	
								<b>KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )							
HABITACION 3	15,9525							
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior =	27	Temperatura exterior =	30,17					
Humedad relativa interior =	50,00	Temperatura húmeda =	19,6					
Cargas de refrigeracion a las 15 horas del día 1 de Julio							Carga Latente	Carga sensible
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>								
ΔT(°C) omd= -5,3    ΔT(°C)ext= 0,97    ΔT(°C)int-2								
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)	Atccorr(°C)			
ME	18,9	0,2656	SE	6,4	0,07	0,35		
ME	19,75	0,2656	NE	4,7	-1,63	-8,55		
CU	15,9525	0,29775	HOR	8,4	2,07	9,83		
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)		
V4 x1	3,15	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17	27,06	
v6x1	1,35	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17	11,60	
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	T <sub>s ext-int</sub>	Lps	AT <sub>s ext,mm</sub>	
SVS	15,9525	8,63	2	17,39	-12,94	20,02	11,74	
<b>Transmision de calor radiacion</b>								
Huecos exteriores	Sup	Orient.	F <sub>fac</sub>	F <sub>sombra</sub>	F <sub>sh</sub>	Q <sub>orient</sub>		
V6x1	1,35	SE	1	0,47	0,64278	215	158,43	
V4 x1	3,15	NE	1	1	0,64278	178	295,61	
<b>Total estructural:</b>							<b>504,33</b>	
<b>Ocupantes</b>								
Actividad	Nº pers	C.Lat/per		C.Sens				
Sentado, reposo	1	71		31				
							71	31
<b>Iluminacion</b>								
Tipo	F	Horas	K	ot (W/m <sup>2</sup> )	W			
Indandescente	1	0	0,31	10	15			
							14,84	
<b>Cargas interiores</b>							71,00	550,16
<b>Carga interior total</b>							<b>621,16</b>	
<b>Cargas debidas a la propia instalacion</b>							6,00%	33,01
<b>Mayoracion de cargas</b>							4,00%	23,33
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE: 0,89</b>							<b>Cargas internas totales: 73,84    606,50</b>	
<b>Potencia térmica interna total:</b>							<b>680,34</b>	
<b>Ventilacion</b>								
Nºpersonas*	IDA	m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s				
3	3	57,6		0,05				
<b>Mayoracion de cargas</b>							4,00%	-97,74    73,04
<b>Cargas por ventilación:</b>							-101,65	75,96
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>							<b>-25,69</b>	
<b>Potencia térmica:</b>							<b>-27,81</b>	<b>682,46</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>0,041 KW/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>0,65 KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)											
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )										
HABITACION 4	15,9525										
Condiciones de proyecto											
Internas					Externas						
Temperatura interior =	27				Temperatura exterior =	30,17					
Humedad relativa interior =	50,00				Temperatura húmeda =	19,6					
Cargas de refrigeración a las 15 horas del día 1 de Julio								Carga Latente	Carga sensible		
Transmisión de calor por conducción-convección											
$\Delta T(^{\circ}C)_{omd} = -5,3$ $\Delta T(^{\circ}C)_{ext} = 0,97$ $\Delta T(^{\circ}C)_{int} = 2$											
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)		Atccorr(°C)					
ME	19,75	0,2656	NE	4,7		-1,63					
CU	15,9525	0,29775	HOR	8,4		2,07					
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	U <sub>hueco</sub>	ATcarga(°C)					
V4 x2	6,3	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17					
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm				
SVS	15,9525	4,5	2	11,01	-12,94	10,44	11,74				
Transmisión de calor radiación											
Huecos exteriores	Sup	Orient.	F <sub>fac</sub>	F <sub>sombra</sub>	F <sub>sh</sub>	Q <sub>orient</sub>					
V4 x1	3,15	NE	1	1	0,64278	178					
<b>Total estructural:</b>									<b>351</b>		
Ocupantes											
Actividad	Nº pers		C.Lat/per			C.Sens					
Sentado, reposo	1		71			31					
						71	31				
Iluminación											
Tipo	F	Horas	K	ot (W/m <sup>2</sup> )		W					
Indandescente	1	0	0,31	10		15					
<b>Cargas interiores</b>								71	397		
<b>Carga interior total</b>								<b>468</b>			
Cargas debidas a la propia instalacion								6,00%	24		
Mayoracion de cargas								4,00%	17		
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE: 0,86</b>								<b>Cargas internas totales:</b>		<b>74</b>	<b>437</b>
<b>Potencia térmica interna total:</b>								<b>511</b>			
Ventilación											
Nºpersonas*	IDA	m <sup>3</sup> /h * per			m <sup>3</sup> /s						
1	2	90			0,03						
Mayoracion de cargas								4,00%	2		
<b>Cargas por ventilación:</b>								<b>-53</b>	<b>40</b>		
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>								<b>-13</b>			
<b>Potencia térmica:</b>								<b>21</b>	<b>477</b>		
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>			<b>0,031 KW/m<sup>2</sup></b>			<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>0,50 KW</b>		



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )								
HABITACION 5	15,9525								
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior =	27				Temperatura exterior =	30,17			
Humedad relativa interior =	50,00				Temperatura húmeda =	19,6			
Cargas de refrigeracion a las 15 horas del dia 1 de Julio								Carga Latente	Carga sensible
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>									
ΔT(°C) omd= -5,3    ΔT(°C)ext= 0,97    ΔT(°C)int-2									
<b>Cerramientos exteriores opac.</b>									
	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)	Atccorr(°C)				
ME	19,75	0,2656	NE	4,7	-1,63				
CU	15,9525	0,29775	HOR	8,4	2,07				
<b>Cerramientos ext. Semitransp.</b>									
	Sup	Uhv	Uhm	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)			
V4 x2	6,3	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17			
<b>Suelo en contac. con el terreno</b>									
	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm		
SVS	15,9525	4,5	2	11,01	-12,94	10,44	11,74		
<b>Transmision de calor radiacion</b>									
<b>Huecos exteriores</b>									
	Sup	Orient.	Ffacc	Fsombra	Fsh	Qorient			
V4 x1	3,15	NE	1	1	0,64278	178			
<b>Total estructural:</b>									<b>351</b>
<b>Ocupantes</b>									
	Actividad	Nº pers		C.Lat/per		C.Sens			
	Sentado, reposo	1		71		31			
								71	31
<b>Iluminacion</b>									
	Tipo	F	Horas	K	ot (w/m2	W			
	Indandescente	1	0	0,31	10	15			
<b>Cargas interiores</b>								71	397
<b>Carga interior total</b>								<b>468</b>	
<b>Cargas debidas a la propia instalacion</b>								6,00%	
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE: 0,86</b>								<b>Cargas internas totales:</b>	
								<b>74</b>	<b>437</b>
<b>Potencia térmica interna total:</b>								<b>511</b>	
<b>Ventilacion</b>									
	Nºpersonas*	IDA	m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s				
	1	2	90		0,03				
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	
<b>Cargas por ventilación:</b>								<b>-53</b>	<b>40</b>
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>								<b>-13</b>	
<b>Potencia térmica:</b>								<b>21</b>	<b>477</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>0,031</b>		<b>KW/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>		<b>0,50</b>	
								<b>KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )								
HABITACION 5	15,9525								
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior =	27				Temperatura exterior =	30,17			
Humedad relativa interior =	50,00				Temperatura húmeda =	19,6			
Cargas de refrigeracion a las 15 horas del dia 1 de Julio								Carga Latente	Carga sensible
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>									
ΔT(°C) omd= -5,3    ΔT(°C)ext= 0,97    ΔT(°C)int=2									
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)	Atccorr(°C)				
ME	19,75	0,2656	NE	4,7	-1,63	-9			
CU	15,9525	0,29775	HOR	8,4	2,07	10			
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)			
V4 x2	6,3	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17	54		
Cerramientos con otros locales	Sup	U	Tlocal.ady		Atcarga(°C)				
MI	33	0,01565	28,585		0,7925		0,41		
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm		
SVS	15,9525	4,5	2	11,01	-12,94	10,44	11,74	0,00	
<b>Transmision de calor radiacion</b>									
Huecos exteriores	Sup	Orient.	Ffacc	Fsombra	Fsh	Qorient			
V4 x1	3,15	NE	1	1	0,64278	178	295,61		
<b>Total estructural:</b>								<b>351</b>	
<b>Ocupantes</b>									
Actividad	Nº pers		C.Lat/per		C.Sens				
Sentado, reposo	1		71		31		71		31
<b>Iluminacion</b>									
Tipo	F	Horas	K	ot (W/m <sup>2</sup> )	W				
Indandescente	1	0	0,31	10	15	14,84			
<b>Cargas interiores</b>								71	397
<b>Carga interior total</b>								<b>468</b>	
<b>Cargas debidas a la propia instalacion</b>						6,00%	24		
<b>Mayoracion de cargas</b>						4,00%	17		
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE:</b>		<b>0,86</b>		<b>Cargas internas totales:</b>		<b>74</b>		<b>438</b>	
<b>Potencia térmica interna total:</b>								<b>512</b>	
<b>Ventilacion</b>									
Nºpersonas*	IDA	m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s					
1	2	90		0,03		-51		38	
<b>Mayoracion de cargas</b>						4,00%	2		
<b>Cargas por ventilación:</b>								-53	40
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>								<b>-13</b>	
<b>Potencia térmica:</b>								21	478
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>0,031 KW/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>		<b>0,50 KW</b>			



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Area (m <sup>2</sup> )							
SANITARIOS HOMBRES 1		47,685							
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior =		27			Temperatura exterior =		30,17		
Humedad relativa interior =		50,00			Temperatura húmeda =		19,6		
Cargas de refrigeración a las 15 horas del día 1 de Julio								Carga Latente	Carga sensible
<b>Transmisión de calor por conducción-convección</b>									
$\Delta T(^{\circ}\text{C})_{\text{omd}} = -5,3$ $\Delta T(^{\circ}\text{C})_{\text{ext}} = 0,97$ $\Delta T(^{\circ}\text{C})_{\text{int}} - 2$									
Cerramientos exteriores opac.		Sup	U	Orient	Atcarga (°C)	Atccorr(°C)			
ME		26,625	0,2656	NO	2,3	-4,03			
CU		47,685	0,29775	HOR	8,4	2,07			
Cerramientos ext. Semitransp.		Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)		
V3 x3		3,375	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17		
Suelo en contac. con el terreno		Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm	
SVS		47,685	6	2	17,86	-12,94	13,92	11,74	
<b>Transmisión de calor radiación</b>									
Huecos exteriores		Sup	Orient.	F <sub>fac</sub>	F <sub>sombra</sub>	F <sub>hmod</sub>	Q <sub>orient</sub>		
V3 x3		3,375	NO	1	1	0,64278	228		
Total estructural:									<b>347</b>
<b>Ocupantes</b>									
Actividad		Nº pers		C.Lat/per		C.Sens			
De pie sin mov		1		75		49			
<b>Iluminación</b>									
Tipo		F	Horas	K	ot (W/m <sup>2</sup> )	W			
Fluorescente		1,2	7	0,85	10	146			
<b>Equipamiento</b>									
Tipo		Numero de equipos							
Secador		3							
								360	2025
<b>Cargas interiores</b>								435	2567
<b>Carga interior total</b>								<b>3002</b>	
<b>Cargas debidas a la propia instalacion</b>								6,00%	154
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	109
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE:</b>		<b>0,86</b>		<b>Cargas internas totales:</b>				<b>452</b>	<b>2829</b>
<b>Potencia térmica interna total:</b>								<b>3282</b>	
<b>Ventilación</b>									
Nº personas*		IDA	m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s				
1		2	90		0,03				
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	-2
<b>Cargas por ventilación:</b>								-53	40
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>								-13	
<b>Potencia térmica:</b>								<b>399</b>	<b>2869</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>0,069</b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>				<b>3,27</b>	
		<b>KW/m<sup>2</sup></b>						<b>KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )								
SANITARIOS MUJERES 1	47,685								
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior =	27				Temperatura exterior =	30,17			
Humedad relativa interior =	50,00				Temperatura húmeda =	19,6			
Cargas de refrigeracion a las 15 horas del dia 1 de Julio								Carga Latente	Carga sensible
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>									
ΔT(°C) omd= -5,3    ΔT(°C)ext= 0,97    ΔT(°C)int-2									
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)	Atccorr(°C)				
ME	26,625	0,2656	NO	2,3	-4,03	-28			
ME	53,75	0,2656	NE	4,7	-1,63	-23			
CU	47,685	0,29775	HOR	8,4	2,07	29			
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)			
V3 x5	5,625	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17	48		
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm		
SVS	47,685	17,2	2	39,30	-12,94	39,91	11,74	0,00	
<b>Transmision de calor radiacion</b>									
Huecos exteriores	Sup	Orient.	Ffacc	Fsombra	Fhmod	Qorient			
V3 x2	2,25	NE	1	0	0,64278	178	257,43		
V3 x3	3,375	NO	1	0	0,64278	228	494,62		
<b>Total estructural:</b>								<b>778</b>	
<b>Ocupantes</b>									
Actividad	Nº pers		C.Lat/per		C.Sens				
De pie sin mov	1		75		49				
<b>Iluminacion</b>									
Tipo	F		Horas		K ot (W/m2		W		
Fluorescente	1,2		7		0,85		10    146		
<b>Equipamiento</b>									
Tipo	Numero de equipos								
Secador	3								
<b>Cargas interiores</b>								435	2998
<b>Carga interior total</b>								<b>3433</b>	
<b>Cargas debidas a la propia instalacion</b>								6,00%	180
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	127
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE: 0,88</b>								<b>Cargas internas totales: 452    3305</b>	
<b>Potencia térmica interna total:</b>								<b>3757</b>	
<b>Ventilacion</b>									
Nºpersonas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s				
1	3		57,6		0,02				
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	-1    1
<b>Cargas por ventilación:</b>								-34	25
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>								-9	
<b>Potencia térmica:</b>								419	3330
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>0,079 KW/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>				<b>3,75 KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Area (m <sup>2</sup> )							
HALL+PASILLO		449,259							
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior = 27					Temperatura exterior = 30,17				
Humedad relativa interior = 50,00					Temperatura húmeda = 19,6				
Cargas de refrigeración a las 15 horas del día 1 de Julio								Carga Latente	Carga sensible
Transmisión de calor por conducción-convección									
ΔT(°C) omd= -5,3 ΔT(°C)ext= 0,97 ΔT(°C)int-2									
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)		Atccorr(°C)			
ME	45	0,2656	SE	6,4		0,07			1
ME	41,6	0,2656	SO	3,2		-3,13			-35
ME	39,45	0,2656	NE	4,7		-1,63			-17
ME	22,5	0,2656	NO	2,3		-4,03			-24
CU	449,259	0,29775	HOR	8,4		2,07			277
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)			
P1	15,63	2,8	5,7	0,2	3,38	3,17			167
P2	31,24	2,8	5,7	0,2	3,38	3,17			335
V1 x5	14,4	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17			124
Cerramientos con otros locales	Sup	U		Tlocal.ady		ATcarga(°C)			
MI	4,45	0,01565		28,585		0,7925			0,06
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	T <sub>s</sub> ext-int	Lps	AT <sub>s</sub> ,ext,mm		
SVS	449,259	33,68	2	111,59	0	78,15			0,00
Transmisión de calor radiación									
Huecos exteriores	Sup	Orient.	F <sub>fac</sub>	F <sub>sombra</sub>	F <sub>hmod</sub>	Q <sub>orient</sub>			
V1 x2	6,3	NE	1	1	0,64278	178			591,23
V1 x3	3,15	SO	1	0,53	0,64278	390			527,81
P1	15,63	SE	1	0,47	0,61824	215			1764,19
P2	31,24	NO	1	1	0,61824	228			2819,82
<b>Total estructural:</b>									<b>6531</b>
Ocupantes									
Actividad	Nº pers		C.Lat/per		C.Sens				
De pie. Trabajo muy ligero	2		78		46			156	92
Iluminación									
Tipo	F	Horas	K	ot (W/m <sup>2</sup> )		W			
Fluorescente	1,2	7	0,85	10		1375			1374,73
<b>Cargas interiores</b>								156	7998
<b>Carga interior total</b>								<b>8154</b>	
<b>Cargas debidas a la propia instalacion</b>								6,00%	480
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	339
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE:</b>		<b>0,98</b>		<b>Cargas internas totales:</b>		<b>162</b>	<b>8817</b>		
<b>Potencia térmica interna total:</b>								<b>8979</b>	
Ventilación									
Nºpersonas*	IDA	m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s					
2	2	90		0,05			-102	76	
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	3
<b>Cargas por ventilación:</b>								<b>-106</b>	<b>79</b>
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>								<b>-27</b>	
<b>Potencia térmica:</b>								<b>56</b>	<b>8896</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>0,020 KW/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>		<b>8,95 KW</b>			



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Area (m <sup>2</sup> )							
SANITARIOS HOMBRES 2		21,1162							
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior =		27			Temperatura exterior =		30,17		
Humedad relativa interior =		50,00			Temperatura húmeda =		19,6		
Cargas de refrigeracion a las 15 horas del dia 1 de Julio								Carga Latente	Carga sensible
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>									
		ΔT(°C) omd= -5,3		ΔT(°C)ext= 0,97		ΔT(°C)int= 2			
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)	Atccorr(°C)				
ME	15	0,2656	SO	3,2	-3,13				
CU	21,1162	0,29775	HOR	8,4	2,07				
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	Uhv	Uhm	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)			
V5 x1	3,6	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17			
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm		
SVS	21,1162	3	2	8,69	-12,94	6,96	11,74		
<b>Transmision de calor radiacion</b>									
Huecos exteriores	Sup	Orient.	Ffacc	Fsombra	Fhmod	Qorient			
V5 x1	3,6	SO	1	0,53	0,64278	390			
<b>Total estructural:</b>									<b>635</b>
<b>Ocupantes</b>									
Actividad	Nº pers		C.Lat/per			C.Sens			
De pie sin mov	1		75			49			
<b>Iluminacion</b>									
Tipo	F		Horas		K	ot (W/m <sup>2</sup> )		W	
Fluorescente	1,2		7		0,85	10		65	
<b>Cargas interiores</b>								75	748
<b>Carga interior total</b>								<b>823</b>	
<b>Cargas debidas a la propia instalacion</b>								6,00%	
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE:</b>		<b>0,91</b>		<b>Cargas internas totales:</b>				<b>78</b>	<b>825</b>
<b>Potencia térmica interna total:</b>								<b>903</b>	
<b>Ventilacion</b>									
Nºpersonas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per			m <sup>3</sup> /s			
1	3		57,6			0,02			
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	
<b>Cargas por ventilación:</b>								<b>-33</b>	<b>24</b>
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>								<b>-9</b>	
<b>Potencia térmica:</b>								<b>44</b>	<b>850</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>0,042</b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>				<b>0,89</b>	
		<b>KW/m<sup>2</sup></b>						<b>KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )								
SANITARIOS MUJER 2	21,1162								
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior =	27				Temperatura exterior =	30,17			
Humedad relativa interior =	50,00				Temperatura húmeda =	19,6			
Cargas de refrigeracion a las 15 horas del dia 1 de Julio								Carga Latente	Carga sensible
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>									
ΔT(°C) omd= -5,3    ΔT(°C)ext= 0,97    ΔT(°C)int=2									
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)	Atccorr(°C)				
ME	15	0,2656	SO	3,2	-3,13				
CU	21,1162	0,29775	HOR	8,4	2,07				
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	Uhv	Uhm	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)			
V5 x1	3,6	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17			
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm		
SVS	21,1162	3	2	8,69	-12,94	6,96	11,74		
<b>Transmision de calor radiacion</b>									
Huecos exteriores	Sup	Orient.	Ffacc	Fsombra	Fhmod	Qorient			
V5 x1	3,6	SO	1	0,53	0,64278	390			
<b>Total estructural:</b>									<b>635</b>
<b>Ocupantes</b>									
Actividad	Nº pers		C.Lat/per			C.Sens			
De pie sin mov	1		75			49			
<b>Iluminacion</b>									
Tipo	F		Horas	K	ot (W/m <sup>2</sup> )	W			
Fluorescente	1,2		7	0,85	10	65			
<b>Cargas interiores</b>								75	748
<b>Carga interior total</b>								<b>823</b>	
Cargas debidas a la propia instalacion								6,00%	45
Mayoracion de cargas								4,00%	32
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE:</b>		<b>0,91</b>		<b>Cargas internas totales:</b>				<b>78</b>	<b>825</b>
<b>Potencia térmica interna total:</b>								<b>903</b>	
<b>Ventilacion</b>									
Nºpersonas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per			m <sup>3</sup> /s			
1	3		57,6			0,02			
Mayoracion de cargas								4,00%	1
<b>Cargas por ventilación:</b>								<b>-34</b>	<b>25</b>
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>								<b>-9</b>	
<b>Potencia térmica:</b>								<b>44</b>	<b>850</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>0,042</b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>				<b>0,89</b>	
		<b>KW/m<sup>2</sup></b>						<b>KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )					
PASILLO	68,0668					
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior =	27	Temperatura exterior =	30,17			
Humedad relativa interior =	50,00	Temperatura húmeda =	19,6			
Cargas de refrigeracion a las 15 horas del dia 1 de Julio					Carga Latente	Carga sensible
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>						
$\Delta T(^{\circ}C)_{\text{omd}} = -5,3$ $\Delta T(^{\circ}C)_{\text{ext}} = 0,97$ $\Delta T(^{\circ}C)_{\text{int}} = -2$						
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)	Atccorr(°C)	
CU	68,0668	0,29775	HOR	8,4	2,07	
Cerramientos con otros locales	Sup	U	Tlocal.ady	Atcarga(°C)		
MI	33	0,01565	34,0334	3,5167		
Total estructural:					44	
<b>Ocupantes</b>						
Actividad	Nº pers	C.Lat/per		C.Sens		
De pie sin mov	2	78		46		
					156	92
<b>Iluminacion</b>						
Tipo	F	Horas	K	ot (W/m <sup>2</sup> )	W	
Fluorescente	1,2	7	0,85	10	208	
Cargas interiores					156	344
Carga interior total					500	
Cargas debidas a la propia instalacion					6,00%	21
Mayoracion de cargas					4,00%	15
FACTOR DE CALOR SENSIBLE: <b>0,7</b>					Cargas internas totales:	379
					Potencia térmica interna total:	542
<b>Ventilacion</b>						
Nº personas*	IDA	m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s		
1	2	90		0,03		
Mayoracion de cargas					4,00%	2
Cargas por ventilación:					-53	40
Potencia térmica de ventilación:					-13	
Potencia térmica:					109	419
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE		<b>0,008</b> KW/m <sup>2</sup>		POTENCIA TÉRMICA TOTAL		<b>0,53</b> KW



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Area (m <sup>2</sup> )							
CONSULTORIO		16,6725							
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior =		27			Temperatura exterior =		30,17		
Humedad relativa interior =		50,00			Temperatura húmeda =		19,6		
Cargas de refrigeracion a las 15 horas del dia 1 de Julio								Carga Latente	Carga sensible
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>									
		ΔT(°C) omd= -5,3		ΔT(°C)ext= 0,97		ΔT(°C)int -2			
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)	Atccorr(°C)				
ME	13,65	0,2656	SE	6,4	0,07				
ME	10,5	0,2656	SO	3,2	-3,13				
P5	4,5	2,2	SO	3,2	-3,13				
CU	16,6725	0,29775	HOR	8,4	2,07				
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)			
V6 x1	1,35	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17			
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm		
SVS	16,6725	6	2	13,72	-12,94	13,92	11,74		
<b>Transmision de calor radiacion</b>									
Huecos exteriores	Sup	Orient.	Ffacc	Fsombra	Fhmod	Qorient			
V6 x1	1,35	SE	1	0,47	0,64278	215			
<b>Total estructural:</b>									<b>141</b>
<b>Ocupantes</b>									
Actividad		Nº pers		C.Lat/per		C.Sens			
De pie. Trabajo muy ligero		1		78		46			
<b>Iluminacion</b>									
Tipo		F	Horas	K	ot (W/m2	W			
Indandescente		1	0	0,31	10	16			
<b>Equipamiento</b>									
Tipo		Numero de equipos							
Ordenador		15							
<b>Cargas interiores</b>								78	452
<b>Carga interior total</b>								<b>530</b>	
<b>Cargas debidas a la propia instalacion</b>								6,00%	27
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	19
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE:</b>		<b>0,86</b>		<b>Cargas internas totales:</b>				<b>81</b>	<b>499</b>
<b>Potencia térmica interna total:</b>								<b>580</b>	
<b>Ventilacion</b>									
Nºpersonas*		IDA	m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s				
1		2	90		0,03				
<b>Mayoracion de cargas</b>								4,00%	2
<b>Cargas por ventilación:</b>								-53	40
<b>Potencia térmica de ventilación:</b>								<b>-13</b>	
<b>Potencia térmica:</b>								<b>28</b>	<b>538</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>0,034</b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>				<b>0,57</b>	
		<b>KW/m<sup>2</sup></b>						<b>KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Area (m <sup>2</sup> )							
CONSERJERIA		15,48							
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior =		27			Temperatura exterior =		30,17		
Humedad relativa interior =		50,00			Temperatura húmeda =		19,6		
Cargas de refrigeracion a las 15 horas del dia 1 de Julio								Carga Latente	Carga sensible
<u>Transmision de calor por conduccion-conveccion</u>									
ΔT(°C) omd= -5,3    ΔT(°C)ext= 0,97    ΔT(°C)int-2									
Cerramientos exteriores opac.		Sup	U	Orient	Atcarga (°C)		Atccorr(°C)		
ME		11,2	0,2656	SO	3,2		-3,13		
CU		15,48	0,29775	HOR	8,4		2,07		
Cerramientos ext. Semitransp.		Sup	Uhv	Uhm	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)		
V7 x1		4,55	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17		
Suelo en contac. con el terreno		Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm	
SVS		15,48	3	2	8,08	-12,94	6,96	11,74	
<u>Transmision de calor radiacion</u>									
Huecos exteriores		Sup	Orient.	Ffacc	Fsombra	Fhmod	Qorient		
V7 x1		4,55	SO	1	0,53	0,64278	390		
Total estructural:									802
<u>Ocupantes</u>									
Actividad		Nº pers		C.Lat/per		C.Sens			
De pie. Trabajo muy ligero		1		78		46			
<u>Iluminacion</u>									
Tipo		F	Horas	K	ot (W/m2)	W			
Indandescente		1	0	0,31	10	14			
<u>Equipamiento</u>									
Tipo		Numero de equipos							
Ordenador		1							
Cargas interiores								78	1112
Carga interior total								1190	
<u>Cargas debidas a la propia instalacion</u>								6,00%	
<u>Mayoracion de cargas</u>								4,00%	
FACTOR DE CALOR SENSIBLE:		<b>0,94</b>		Cargas internas totales:				81	1226
Potencia térmica interna total:								1307	
<u>Ventilacion</u>									
Nºpersonas*		IDA	m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s				
1		2	90		0,03				
<u>Mayoracion de cargas</u>								4,00%	
Cargas por ventilación:								-51	38
Potencia térmica de ventilación:								-13	
Potencia térmica:								28	1266
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE		<b>0,084</b>		POTENCIA TÉRMICA TOTAL				<b>1,29</b>	
		KW/m <sup>2</sup>						KW	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Area (m <sup>2</sup> )							
MANTENIMIENTO		16,6725							
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior =		27			Temperatura exterior =		30,17		
Humedad relativa interior =		50,00			Temperatura húmeda =		19,6		
Cargas de refrigeracion a las 15 horas del dia 1 de Julio								Carga Latente	Carga sensible
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>									
		ΔT(°C) omd=		-5,3		ΔT(°C)ext=		0,97	
		ΔT(°C)int=		-2					
Cerramientos exteriores opac.		Sup	U	Orient	Atcarga (°C)	Atccorr(°C)			
ME		15	0,2656	SO	3,2	-3,13			
CU		16,6725	0,29775	HOR	8,4	2,07			
Cerramientos ext. Semitransp.		Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)		
V7 x1		4,55	2,8	2,2	0,15	2,71	3,17		
Cerramientos con otros locales		Sup	U	Tlocal.ady		Atcarga(°C)			
MI		30,4	0,1719	28,585		0,7925			
Suelo en contac. con el terreno		Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm	
SVS		16,6725	3	2	8,23	-12,94	6,96	11,74	
<b>Transmision de calor radiacion</b>									
Huecos exteriores		Sup	Orient.	Ffacc	Fsombra	Fhmod	Qorient		
V7 x1		4,55	SO	1	0,53	0,64278	390		
Total estructural:									<b>803</b>
<b>Ocupantes</b>									
Actividad		Nº pers		C.Lat/per		C.Sens			
De pie. Trabajo moderado		1		98		129			
<b>Iluminacion</b>									
Tipo		F	Horas	K	ot (W/m <sup>2</sup> )	W			
Fluorescente		1,2	0	0,31	10	19			
<b>Equipamiento</b>									
Tipo		Numero de equipos							
Taladro		1							
Cargas interiores								598	500
Carga interior total								<b>2049</b>	
Cargas debidas a la propia instalacion								6,00%	87
Mayoracion de cargas								4,00%	62
FACTOR DE CALOR SENSIBLE:		<b>0,72</b>		Cargas internas totales:				<b>622</b>	<b>1600</b>
Potencia térmica interna total:								<b>2222</b>	
<b>Ventilacion</b>									
Nºpersonas*		IDA	m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s				
1		3	57,6		0,02				
Mayoracion de cargas								4,00%	-1
Cargas por ventilación:								<b>-34</b>	<b>25</b>
Potencia térmica de ventilación:								<b>-9</b>	
Potencia térmica:								<b>588</b>	<b>1625</b>
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE		<b>0,133</b>		KW/m <sup>2</sup>		POTENCIA TÉRMICA TOTAL		<b>2,21</b>	
								<b>KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
<b>Recinto</b>	<b>Area (m<sup>2</sup>)</b>							
RESTAURANTE-CAFETERIA	226,07							
<b>Condiciones de proyecto</b>								
<b>Internas</b>				<b>Externas</b>				
Temperatura interior =	20			Temperatura exterior =	-8,44			
Humedad relativa interior =	50,00			Temperatura húmeda =	-8,68182			
<b>Cargas de calefacción</b>							<b>Carga sensible</b>	
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>								
<b>Cerramientos exteriores opac.</b>	<b>Sup</b>	<b>U</b>	<b>Orient</b>	<b>Atcarga (°C)</b>				
ME	55,71	0,2656	NO	-28,44				
ME	78,48	0,2656	NE	-28,44				
CU	226,07	0,29775	HOR	-27,1				
<b>Cerramientos ext. Semitransp.</b>	<b>Sup</b>	<b>U<sub>hv</sub></b>	<b>U<sub>hm</sub></b>	<b>FM(%)</b>	<b>Uhueco</b>	<b>ATcarga(°C)</b>		
V5 x1	3,6	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44		
V3 x7	20,16	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44		
<b>Cerr. con otros locales</b>	<b>Sup</b>	<b>U</b>	<b>Tlocal.ady</b>		<b>Atcarga(°C)</b>			
MI	33,75	0,39209	5,78		-7,11			
<b>Suelo en contac. con el terreno</b>	<b>Sup</b>	<b>Perim.</b>	<b>Cond</b>	<b>Ls</b>	<b>ATs ext-int m</b>	<b>Lps</b>	<b>ATs,ext,mm</b>	
SVS	226,07	31,59	2	91,88	-12,94	73,30	11,74	
							<b>Total</b>	-5091,55
<b>Mayoracion de cargas</b>							4,00%	-203,66
							<b>Total estructural</b>	<b>-5295,21</b>
<b>Ventilacion</b>								
<b>Nºpersonas*</b>		<b>IDA</b>	<b>m<sup>3</sup>/h * per</b>			<b>m<sup>3</sup>/s</b>		
20		2	90			0,5		
<b>Mayoracion de cargas</b>							4,00%	-273,02
							<b>Cargas por ventilación:</b>	<b>-7098,62</b>
							<b>Potencia térmica:</b>	<b>-12393,84</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-54,823</b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>-12,39</b>	
		<b>W/m<sup>2</sup></b>					<b>KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )						
SALA DE PROYECCIONES	129,533						
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior =	20			Temperatura exterior =	-8,44		
Humedad relativa interior =	50,00			Temperatura húmeda =	-8,6818		
Cargas de calefacción							Carga sensible
Transmision de calor por conduccion-conveccion							
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)			
ME	39,25	0,2656	SO	-28,44			
ME	45,25	0,2656	SE	-28,44			
P3 x2	5,75	5,7	SO	-28,44			
CU	129,533	0,29775	HOR	-28,44			
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm
SVS	129,533	18,05	2	52,53	-12,94	41,88	-9,28
<b>Total</b>							<b>-3735,71</b>
Mayoracion de cargas							4,00%
<b>Total estructural:</b>							<b>-3885,14</b>
Ventilacion							
Nºpersonas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s		
15	2		90		0,38		
Mayoracion de cargas							4,00%
<b>Cargas por ventilación:</b>							<b>-5323,97</b>
<b>Potencia térmica:</b>							<b>-9209,11</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-71,095 W/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>-9,21 KW</b>



<b>CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)</b>									
<b>Recinto</b>		<b>Area (m<sup>2</sup>)</b>							
COCINA+LAVAVAJILLA		34,7175							
<b>Condiciones de proyecto</b>									
<b>Internas</b>				<b>Externas</b>					
Temperatura interior =		20		Temperatura exterior =		-8,44			
Humedad relativa interior =		50,00		Temperatura húmeda =		-8,6818			
<b>Cargas de calefacción</b>							<b>Carga sensible</b>		
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>									
<b>Cerramientos exteriores opac.</b>		<b>Sup</b>	<b>U</b>	<b>Orient</b>	<b>Atcarga (°C)</b>				
ME		18,9	0,2656	NO	-28,44			-142,77	
CU		34,7175	0,29775	HOR	-28,44			-293,99	
<b>Cerramientos ext. Semitrans.</b>		<b>Sup</b>	<b>U<sub>hv</sub></b>	<b>U<sub>hm</sub></b>	<b>FM(%)</b>	<b>Uhueco</b>	<b>ATcarga(°C)</b>		
V5 x1		3,6	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44	-277,46	
<b>Cerr. con otros locales</b>		<b>Sup</b>	<b>U</b>	<b>Tlocal.ady</b>			<b>Atcarga(°C)</b>		
MI		21,75	0,39209	5,78			-7,11	-60,63	
<b>Suelo en contac. con el terren</b>		<b>Sup</b>	<b>Perim.</b>	<b>Cond</b>	<b>Ls</b>	<b>.Ts ext-int r</b>	<b>Lps</b>	<b>ATs,ext,mm</b>	
SVS		34,7175	4,5	2	13,31	-12,94	10,44	-9,28	-269,11
							<b>Total</b>	<b>-1043,96</b>	
<b>Mayoracion de cargas</b>							4,00%	-41,76	
							<b>Total estructural</b>	<b>-1085,72</b>	
<b>Ventilacion</b>									
<b>Nºpersonas*</b>		<b>IDA</b>	<b>m<sup>3</sup>/h * per</b>			<b>m<sup>3</sup>/s</b>			
3		3	57,6			0,05		-655,26	
<b>Mayoracion de cargas</b>							4,00%	-26,21	
							<b>Cargas por ventilación:</b>	<b>-681,47</b>	
							<b>Potencia térmica:</b>	<b>-1767,19</b>	
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-50,902</b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>-1,767</b>		
		<b>W/m<sup>2</sup></b>					<b>KW</b>		



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )							
SALA DE DESCANSO	113,539							
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior =	20	Temperatura exterior =	-8,44					
Humedad relativa interior =	50,00	Temperatura húmeda =	-8,6818					
Cargas de calefacción							Carga sensible	
Transmisión de calor por conducción-convección								
		$\Delta T(^{\circ}C)_{\text{omd}} = -5,3$		$\Delta T(^{\circ}C)_{\text{ext}} = -37,64$		$\Delta T(^{\circ}C)_{\text{int5}}$		
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)				
ME	43,86	0,2656	NO	-28,44				
CU	113,539	0,29775	HOR	-28,44				
Cerramientos ext. Semitransp	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga (°C)		
V1 x3	8,64	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44		
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs, ext, mm	
SVS	113,539	10,5	2	33,36	-12,94	24,36	-9,28	
							<b>Total:</b>	-2616,44
Mayoración de cargas							4,00%	-104,66
							<b>Total estructural:</b>	<b>-2721,10</b>
Ventilación								
Nº personas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s			
10	2		90		0,25			
Mayoración de cargas							4,00%	-136,51
							<b>Cargas por ventilación:</b>	<b>-3549,31</b>
							<b>Potencia térmica:</b>	<b>-6270,41</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-55,227 W/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>-6,27 KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )						
AULA DIDACTICA	86,8725						
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior =	20	Temperatura exterior =	-8,44				
Humedad relativa interior =	50,00	Temperatura húmeda =	-8,6818				
Cargas de calefacción							Carga sensible
Transmision de calor por conduccion-conveccion							
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)			
ME	63,48	0,2656	SO	-28,44			
ME	30,4	0,2656	SE	-28,44			
CU	86,8725	0,29775	HOR	-28,44			
Cerramientos ext. Semitrans.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)	
V1 x4	11,52	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44	
Suelo en contac. con el terren	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm
SVS	86,8725	11,08	2	32,89	-12,94	25,71	-9,28
<b>Total:</b>							-2997
Mayoracion de cargas							4,00%
<b>Total estructural:</b>							<b>-3117</b>
Ventilacion							
Nºpersonas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s		
15	2		90		0,38		
Mayoracion de cargas							4,00%
<b>Cargas por ventilación:</b>							<b>-5324</b>
<b>Potencia térmica:</b>							<b>-8441</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-97,161 W/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>-8,441 KW</b>



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )						
SALA DE JUEGOS	86,8725						
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior =	20			Temperatura exterior =	-8,44		
Humedad relativa interior =	50,00			Temperatura húmeda =	-8,6818		
Cargas de calefacción							Carga sensible
<u>Transmision de calor por conduccion-conveccion</u>							
Cerramientos exteriores opaco	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)			
ME	24,24	0,2656	SE	-28,44			
CU	86,8725	0,29775	HOR	-28,44			
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>h</sub>	U <sub>m</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)	
V1 x2	5,76	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44	
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	T <sub>s</sub> ext-int r	Lps	AT <sub>s</sub> ,ext,mm
SVS	86,8725	6	2	20,20	-12,94	13,92	-9,28
<b>Total:</b>							-1753
Mayoracion de cargas							4,00%
<b>Total estructural:</b>							<b>-1823</b>
Ventilacion							
Nºpersonas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s		
10	3		57,6		0,16		
Mayoracion de cargas							4,00%
<b>Cargas por ventilación:</b>							<b>-2272</b>
<b>Potencia térmica:</b>							<b>-4095</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-47,137 W/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>-4,095 KW</b>



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
<b>Recinto</b>	<b>Area (m<sup>2</sup>)</b>							
HABIT. COMUNAL 1	108,77							
<b>Condiciones de proyecto</b>								
<b>Internas</b>				<b>Externas</b>				
Temperatura interior =	20			Temperatura exterior =	-8,44			
Humedad relativa interior =	50,00			Temperatura húmeda =	-8,6818			
<b>Cargas de calefacción</b>							<b>Carga sensible</b>	
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>								
<b>Cerramientos exteriores opac.</b>	<b>Sup</b>	<b>U</b>	<b>Orient</b>	<b>Atcarga (°C)</b>				
ME	31,64	0,2656	SE	-28,44				-239
CU	108,77	0,29775	HOR	-28,44				-921
<b>Cerramientos ext. Semitransp.</b>	<b>Sup</b>	<b>U<sub>hv</sub></b>	<b>U<sub>hm</sub></b>	<b>FM(%)</b>	<b>Uhueco</b>	<b>ATcarga(°C)</b>		
V1 x2	5,76	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44		-444
<b>Suelo en contac. con el terreno</b>	<b>Sup</b>	<b>Perim.</b>	<b>Cond</b>	<b>Ls</b>	<b>Ts ext-int</b>	<b>Lps</b>	<b>ATs,ext,mm</b>	
SVS	108,77	7,48	2	25,20	-12,94	17,36	-9,28	-487
							<b>Total:</b>	-2091
<b>Mayoracion de cargas</b>							4,00%	-84
							<b>Total estructural:</b>	<b>-2175</b>
<b>Ventilacion</b>								
<b>Nºpersonas*</b>		<b>IDA</b>	<b>m<sup>3</sup>/h * per</b>			<b>m<sup>3</sup>/s</b>		
3		2	90			0,08		-1024
<b>Mayoracion de cargas</b>							4,00%	-41
							<b>Cargas por ventilación:</b>	<b>-1065</b>
							<b>Potencia térmica:</b>	<b>-3240</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-29,784 W/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>-3,24 KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )						
HABIT. COMUNAL 2	108,77						
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior =	20			Temperatura exterior =	-8,44		
Humedad relativa interior =	50,00			Temperatura húmeda =	-8,6818		
Cargas de calefacción							Carga sensible
Transmision de calor por conduccion-conveccion							
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)			
ME	31,64	0,2656	SE	-28,44			
CU	108,77	0,29775	HOR	-28,44			
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)	
V1 x2	5,76	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44	
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm
SVS	108,77	7,48	2	25,20	-12,94	17,36	-9,28
<b>Total:</b>							-2091
Mayoracion de cargas							4,00%
<b>Total estructural:</b>							-2175
Ventilacion							
Nºpersonas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per			m <sup>3</sup> /s	
3	2		90			0,08	
Mayoracion de cargas							4,00%
<b>Cargas por ventilación:</b>							-1065
<b>Potencia térmica:</b>							-3240
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-29,784 W/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>-3,24 KW</b>



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )							
HABITACION 3	15,9525							
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior =	20	Temperatura exterior =	-8,44					
Humedad relativa interior =	50,00	Temperatura húmeda =	-8,6818					
Cargas de calefacción							Carga sensible	
Transmision de calor por conduccion-conveccion								
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga(°C)				
ME	18,9	0,2656	SE	-28,44				-143
ME	19,75	0,2656	NE	-28,44				-149
CU	15,9525	0,29775	HOR	-28,44				-135
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>h</sub>	U <sub>m</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)		
V4 x2	6,3	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44		-486
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm	
SVS	15,9525	8,63	2	17,39	-12,94	20,02	-9,28	-411
							<b>Total:</b>	<b>-1324</b>
Mayoracion de cargas							4,00%	-53
							<b>Total estructural:</b>	<b>-1376</b>
Ventilacion								
Nºpersonas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per			m <sup>3</sup> /s		
3	3		57,6			0,05		-655
Mayoracion de cargas							4,00%	-26
							<b>Cargas por ventilación:</b>	<b>-681</b>
							<b>Potencia térmica:</b>	<b>-2058</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-129,003</b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>-2,058</b>	
		<b>W/m<sup>2</sup></b>					<b>KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
<b>Recinto</b>		<b>Area (m<sup>2</sup>)</b>						
HABITACION 4		16,0						
<b>Condiciones de proyecto</b>								
<b>Internas</b>				<b>Externas</b>				
Temperatura interior =		20		Temperatura exterior =		-8,44		
Humedad relativa interior =		50,00		Temperatura húmeda =		-8,6818		
<b>Cargas de calefacción</b>							<b>Carga sensible</b>	
<b>Transmision de calor por conduccion-conveccion</b>								
<b>Cerramientos exteriores opac.</b>		<b>Sup</b>	<b>U</b>	<b>Orient</b>	<b>Atcarga (°C)</b>			
ME		19,75	0,2656	NE	-28,44			-149
CU		15,9525	0,29775	HOR	-28,44			-135
<b>Cerramientos ext. Semitransp.</b>		<b>Sup</b>	<b>U<sub>hv</sub></b>	<b>U<sub>hm</sub></b>	<b>FM(%)</b>	<b>Uhueco</b>	<b>ATcarga(°C)</b>	
V4 x2		6,3	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44	-486
<b>Suelo en contac. con el terreno</b>		<b>Sup</b>	<b>Perim.</b>	<b>Cond</b>	<b>Ls</b>	<b>Ts ext-int</b>	<b>Lps</b>	<b>ATs,ext,mm</b>
SVS		15,9525	4,5	2	11,01	-12,94	10,44	-9,28
							<b>Total:</b>	-1009,23
<b>Mayoracion de cargas</b>							4,00%	-40
							<b>Total estructural:</b>	<b>-1050</b>
<b>Ventilacion</b>								
<b>Nºpersonas*</b>		<b>IDA</b>		<b>m<sup>3</sup>/h * per</b>		<b>m<sup>3</sup>/s</b>		
1		2		90		0,03		
<b>Mayoracion de cargas</b>							4,00%	-14
							<b>Cargas por ventilación:</b>	<b>-355</b>
							<b>Potencia térmica:</b>	<b>-1405</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-88,045</b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>		<b>-1,405</b>		
		<b>W/m<sup>2</sup></b>				<b>KW</b>		



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )						
HABITACION 5	16						
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior =	20	Temperatura exterior =	-8,44				
Humedad relativa interior =	50,00	Temperatura húmeda =	-8,6818				
Cargas de calefacción							Carga sensible
<u>Transmision de calor por conduccion-conveccion</u>							
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)			
ME	19,75	0,2656	NE	-28,44			
CU	15,9525	0,29775	HOR	-28,44			
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)	
V4 x2	6,3	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44	
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	.Ts ext-int r	Lps	ATs,ext,mm
SVS	15,9525	4,5	2	11,01	-12,94	10,44	-9,28
<b>Total:</b>							-1009
Mayoracion de cargas							4,00%
<b>Total estructural:</b>							<b>-1050</b>
<u>Ventilacion</u>							
Nºpersonas*	IDA	m <sup>3</sup> /h * per			m <sup>3</sup> /s		
1	2	90			0,03		
Mayoracion de cargas							4,00%
<b>Cargas por ventilación:</b>							<b>-355</b>
<b>Potencia térmica:</b>							<b>-1405</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-88,04 W/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>-1,40 KW</b>



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )						
HABITACION 6	16						
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior =	20	Temperatura exterior =	-8,44				
Humedad relativa interior =	50,00	Temperatura húmeda =	-8,6818				
Cargas de calefacción							Carga sensible
<u>Transmision de calor por conduccion-conveccion</u>							
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)			
ME	19,75	0,2656	NE	-28,44			
CU	15,9525	0,29775	HOR	-28,44			
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)	
V4 x2	6,3	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44	
Cerramientos con otros locales	Sup	U	Tlocal.ady			Atcarga(°C)	
MI	33	0,01565	5,78			-7,11	
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int r	Lps	ATs,ext,mm
SVS	15,9525	4,5	2	11,01	-12,94	10,44	-9,28
<b>Total:</b>							<b>-1012,90</b>
<u>Mayoracion de cargas</u>							4,00%
<b>Total estructural:</b>							<b>-1053</b>
<u>Ventilacion</u>							
Nºpersonas*	IDA	m <sup>3</sup> /h * per			m <sup>3</sup> /s		
1	2	90			0,03		
<u>Mayoracion de cargas</u>							4,00%
<b>Cargas por ventilación:</b>							<b>-355</b>
<b>Potencia térmica:</b>							<b>-1408</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-88,28</b> W/m <sup>2</sup>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>-1,41</b> KW



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )						
SANITARIOS HOMBRES 1	48						
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior =	20			Temperatura exterior =	-8,44		
Humedad relativa interior =	50,00			Temperatura húmeda =	-8,6818		
Cargas de calefacción							Carga sensible
Transmisión de calor por conducción-convección							
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)			
ME	26,625	0,2656	NO	-28,44			
CU	47,685	0,29775	HOR	-28,44			
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>h</sub> v	U <sub>h</sub> m	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)	
V3 x3	3,375	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44	
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm
SVS	47,685	6	2	17,86	-12,94	13,92	-9,28
<b>Total:</b>							<b>-1225,36</b>
Mayoración de cargas							4,00%
<b>Total estructural:</b>							<b>-1274</b>
Ventilación							
Nºpersonas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s		
1	2		90		0,03		
Mayoración de cargas							4,00%
<b>Cargas por ventilación:</b>							<b>-355</b>
<b>Potencia térmica:</b>							<b>-1629</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-34,17 W/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>-1,63 KW</b>



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )						
SANITARIOS MUJERES 1	48						
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior =	20	Temperatura exterior =	-8,44				
Humedad relativa interior =	50,00	Temperatura húmeda =	-8,6818				
Cargas de calefacción							Carga sensible
<u>Transmision de calor por conduccion-conveccion</u>							
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)			
ME	26,625	0,2656	NO	-28,44			
ME	53,75	0,2656	NE	-28,44			
CU	47,685	0,29775	HOR	-28,44			
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)	
V3 x5	5,625	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44	
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	.Ts ext-int r	Lps	ATs,ext,mm
SVS	47,685	17,2	2	39,30	-12,94	39,91	-9,28
<b>Total:</b>							<b>-2323,33</b>
Mayoracion de cargas							4,00%
<b>Total estructural:</b>							<b>-2416</b>
<u>Ventilacion</u>							
Nºpersonas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per			m <sup>3</sup> /s	
1	3		57,6			0,02	
Mayoracion de cargas							4,00%
<b>Cargas por ventilación:</b>							<b>-227</b>
<b>Potencia térmica:</b>							<b>-2643</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-55,44 W/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>-2,64 KW</b>



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )							
VESTÍBULO	449							
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior =	20			Temperatura exterior =	-8,44			
Humedad relativa interior =	50,00			Temperatura húmeda =	-8,6818			
Cargas de calefacción							Carga sensible	
<u>Transmisión de calor por conducción-convección</u>								
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga(°C)				
ME	45	0,2656	SE	-28,44				
ME	41,6	0,2656	SO	-28,44				
ME	39,45	0,2656	NE	-28,44				
ME	22,5	0,2656	NO	-28,44				
CU	449,259	0,29775	HOR	-28,44				
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)		
P1	15,63	2,8	2,2	0,2	2,68	-28,44		
P2	31,24	2,8	2,2	0,2	2,68	-28,44		
V1 x5	14,4	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44		
Cerramientos con otros locales	Sup	U	Tlocal.ady		Atcarga(°C)			
MI	4,45	0,01565	5,78		-7,11			
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm	
SVS	449,259	33,68	2	111,59	-12,94	78,15	-9,28	
							<b>Total:</b>	<b>-11778,41</b>
<u>Mayoración de cargas</u>							4,00%	-471
							<b>Total estructural:</b>	<b>-12250</b>
<u>Ventilación</u>								
Nºpersonas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s			
2	2		90		0,05			
<u>Mayoración de cargas</u>							4,00%	-27
							<b>Cargas por ventilación:</b>	<b>-710</b>
							<b>Potencia térmica:</b>	<b>-12959</b>
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE		<b>-28,85</b> W/m <sup>2</sup>		POTENCIA TÉRMICA TOTAL			<b>-12,96</b> KW	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )							
SANITARIOS HOMBRES 2	21							
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior =	20	Temperatura exterior =	-8,44					
Humedad relativa interior =	50,00	Temperatura húmeda =	-8,6818					
Cargas de calefacción							Carga sensible	
<u>Transmision de calor por conduccion-conveccion</u>								
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)				
ME	15	0,2656	SO	-28,44				-113
CU	21,1162	0,29775	HOR	-28,44				-179
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)		
V5 x1	3,6	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44		-277
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	T <sub>s ext-int</sub>	Lps	AT <sub>s,ext</sub> ,mm	
SVS	21,1162	3	2	8,69	-12,94	6,96	-9,28	-177,08
							<b>Total:</b>	<b>-746,66</b>
Mayoracion de cargas								
							4,00%	-30
							<b>Total estructural:</b>	<b>-777</b>
Ventilacion								
Nºpersonas*	IDA	m <sup>3</sup> /h * per			m <sup>3</sup> /s			
1	3	57,6			0,02			-218
Mayoracion de cargas								
							4,00%	-9
							<b>Cargas por ventilación:</b>	<b>-227</b>
							<b>Potencia térmica:</b>	<b>-1004</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-47,53</b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>		<b>-1,00</b>		
		<b>W/m<sup>2</sup></b>				<b>KW</b>		



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )						
SANITARIOS MUJER 2	21						
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior =	20			Temperatura exterior =	-8,44		
Humedad relativa interior =	50,00			Temperatura húmeda =	-8,6818		
Cargas de calefacción							Carga sensible
<u>Transmisión de calor por conducción-convección</u>							
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)			
ME	15	0,2656	SO	-28,44			
CU	21,1162	0,29775	HOR	-28,44			
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>h</sub>	U <sub>m</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)	
V5 x1	3,6	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44	
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	T <sub>s</sub> ext-int r	Lps	AT <sub>s</sub> ,ext,mm
SVS	21,1162	3	2	8,69	-12,94	6,96	-9,28
							-746,66
Mayoración de cargas							4,00%
							-30
							-777
Ventilación							
Nºpersonas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s		
1	3		57,6		0,02		
Mayoración de cargas							4,00%
							-9
							<b>Cargas por ventilación:</b>
							<b>-227</b>
							<b>Potencia térmica:</b>
							<b>-1004</b>
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE		<b>-47,53</b> W/m <sup>2</sup>		POTENCIA TÉRMICA TOTAL		<b>-1,00</b> KW	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)					
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )				
PASILLO	68				
Condiciones de proyecto					
Internas			Externas		
Temperatura interior =	20	Temperatura exterior =	-8,44		
Humedad relativa interior =	50,00	Temperatura húmeda =	-8,6818		
Cargas de calefacción					Carga sensible
<u>Transmision de calor por conduccion-conveccion</u>					
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)	
CU	68,0668	0,29775	HOR	-28,44	
Cerramientos con otros locales	Sup	U	Tlocal.ady	Atcarga(°C)	
MI	33	0,01565	34,0334	-17,0167	
<b>Total:</b>					-585
<u>Mayoracion de cargas</u>					4,00%
<b>Total estructural:</b>					-609
<u>Ventilacion</u>					
Nºpersonas*	IDA	m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s	
1	2	90		0,03	
<u>Mayoracion de cargas</u>					4,00%
<b>Cargas por ventilación:</b>					-355
<b>Potencia térmica:</b>					-964
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-14,16 W/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>	
				<b>-0,96 KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )							
CONSULTORIO	17							
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior =	20	Temperatura exterior =	-8,44					
Humedad relativa interior =	50,00	Temperatura húmeda =	-8,6818					
Cargas de calefacción							Carga sensible	
Transmision de calor por conduccion-conveccion								
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga(°C)				
ME	13,65	0,2656	SE	-28,44		-103		
ME	10,5	0,2656	SO	-28,44		-79		
P5	4,5	2,2	SO	-28,44		-282		
CU	16,6725	0,29775	HOR	-28,44		-141		
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>h</sub>	U <sub>m</sub>	FM(%)	U <sub>hueco</sub>	ATcarga(°C)		
V6 x1	1,35	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44		
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	T <sub>s ext-int</sub>	Lps	AT <sub>s,ext,mm</sub>	
SVS	16,6725	6	2	13,72	-12,94	13,92	-9,28	
<b>Total:</b>							-1015,91	
Mayoracion de cargas							4,00%	-41
<b>Total estructural:</b>							-1057	
Ventilacion								
Nºpersonas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per		m <sup>3</sup> /s			
1	2		90		0,03			
Mayoracion de cargas							4,00%	-14
<b>Cargas por ventilación:</b>							-355	
<b>Potencia térmica:</b>							-1411	
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-84,66 W/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>-1,41 KW</b>	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )							
CONSERJERIA	15							
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior =	20			Temperatura exterior =	-8,44			
Humedad relativa interior =	50,00			Temperatura húmeda =	-8,6818			
Cargas de calefacción							Carga sensible	
Transmision de calor por conduccion-conveccion								
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)				
ME	11,2	0,2656	SO	-28,44				-85
CU	15,48	0,29775	HOR	-28,44				-131
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)		
V7 x1	4,55	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44		-351
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm	
SVS	15,48	3	2	8,08	-12,94	6,96	-9,28	-169,19
							<b>Total:</b>	<b>-735,56</b>
Mayoracion de cargas							4,00%	-29
							<b>Total estructural:</b>	<b>-765</b>
Ventilacion								
Nºpersonas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per			m <sup>3</sup> /s		
1	2		90			0,03		-341
Mayoracion de cargas							4,00%	-14
							<b>Cargas por ventilación:</b>	<b>-355</b>
							<b>Potencia térmica:</b>	<b>-1120</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-72,35</b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>		<b>-1,12</b>		
		<b>W/m<sup>2</sup></b>				<b>KW</b>		



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto	Area (m <sup>2</sup> )						
MANTENIMIENTO	17						
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior =	20			Temperatura exterior =	-8,44		
Humedad relativa interior =	50,00			Temperatura húmeda =	-8,6818		
Cargas de calefacción							Carga sensible
<u>Transmisión de calor por conducción-convección</u>							
Cerramientos exteriores opac.	Sup	U	Orient	Atcarga (°C)			
ME	15	0,2656	SO	-28,44			
CU	16,6725	0,29775	HOR	-28,44			
Cerramientos ext. Semitransp.	Sup	U <sub>hv</sub>	U <sub>hm</sub>	FM(%)	Uhueco	ATcarga(°C)	
V7 x1	4,55	2,8	2,2	0,15	2,71	-28,44	
Cerramientos con otros locales	Sup	U	Tlocal.ady			Atcarga(°C)	
MI	30,4	0,1719	5,78			-7,11	
Suelo en contac. con el terreno	Sup	Perim.	Cond	Ls	.Ts ext-int	Lps	ATs,ext,mm
SVS	16,6725	3	2	8,23	-12,94	6,96	-9,28
<b>Total:</b>							<b>-813,41</b>
<u>Mayoración de cargas</u>							4,00%
<b>Total estructural:</b>							<b>-846</b>
<u>Ventilación</u>							
Nºpersonas*	IDA		m <sup>3</sup> /h * per			m <sup>3</sup> /s	
1	3		57,6			0,02	
<u>Mayoración de cargas</u>							4,00%
<b>Cargas por ventilación:</b>							<b>-227</b>
<b>Potencia térmica:</b>							<b>-1073</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>-64,36 W/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>-1,07 KW</b>



## CARGAS TÉRMICAS MAXIMAS

Para el dimensionamiento de elementos terminales, se ha considerado la carga máxima en cada local. Para ello se ha realizado una estimación de máxima ocupación en cada espacio, que va a influir en la carga de ventilación y la carga interna.

A continuación se muestran los cálculos realizados:

## OCUPACION MAXIMA

	Actividad	Nº Personas	Nº Pers MAX	C.Lat [W]	C.Sens [W]
Aula didactica	De pie. Trabajo muy ligero	15	35	2730	1610,00
Salon de juegos	De pie, trb. Ligero	10	25	2150	1975,00
Habitacion comunal 1	Sentado, reposo	3	15	1065	465,00
Habitacion comunal 2	Sentado, reposo	3	15	1065	465,00
Sala de descanso	Sentado, reposo	10	35	2485	1085,00
Sala de proyecciones	Sentado, reposo	15	45	3195	1395,00
Comedor - Cafeteria + pa	De pie. Trabajo muy ligero	20	55	4290	2530,00
Mantenimiento	De pie. Trabajo moderado	1	6	588	774,00
Cocina	De pie, trbajo moderado	3	6	588	774,00
Habitacion 3	Sentado, reposo	1	5	355	155,00
Habitacion 4	Sentado, reposo	1	5	355	155,00
Habitacion 5	Sentado, reposo	1	5	355	155,00
Habitacion 6	Sentado, reposo	1	5	355	155,00
Sanitarios Hombres 1	De pie sin mov	1	8	600	392,00
Sanitarios Mujer 1	De pie sin mov	1	8	600	392,00
Sanitarios hombre 2	De pie sin mov	1	5	375	245,00
Sanitarios Mujer 2	De pie sin mov	1	5	375	245,00
Vestibulo	De pie. Trabajo muy ligero	2	12	936	552,00
Pasillo	De pie. Trabajo muy ligero	2	4	312	184,00
Conserjeria	De pie. Trabajo muy ligero	1	5	390	230,00
Consultorio	De pie. Trabajo muy ligero	1	5	390	230,00



<b>CARGAS MÁXIMAS INVIERNO</b>		
	<b>Ventilacion [W]</b>	<b>Cargas internas [W]</b>
Habitacion comunal 1	-5119	-2175
Habitacion comunal 2	-5119	-2175
Habitacion 3	-1706	-1324
Habitacion 4	-1706	-1050
Habitacion 5	-1706	-1050
Habitacion 6	-1706	-1053
Sala de descanso	-10238	-2721
Aula didactica	-10238	-3117
Salon de juegos	-4368	-1823
Sanitarios Hombres 1	-1747	-1274
Sanitarios Mujer 1	-1747	-2416
Sanitarios hombre 2	-874	-777
Sanitarios Mujer 2	-874	-777
Vestibulo	-3413	-12250
Restaurante	-17064	-5295
Cocina	-874	-1086
Sala de proyecciones	-13651	-3885
Pasillo 2	-1024	-609
Conserjeria	-1365	-765
Consultorio	-1365	-1057
Mantenimiento	-874	-846



<b>CARGAS MÁXIMAS VERANO</b>							
<b>Local</b>	<b>Areas [m2]</b>	<b>Tipo</b>	<b>Carga internas sin ocupacion</b>	<b>Ocupación max [W]</b>	<b>TOTAL [W]</b>	<b>Ratio [W/m2]</b>	<b>Ratio sens [W/m2]</b>
Habitacion comunal 1	108,8	<i>Sensible</i>	995	465	1460		
		<i>Latente</i>	9	1065	1074	23,30	13,43
Habitacion comunal 2	113,5	<i>Sensible</i>	995	465	1460		
		<i>Latente</i>	9	1065	1074	22,32	12,86
Habitacion 3	16,0	<i>Sensible</i>	575	155	730		
		<i>Latente</i>	3	355	358	68,22	45,79
Habitacion 4	16,0	<i>Sensible</i>	406	155	561		
		<i>Latente</i>	3	355	358	57,63	35,20
Habitacion 5	16,0	<i>Sensible</i>	406	155	561		
		<i>Latente</i>	3	355	358	57,63	35,20
Habitacion 6	16,0	<i>Sensible</i>	407	155	562		
		<i>Latente</i>	3	355	358	57,66	35,23
Sala de descanso	113,5	<i>Sensible</i>	1526	1085	2611		
		<i>Latente</i>	28	2485	2513	45,13	23,00
Aula didactica	86,9	<i>Sensible</i>	2692	1610	4302		
		<i>Latente</i>	47	2730	2777	81,48	49,52
Salon de juegos	86,9	<i>Sensible</i>	2788	1975	4763		
		<i>Latente</i>	34	2150	2184	79,97	54,82
Sanitarios Hombres 1	47,7	<i>Sensible</i>	2810	392	3202		
		<i>Latente</i>	377	600	977	87,65	67,15
Sanitarios Mujer 1	47,7	<i>Sensible</i>	3256	392	3648		
		<i>Latente</i>	377	600	977	97,00	76,50
Sanitarios hombre 2	21,1	<i>Sensible</i>	776	245	1021		
		<i>Latente</i>	3	375	378	66,25	48,35
Sanitarios Mujer 2	21,1	<i>Sensible</i>	776	245	1021		
		<i>Latente</i>	3	375	378	66,25	48,35
Vestibulo + Pasillos	449,3	<i>Sensible</i>	8518	552	9070		
		<i>Latente</i>	6	936	942	22,29	20,19
Restaurante	226,1	<i>Sensible</i>	5183	2530	7713		
		<i>Latente</i>	645	4290	4935	55,95	34,12
Cocina	34,7	<i>Sensible</i>	2353	774	3127		
		<i>Latente</i>	140	588	728	111,04	90,08
Sala de proyecciones	129,5	<i>Sensible</i>	396	1395	1791		
		<i>Latente</i>	43	3195	3238	38,82	13,83
Pasillo 2	68,1	<i>Sensible</i>	287	184	471		
		<i>Latente</i>	6	312	318	11,60	6,92
Conserjeria	15,5	<i>Sensible</i>	1180	230	1410		
		<i>Latente</i>	3	390	393	116,48	91,08
Consultorio	16,7	<i>Sensible</i>	453	230	683		
		<i>Latente</i>	3	390	393	64,52	40,95
Mantenimiento	16,7	<i>Sensible</i>	1471	774	2245		
		<i>Latente</i>	524	588	1112	201,32	134,63

## EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA EN DIA TIPO

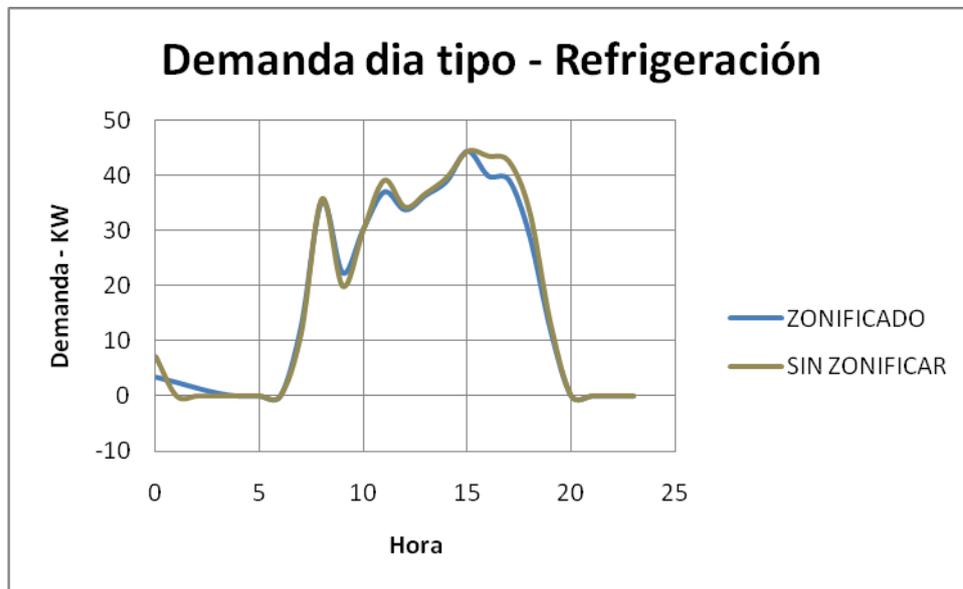
Rubén Marzo Limeres

Mecánica - EUITIZ - 2011

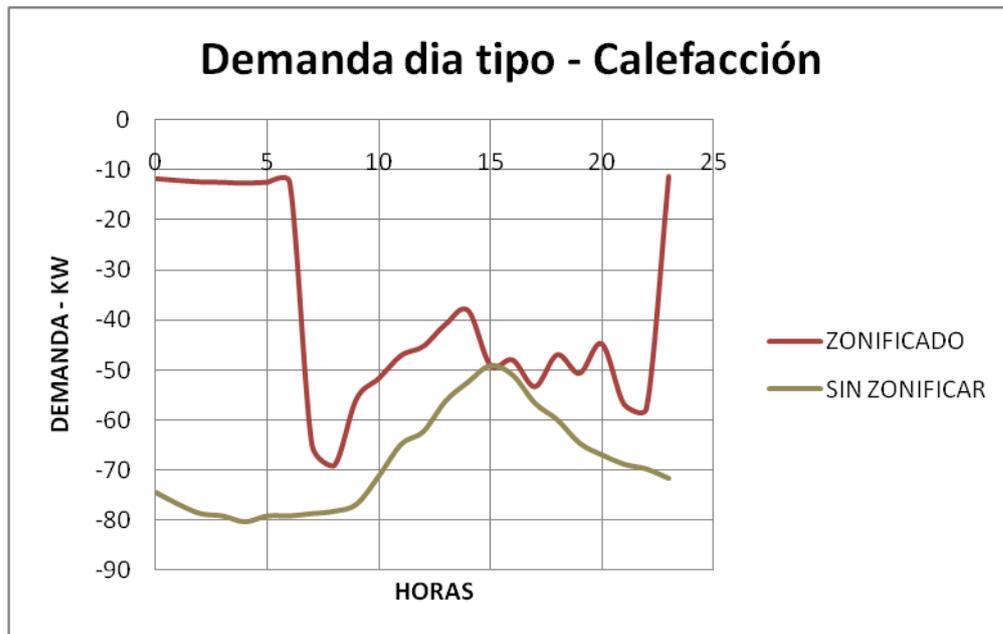


Parámetros	Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	T.Ext.	18,7	17,5	15,9	14,3	13,1	12,1	12,1	17,3	22,1	24,9	28,1	31,3	31,7	32,7	33,1	33,5	32,5	31,9	30,9	28,1	23,7	20,7	20,1	18,3
	H%	80%	82%	86%	92%	94%	95%	96%																	
	Th	16,3	15,4	14,4	13,5	12,5	11,6	11,7	15,7	18,1	15,7	16,6	17,6	17,0	17,1	17,3	17,6	17,3	17,2	16,5	15,0	12,3	10,5	10,5	9,4
	%Ocupación	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	50%	60%	70%	70%	70%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	70%	50%	40%	40%	40%
Zonas	ZONA HABT	-2,4	-3,4	-4,4	-5,3	-6,2	-6,8	-5,9	-1	2,3	1,3	2,9	4,2	3,6	3,5	3,6	3,7	3,1	2,6	1,7	-0,5	-3,4	-5,3	-6,5	-6,7
ZONA SERV	4,7	-1,1	-7,1	-12	-18	-21	-18	7,9	23	12	18	24	21	22	24	28	28	28	21	7,1	-10	-21	-27	-28	
ZONA S.PROY.	-2	-3,1	-4,2	-5,1	-6,2	-7,2	-7	-2,3	0,5	-3,8	-3	-2,1	-3,1	-3,1	-2,9	-2,5	-2,8	-2,8	-3,7	-5,4	-8,2	-9,9	-11	-11	
ZONA ADMIN.	1	0,6	0,1	-0,3	-0,7	-1	-0,7	1	2,2	1,6	2,2	2,7	2,7	3,1	3,5	3,8	3,6	3,4	2,7	1,7	0,3	-0,5	-1	-1,1	
ZONIFICADO	3,4	2,5	1,4	0,5	0	0	0	13	35	22	30	37	34	36	39	44	40	39	29	12	0	0	0	0	
SIN ZONIFICAR	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	35,7	19,9	30,1	39,1	34,2	36,8	39,6	44,4	43,5	42,5	33,4	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0	

Los totales que dan negativos, se desprecian.



Parámetros	Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	T.Ext.	-6,3	-7,3	-8,1	-8,3	-8,8	-8,3	-8,3	-8,1	-7,9	-7,3	-4,9	-2,2	-1,1	1,5	3,1	4,5	3,7	1,3	-0,1	-2,1	-3,1	-3,9	-4,3	-5,1
	H%	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	98%	#####	89%	#####	89%	75%	66%	52%	49%	55%	54%	63%	80%	93%	96%	98%	97%
	ZONA HABT	-12	-12	-12	-13	-13	-13	-13	-12	-12	-12	-11	-10	-9,8	-8,9	-8,3	-7,8	-8,1	-8,9	-9,5	-10	-11	-11	-11	-11
	ZONA SERV	-50	-51	-53	-53	-54	-53	-53	-53	-52	-51	-48	-43	-42	-38	-35	-33	-34	-38	-40	-43	-45	-46	-47	-48
Zonas	ZONA S.PROY.	-8,6	-8,9	-9,1	-9,2	-9,3	-9,2	-9,2	-9,1	-9,1	-8,9	-8,2	-7,5	-7,1	-6,4	-5,9	-5,5	-5,8	-6,5	-6,9	-7,4	-7,7	-7,9	-8,1	-8,3
ZONA ADMIN.	-4,3	-4,4	-4,5	-4,6	-4,6	-4,6	-4,6	-4,5	-4,5	-4,4	-4,1	-3,7	-3,6	-3,2	-3	-2,8	-2,9	-3,2	-3,4	-3,7	-3,8	-4	-4	-4,1	
ZONIFICADO	-12	-12	-12	-13	-13	-13	-13	-65	-69	-56	-52	-47	-45	-41	-38	-49	-48	-53	-47	-51	-45	-57	-58	-11	
SIN ZONIFICAR	-75	-77	-79	-79	-80	-79	-79	-79	-78	-77	-71	-65	-62	-56	-52	-49	-51	-57	-60	-65	-67	-69	-70	-72	





## **ANEXO 4. “ESTUDIO DE ALTERNATIVAS”**

### **ESTUDIO DE ENERGÍA PRIMARIA CONSUMIDA. CALEFACCIÓN.**

#### **Parámetros**

Necesidades de calefacción	78,24	kWh
PCI Gas natural	38937	kJ/Nm <sup>3</sup>
PCI Gasoleo C	42705	kJ/Nm <sup>3</sup>
Rdto Central Gas	<b>0,53</b>	
Rdto Central Térmica	<b>0,37</b>	
Emisiones de CO <sub>2</sub> <b>promedio en Teruel</b>	<b>0,79</b>	kg CO <sub>2</sub> /kWh
Emisiones de CO <sub>2</sub> <b>Gas Natural (IDAE)</b>	<b>2,758</b>	kg CO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup>
Emisiones de CO <sub>2</sub> <b>Gasoleo (IDAE)</b>	<b>3,186</b>	kg CO <sub>2</sub> /l
Emisiones de CO <sub>2</sub> <b>MCI cogeneracion</b>	<b>0,5</b>	kg CO <sub>2</sub> /KWh

Resistencias		Rdto	W <sub>eléc</sub> (kWh)	Nm <sup>3</sup> GN	kg CO <sub>2</sub>	Energía primaria consumida [KWh]
	max	0,95	82,35	0,0	<b>65,02</b>	<b>182,83</b>
	min	1	78,24	0,0	<b>61,77</b>	<b>173,69</b>

Caldera		Rdto est	W <sub>eléc</sub> (kWh)	Nm <sup>3</sup> GN	kg CO <sub>2</sub>	Energía primaria consumida [KWh]
	max	0,97	0,00	7,5	<b>20,57</b>	<b>80,66</b>
	min	1,18	0,00	6,1	<b>16,91</b>	<b>66,30</b>

Bomba de calor Aire-Agua	SPF	W <sub>eléc</sub> (kWh)	Nm <sup>3</sup> GN	kg CO <sub>2</sub>	Energía primaria consumida [KWh]
	2,36	33,14	0,0	<b>26,17</b>	<b>73,58</b>

Bomba de calor agua-agua	SPF	W <sub>eléc</sub> (kWh)	Nm <sup>3</sup> GN	kg CO <sub>2</sub>	Energía primaria consumida [KWh]
	4,54	17,23	0,0	<b>13,60</b>	<b>38,25</b>

Bomba de calor agua-agua con motor a gas	SPF	W <sub>eléc</sub> (kWh)	Nm <sup>3</sup> GN	kg CO <sub>2</sub> /KWh	Energía primaria consumida [KWh]	Excedente eléctrico [KWh]
	4,54	0,00	6,93	<b>10,00</b>	<b>75,00</b>	2,77



## ESTUDIO DE ENERGÍA PRIMARIA CONSUMIDA. REFRIGERACIÓN

### Parámetros

Necesidades de refrigeracion	55,69	kWh
PCI <sub>Gas natural</sub>	38937	kJ/Nm <sup>3</sup>
PCI <sub>Gaoleo</sub>	42705	kJ/Nm <sup>3</sup>
Rdto Central Gas	<b>0,53</b>	
Rdto Central Térmica	<b>0,37</b>	
Emisiones de CO <sub>2</sub> <b>promedio en Teruel</b>	<b>0,79</b>	kg CO <sub>2</sub> /kWh
Emisiones de CO <sub>2</sub> <b>Gas Natural (IDAE)</b>	<b>2,758</b>	kg CO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup>
Emisiones de CO <sub>2</sub> <b>Gasoleo (IDAE)</b>	<b>3,186</b>	kg CO <sub>2</sub> /l
Emisiones de CO <sub>2</sub> <b>MCI cogeneracion</b>	<b>0,5</b>	kg CO <sub>2</sub> /KWh

Absorción+ Caldera		COP	W <sub>eléc</sub> (kWh)	Nm <sup>3</sup> GN	kg CO <sub>2</sub>	Energía primaria consumida [KWh]
	max	0,7	0	7,4	<b>20,28</b>	<b>79,55</b>

Absorción+ Colectores Solares		COP	W <sub>eléc</sub> (kWh)	Nm <sup>3</sup> GN	kg CO <sub>2</sub>	Energía primaria consumida [KWh]
	max	0,7	0	0,0	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
	min	0,5	0	0,0	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Bomba de Calor Aire-Agua	SEER	W <sub>eléc</sub> (kWh)	Nm <sup>3</sup> GN	kg CO <sub>2</sub>	Energía primaria consumida [KWh]
	3,32	16,8	0,0	<b>13,25</b>	<b>37,26</b>

Bomba de calor Agua-Agua acoplada al terreno	SEER	W <sub>eléc</sub> (kWh)	Nm <sup>3</sup> GN	kg CO <sub>2</sub>	Energía primaria consumida [KWh]
	8,07	6,9	0,0	<b>5,45</b>	<b>15,33</b>

Bomba de calor Agua-Agua con motor a gas	SEER	W <sub>eléc</sub> (kWh)	Nm <sup>3</sup> GN	kg CO <sub>2</sub>	Energía primaria consumida [KWh]
	8,07	0	2,1	<b>10,00</b>	<b>23,01</b>
				Excedente térmico [KWh]	Excedente eléctrico [KWh]
				<b>40,00</b>	<b>13,10</b>



## CONSUMO DE ELECTRICIDAD EN TERUEL SEGÚN FUENTE DE ENERGIA

	Tep	GWh	% procedenci	Rdto centrales	Emisiones CO2 [Kg co2/KWh]
<b>Carbón</b>	265.362	3.086	55,23%	36,85%	1,14
<b>EERR</b>	37.294	434	7,76%	1	
<b>Gas Natural</b>	150.779	1.753	31,38%	53,44%	0,42
<b>Cogeneración</b>	27.023	314	5,62%	0,8	0,5

0.086 Tep =  
0.001GWh

Emisiones CO2 promedio [Kg co2/KWh]  
0,79

PROCEDENCIA ELECTRICIDAD	
<b>Carbón</b>	55,23%
<b>EERR</b>	7,76%
<b>Gas Natural</b>	31,38%
<b>Cogeneración</b>	5,62%

### Factores de Conversión Utilizados:

#### Carbones:

Carbón y Antracita: 0,720 tep/t  
Coque: 0,690 tep/t  
Gas Coquerías: 0,926 tep/t  
Gas Alto hornos: 0,060 tep/t

#### Productos Petrolíferos:

GLP: 1,090 tep/t  
Gasolina: 1.290 l/tep  
Gasóleo: 1.181 l/tep  
Queroseno: 1.213 l/tep  
Fuelóleo: 0,960 tep/t  
Coque de Petróleo: 0,775 tep/t

Gas Natural: 11.622 kWh/tep

#### Energías Renovables:

Biomasa: 0,357 tep/t  
Biogas, Solar Térmica, Geotermia: 11.628 kWh/tep  
Bioetanol: 0,64 tep/t  
Biodiesel: 0,88 tep/t

Electricidad: 0,086 tep/MWh



## ESTUDIO DE LA MÁQUINA DE ABSORCIÓN

Para un estudio de la rentabilidad de la instalación de una máquina de absorción en el presente proyecto, se ha seleccionado la siguiente máquina de simple efecto:

Demand a refrig. [KW]	COP	Calor a aportar [KW]
55,69	0,70	79,73

TABLA ESPECIFICACIONES UNIDADES POR AGUA CALIENTE							
YAZAKI			Unidad de medida	MODELOS			
				WFC-SC5	WFC-SC10	WFC-SC20	WFC-SC30
Capacidad frigorífica			kW	17,6	35,2	70,3	105,4
Agua refrigerada	Temperatura agua refrigerada	entrada	°C	12,5			
		salida	°C	7			
	Pérdida de carga evaporador	kPa	56,0	56,1	65,8	70,1	
	Presión estática máxima	kPa	588				
	Caudal de agua	l/s	0,77	1,53	3,06	4,58	
Volumen de agua contenido			l	8	17	46	72
Agua de enfriamiento (torre)	Calor a disipar		kW	42,7	85,5	171,0	258,0
	Temperatura	entrada	°C	31,0			
		salida	°C	35,0			
	Pérdida de carga absorb/coond	kPa	41,0	85,3	45,3	46,4	
	Factor ensuciamiento	kW/h/K/m²	0,086				
	Presión estática máxima	kPa	588				
	Caudal de agua	l/s	2,55	5,1	10,2	15,3	
Volumen de agua contenido			l	37	66	124	171
Agua caliente aportada al generador	Potencia de calor a aportar		kW	25,1	50,2	100,4	150,6
	Temperatura	entrada	°C	88			
		salida	°C	83			
		rango	°C	70 ~ 95			
	Pérdida de carga en generador	kPa	88,0	90,4	46,4	60,4	
	Presión estática máxima	kPa	588				
	Caudal de agua	l/s	1,2	2,4	4,8	7,2	
Volumen de agua contenido			l	10	20,8	53,1	83,7
Electr- cidad	Potencia suministro			220V c.a. mono-50Hz	380V c.a. - III - 50Hz		
	Consumo	W	48	210	260	310	
	Intensidad	A	0,23	0,43	0,92	1,25	
Control	Refrigeración			Todo - nada			
Dimen- siones	Ancho		mm	594	760	1.060	1.380
	Fondo		mm	744	970	1.300	1.545
	Alto (incluidas placas fijación)		mm	1.736	1.920	2.030	2.065
Peso	En vacío		kg	365	500	930	1.450
	En carga		kg	422	604	1.156	1.801
Acústica	Nivel sonoro		dB(A)	46	46	49	52
Sección tubos agua	Agua refrigerada o caliente			DN-32	DN-40	DN-50	
	Agua enfriamiento (torre)			DN-40	DN-50		DN 65
	Agua caliente generador			DN-40	DN-40	DN-50	DN-65
Envolvente y acabado exterior: Envolvente de chapa galvanizada y pintada en caliente de color metalizado plata, resistente al agua e instalable tanto en el interior como en el exterior.							

La captación solar sera con colectores de tubo de vacío, que reducen las perdidas en altas temperaturas.

Rubén Marzo Limeres



### Datos técnicos

#### Datos técnicos

<b>Modelo SD2A</b>		<b>2 m<sup>2</sup></b>	<b>3 m<sup>2</sup></b>
Número de tubos		20	30
Superficie bruta	m <sup>2</sup>	2,880	4,322
Superficie de absorción	m <sup>2</sup>	2,012	3,009
Superficie de apertura (dato decisivo para el dimensionado de la instalación)	m <sup>2</sup>	2,155	3,231
<b>Dimensiones</b>			
Anchura a	mm	1418	2128
Altura b	mm	2031	2031
Profundidad c	mm	143	143
Rendimiento óptico (área apertura)	%	74,0	74,0
Coefficiente de pérdida de calor k1	W/(m <sup>2</sup> · K)	1,28	1,06
Coefficiente de pérdida de calor k2	W/(m <sup>2</sup> · K)	0,0070	0,0065
Rendimiento óptico (área absorbedor)	%	78,9	79,1
Coefficiente de pérdida de calor k1	W/(m <sup>2</sup> · K)	1,36	1,14
Coefficiente de pérdida de calor k2	W/(m <sup>2</sup> · K)	0,0075	0,0070
<b>Capacidad térmica</b>	<b>kJ/(m<sup>2</sup> · K)</b>	<b>9,4</b>	<b>9,4</b>
<b>Peso</b>	<b>kg</b>	<b>57,1</b>	<b>86,5</b>
Volumen de fluido (medio portador de calor)	litros	3,81	5,82
<b>Presión de servicio adm.</b> (en los colectores de sistemas cerrados debe haber una presión mínima de 1 bar en frío)	bar	6	6
<b>Temperatura máx. de inactividad</b>	°C	295	295
<b>Conexión</b>	Ø en mm	22	22
<b>Requisitos del soporte y de los anclajes</b>		La cubierta debe soportar la fuerza del viento.	

#### Temperatura de inactividad

Es la temperatura en el punto más caliente del colector (con una intensidad de radiación global de 1000 W) si no se extrae calor alguno.

La metodología seguida para calcular la captación de energía mediante los colectores ha sido la publicación de “Casos prácticos de Tecnología Energética”.

A continuación se muestran los cálculos realizados:

<b>Energía máxima que llega a los capt. solares</b>		<b>H [MJ/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Kincl</b>	<b>V</b>	<b>Ppol</b>	<b>1,2</b>
$V = 0,94 \cdot H \cdot P_{pol} \cdot k_{inclin} \cdot k_{orient} \cdot k_{sombra}$	Mayo	18,9	1,04	19,95	Korient	1
	Junio	20,6	1,02	21,33	Ksombra	0,9
	Julio	21,8	1,04	23,02		
	Agosto	20,7	1,09	22,91		
	Septiembre	16,9	1,17	20,07		

<b>Irradiación sobre el colector</b>			
	<b>V [MJ/m<sup>2</sup> di]</b>	<b>hsol</b>	<b>G[W/m<sup>2</sup>]</b>
$G = 10^6 \cdot V \cdot \frac{1}{h_{sol} \cdot 3600}$	Mayo	19,95	583,47
	Junio	21,33	623,72
	Julio	23,02	673,00
	Agosto	22,91	669,76
	Septiembr	20,07	619,55



		G[W/m2]	Ta	Rdto.	Rdt. o	79%
<b>Rendimiento del colector</b>	Mayo	583,47	18,90	62%	a1	0,97
	Junio	623,72	20,60	63%	b1	0,97
	Julio	673,00	21,80	65%	k1	1,14
	Agosto	669,76	20,70	64%	k2	0,007
	Septiembr	619,55	16,90	62%	Tm	85

$$\eta = \eta_b - a_1 k_1 \frac{(T_m - T_a)}{G} - k_2 \left( \frac{(T_m - T_a)}{G} \right)^2 \cdot G$$

	V [MJ/m2 día]	Rdt.	Edia media [KW]	Cobertura	nº captadores	188	
<b>Energía aprovechada</b>	Mayo	19,95	62%	64,30	81%	Area capt [m2]	3
	Junio	21,33	63%	70,59	89%	Area total [m2]	564
	Julio	23,02	65%	77,98	98%		
	Agosto	22,91	64%	77,13	97%	Perd. en la inst	20%
	Septiembre	20,07	62%	65,07	82%		

$$E_{media\ dia} [KW] = \frac{V \cdot \eta \cdot A_{total} \cdot (1 - P_{inst})}{24 \cdot 3600}$$

	Cobertura	Rdto. Caldera	En.aportada por caldera	Energía consumida	E.Primaria
Mayo	81%	0,97	15,43	15,91	15,91
Junio	89%	0,97	9,14	9,42	9,42
Julio	98%	0,97	1,76	1,81	1,81
Agosto	97%	0,97	2,60	2,68	2,68
Septiembre	82%	0,97	14,67	15,12	15,12

Cobertura media aproximada: 100%.



## RENDIMIENTO ESTACIONAL SEGÚN NORMA UNE

### BOMBA DE CALOR AGUA-AGUA. SCOP.

#### POTENCIAS CALORÍFICAS - UTILIZACIÓN EN CALIENTE

DYNACIAT ILG



ILG	Temperatura de salida del agua en el evaporador °C	TEMPERATURA DE SALIDA DEL AGUA DEL CONDENSADOR °C											
		30		35		40		45		50		55	
		SR	Pa	SR	Pa	SR	Pa	SR	Pa	SR	Pa	SR	Pa
200V	Agua pura	kW		kW		kW		kW		kW		kW	
	5	69,6	11,4	67,9	12,8	66,2	14,3	64,5	16,0	62,8	18,2	61,1	20,2
	7	73,1	11,5	71,3	12,8	69,6	14,3	67,9	16,1	66,0	18,2	64,1	20,1
	10	79,5	11,6	77,8	12,9	75,4	14,4	73,5	16,2	71,0	18,2	68,7	20,0
	12	83,7	11,7	82,2	13,0	80,2	14,4	78,0	16,1	75,4	18,1	73,0	19,9

#### Suelo radiante

	Indice de carga parcial %	Outdoor heat exchanger		Indoor heat exchanger	
		Ground Water	Brine	Floor heating application fixed water outlet temperature	Floor heating application variable water outlet temperature
		Inlet / outlet temperatures (°C)	Inlet / outlet temperatures (°C)	Inlet / outlet temperatures (°C)	Inlet / outlet temperatures (°C)
A	100%	15 / 12	0/-3	**/35	**/30
B	55%	15 / *	0 / *	**/35	**/27
C	155%	15 / *	0 / *	** / 35	**/35
D	20%	15 / *	0 / *	** / 35	**/24

(\*) with the water flow rate as determined during "A" test

(\*\*) with the water flow rate as determined at the standard rating conditions of EN 14511-2

DYNACIAT ILG 200	Perfil climático Europeo						
	In Evaporador	Condensador	Indice de carga parcial	Capacidad calorífica	Consumo	COP	Factores de ponderación
	°C	°C	%	Kw	kW		
A	15	35	100,0%	88,20	13,07	6,75	50%
B	15	35	55,0%	48,51	7,19	6,75	22%
C	15	35	155,0%	136,72	20,25	2,23	24%
				Pump		6,89	
				Aux		1,00	
D	15	35	20,0%	17,64	2,61	6,75	4%



## BOMBA DE CALOR AGUA AGUA. SEER.

### POTENCIAS FRIGORÍFICAS - UTILIZACIÓN EN FRÍO



#### DYNACIAT ILG

ILG 200V	Temperatura de salida del agua en el evaporador °C	TEMPERATURA DE SALIDA DEL AGUA DEL CONDENSADOR °C											
		30		35		40		45		50		55	
		Pf	Pa	Pf	Pa	Pf	Pa	Pf	Pa	Pf	Pa	Pf	Pa
		kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
	18	76,0	12,6	72,0	14,0	68,0	15,7	64,0	17,7	59,6	19,9	55,0	22,2

#### Unidades Agua-agua

#### Torre refrigeración y suelo- Fancoils y Suelo radiante

	Indice de carga parcial %	Outdoor heat exchanger				Indoor heat exchanger			
		Cooling tower application		Ground water application		Fan coil application		Cooling floor application	
		Inlet / outlet water temperatures (°C)							
A	100%	30 / 35	15 / 20	12 / 7	23 / 18				
B	75%	26 / *	15 / *	* / 7	* / 18				
C	50%	22 / *	15 / *	* / 7	* / 18				
D	25%	18 / *	15 / *	* / 7	* / 18				

SEER = 8,07		Perfil climático Europeo					
30RQSY 078	F.Ext sal	F.int. Sal	Indice de carga parcial	Capacidad calorífica	Consumo	COP	Factores de ponderación
	°C	°C	%	Kw	kW		
A	20	18	100,0%	83,14	10,31	8,07	4%
B	20	18	75,0%	62,35	7,73	8,07	26%
C	20	18	50,0%	41,57	5,15	8,07	40%
			<b>Pump</b>	20,00	10,31	1,94	
			<b>Aux</b>				
D	20	18	25,0%	20,78	2,58	8,07	30%



## BOMBA DE CALOR AIRE AGUA. SCOP

30RQSY 039-160

		Temperatura del aire de entrada del condensador, °C (bs/bh)																								
LWT	°C	-15 (-16)					-7 (-8)					0 (-1)					7 (6)					15 (12.5)				
		CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COND l/s	COND kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COND l/s	COND kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COND l/s	COND kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COND l/s	COND kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COND l/s	COND kPa
078	35	45,6	18,9	22,1	2,19	20,2	55,6	19,3	22,4	2,67	30,1	66,7	19,8	22,9	3,21	43,6	79,5	20,5	23,6	3,83	62,3	94,5	21,3	24,2	4,55	88,4

### Unidades aire-agua

#### Suelo radiante

	Indice de carga parcial %	Outdoor heat exchanger		Indoor heat exchanger			
		Outdoor air		Floor heating application			
		Inlet dry bulb (wet bulb) temperature (°C)		Fixed water outlet temperature		Variable water outlet temperature	
A	100%	2(1)		*/35		*/30	
B	55%	7(6)		*/35		*/27	
C	155%	-7(-8)		* / 35		*/35	
D	20%	12(11)		* / 35		*/24	

(\*Los índices de flujo de agua serán determinados como en las condiciones standard de la norma EN 14511-2.

<b>SCOP = 2,36</b>		<i>Perfil climático Europeo</i>					
30RQSY 078	Evaporador	Condensador	Indice de carga parcial	Capacidad calorífica	Consumo	COP	Factores de ponderación
	°C	°C	%	Kw	kW		
A	2	35	100,0%	73,33	23,08	3,18	0,5
B	7	35	55,0%	40,33	12,92	3,12	0,22
C	-7	35	155,0%	113,65	34,83	1,31	0,24
		<b>Pump</b>		49,60	22,47	2,21	
		<b>Aux</b>		27,60	27,60	1,00	
D	12	35	20,0%	14,67	4,79	3,06	0,04



## BOMBA DE CALOR AIRE AGUA. SEER

### 30RQSY 039-160

		Temperatura del aire de entrada del condensador, °C																								
LWT		25					30					35					40					45				
°C		CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL l/s	COOL kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL l/s	COOL kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL l/s	COOL kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL l/s	COOL kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL l/s	COOL kPa
078	18	105	25,0	27,7	5,02	111	98,7	27,2	29,9	4,73	98,1	92,2	29,4	32,1	4,42	85,4	85,2	32,0	34,6	4,08	72,8	77,6	34,7	37,3	3,72	60,2

### Unidades Aire-agua

	Indice de carga parcial %	Outdoor heat exchanger		Indoor heat exchanger	
		air temperature (°C)	dry bulb temperature (°C)	Fan coil application Inlet / outlet water temperatures (°C)	Cooling floor application Inlet / outlet water temperatures (°C)
A	100%	35		12 / 7	23 / 18
B	75%	30		* / 7	* / 18
C	50%	25		* / 7	* / 18
D	25%	20		* / 7	* / 18

<b>SEER = 3,32</b>		<i>Perfil climatico Europeo</i>					
30RQSY 078	Evaporador	Condensador	Indice de carga	Capacidad	Consumo	COP	Factores de
	°C	°C	%	Kw	kW		
A	35	18	100,0%	92,20	32,10	2,87	0,04
B	30	18	75,0%	69,15	22,43	3,08	0,26
C	25	18	50,0%	46,10	13,85	3,33	0,4
		<b>Pump</b>		105,00	27,70	3,79	
		<b>Aux</b>		-27,80	-27,80	1,00	
D	20	18	25,0%	23,05	6,38	3,62	0,3



## ANEXO 4. SUELO RADIANTE / REFRESCANTE

### 4.1 LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS

Calefacción:

$$q = 8.92(\theta_{F,m} - \theta_i)^{1.1} (W/m^2)$$

Refrigeración:

$$q = 7(|\theta_{s,m} - \theta_i|)(W/m^2)$$

#### Suelo radiante para calefacción

Tipos de recinto	Tsuel [°C]	Tint [°C]	qlim [W/m2]
Zona de permanencia (ocupada)	29	20	100
Cuartos de baño y similares	33	20	150
Zona periférica	35	20	175

#### Suelo radiante para refrigeración

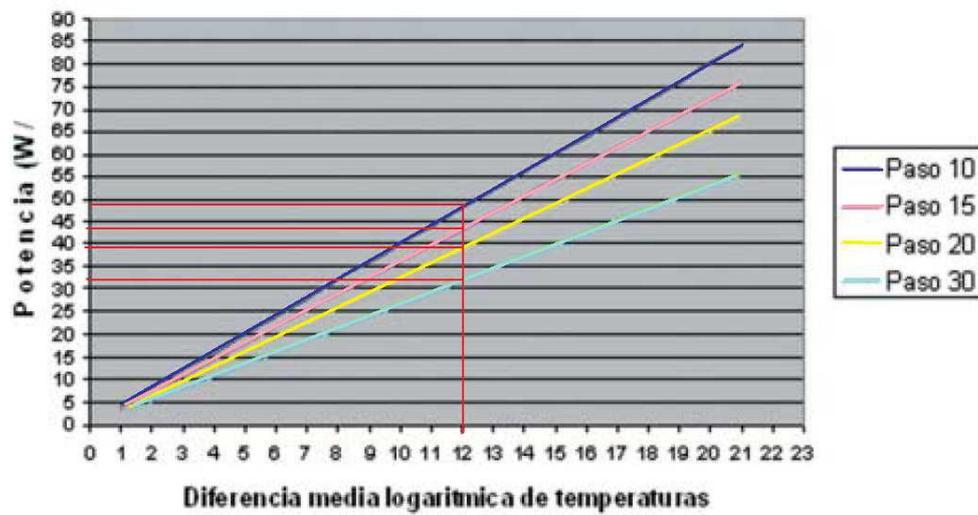
Tipos de recinto	Tsuel [°C]	Tint [°C]	qlim [W/m2]
Zona de permanencia (ocupada)	20	27	49



## 4.2 CÁLCULO DE TEMPERATURAS DE IMPULSIÓN

### 4.2.1 REFRIGERACIÓN

**Refrigeración tubo Uponor evalPEX 16x1,8 mm, 5 cm mortero, R=0.02 m<sup>2</sup>°C/W**



POT (W/m <sup>2</sup> )	PASO
49	10
44	15
39	20
32	30

$$\Delta T_{\text{aire-agua}} = \frac{|T_{\text{sal}} - T_{\text{ent}}|}{\ln\left(\frac{|T_{\text{aire}} - T_{\text{ent}}|}{|T_{\text{aire}} - T_{\text{sal}}|}\right)}$$



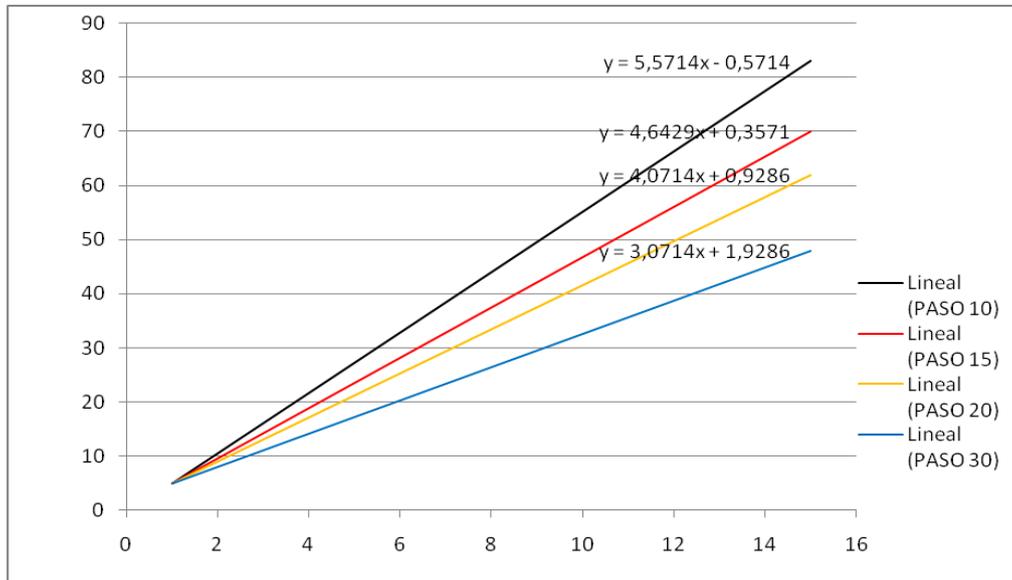
## **TEMPERATURAS DISEÑO REFRIGERACIÓN**

	Areas [m <sup>2</sup> ]	q verano max [W/m <sup>2</sup> ]	q verano s.radiante [W/m <sup>2</sup> ]	PASO [cm]	Incr.T.m.log.	Salto [°C]	Timp [°C]	Tret [°C]	Taire [°C]
<b>Habitacion comunal 1</b>	108,8	13	13	30	12	3,8	13	16,8	27
<b>Habitacion comunal 2</b>	113,5	13	13	30	12	3,8	13	16,8	27
<b>Habitacion 3</b>	16,0	46	46	10	12	3,8	13	16,8	27
<b>Habitacion 4</b>	16,0	35	35	20	12	3,8	13	16,8	27
<b>Habitacion 5</b>	16,0	35	35	20	12	3,8	13	16,8	27
<b>Habitacion 6</b>	16,0	35	35	20	12	3,8	13	16,8	27
<b>Sala de descanso</b>	113,5	23	23	30	12	3,8	13	16,8	27
<b>Aula didactica</b>	86,9	50	49	10	12	3,8	13	16,8	27
<b>Salon de juegos</b>	86,9	55	49	10	12	3,8	13	16,8	27
<b>Sanitarios Hombres 1</b>	47,7	67	49	10	12	3,8	13	16,8	27
<b>Sanitarios Mujer 1</b>	47,7	76	49	10	12	3,8	13	16,8	27
<b>Sanitarios hombre 2</b>	21,1	48	48	10	12	3,8	13	16,8	27
<b>Sanitarios Mujer 2</b>	21,1	48	48	10	12	3,8	13	16,8	27
<b>Vestibulo</b>	449,3	20	20	30	12	3,8	13	16,8	27
<b>Restaurante</b>	226,1	34	34	20	12	3,8	13	16,8	27
<b>Cocina</b>	34,7	90	49	10	12	3,8	13	16,8	27
<b>Sala de proyecciones</b>	129,5	14	14	30	12	3,8	13	16,8	27
<b>Pasillo 2</b>	68,1	7	7	30	12	3,8	13	16,8	27
<b>Conserjeria</b>	15,5	91	49	10	12	3,8	13	16,8	27
<b>Consultorio</b>	16,7	41	41	15	12	3,8	13	16,8	27
<b>Mantenimiento</b>	16,7	135	49	10	12	3,8	13	16,8	27



### 4.2.2 CALEFACCIÓN

#### POTENCIA – INCR.T.LOGART.



PASO 10		PASO 15		PASO 20		PASO 30	
POT	TDML	POT	TDML	POT	TDML	POT	TDML
83	15	70	15	62	15	48	15
5	1	5	1	5	1	5	1



	POT [KW]	PASO [cm]	Incr.T.m.log
<b>Habitacion 3</b>	83	10	15,0
<b>Aula didactica</b>	36	10	6,5
<b>Salon de juegos</b>	21	10	3,9
<b>Sanitarios Hombres 1</b>	27	10	4,9
<b>Sanitarios Mujer 1</b>	51	10	9,2
<b>Sanitarios hombre 2</b>	37	10	6,7
<b>Sanitarios Mujer 2</b>	37	10	6,7
<b>Cocina</b>	31	10	5,7
<b>Conserjeria</b>	49	10	9,0
<b>Mantenimiento</b>	51	10	9,2
<b>Consultorio</b>	63	15	13,6
<b>Habitacion 4</b>	66	20	15,5
<b>Habitacion 5</b>	66	20	15,5
<b>Habitacion 6</b>	66	20	15,6
<b>Restaurante</b>	23	20	5,5
<b>Sala de descanso</b>	24	30	7,2
<b>Sala de proyecciones</b>	30	30	9,1
<b>Habitacion comunal 1</b>	20	30	5,9
<b>Habitacion comunal 2</b>	19	30	5,6
<b>Vestibulo</b>	27	30	8,2
<b>Pasillo 2</b>	9	30	2,3



## TEMPERATURAS DISEÑO CALEFACCIÓN

	Areas [m2]	q inv max [W/m2]	q inv s.radiante [W/m2]	PASO [cm]	Incr.T.m.log.	Salto [°C]	Timp [°C]	Tret [°C]
<i>Habitacion comunal 1</i>	108,8	20	20	30	5,9	14,7	35,0	21,3
<i>Habitacion comunal 2</i>	113,5	19	19	30	5,6	14,9	36,0	21,1
<i>Habitacion 3</i>	16,0	83	83	10	15,0	2,0	36,0	34,0
<i>Habitacion 4</i>	16,0	66	66	20	15,5	1,0	36,0	35,0
<i>Habitacion 5</i>	16,0	66	66	20	15,5	1,0	36,0	35,0
<i>Habitacion 6</i>	16,0	66	66	20	15,6	1,0	36,0	35,0
<i>Sala de descanso</i>	113,5	24	24	30	7,2	13,6	36,0	22,4
<i>Aula didactica</i>	86,9	36	36	10	6,5	14,2	36,0	21,8
<i>Salon de juegos</i>	86,9	21	21	10	3,9	15,7	36,0	20,3
<i>Sanitarios Hombres 1</i>	47,7	27	27	10	4,9	16,5	36,0	19,5
<i>Sanitarios Mujer 1</i>	47,7	51	51	10	9,2	11,3	36,0	24,7
<i>Sanitarios hombre 2</i>	21,1	37	37	10	6,7	14,0	36,0	22,0
<i>Sanitarios Mujer 2</i>	21,1	37	37	10	6,7	14,0	36,0	22,0
<i>Vestibulo</i>	449,3	27	27	30	8,2	11,6	36,0	24,4
<i>Restaurante</i>	226,1	23	23	20	5,5	16,8	36,0	19,2
<i>Cocina</i>	34,7	31	31	10	5,7	14,8	36,0	21,2
<i>Sala de proyecciones</i>	129,5	30	30	30	9,1	11,4	36,0	24,6
<i>Pasillo 2</i>	68,1	9	9	30	2,3	16,0	36,0	20,0
<i>Conserjeria</i>	15,5	49	49	10	9,0	11,6	36,0	24,4
<i>Consultorio</i>	16,7	63	63	15	13,6	4,6	36,0	31,4
<i>Mantenimiento</i>	16,7	51	51	10	9,2	11,3	36,0	24,7



### 4.3 CÁLCULO DE CAUDALES DE IMPULSIÓN

$$m_H = \frac{A \cdot q}{\sigma \cdot c_{a\bar{g}}} \left( 1 + \frac{R_0}{R_u} + \frac{T_{ascen} - T_{descen}}{q \cdot R_u} \right)$$

#### Resistencia ascendente

Aire exterior				0,040
Capa 1	Gres	1,500	0,800	0,019
Capa 2	Mortero de cemento (1600<p<1800)	5,000	1,200	0,042

**Rt** 0,10

**K** 9,959

#### Resistencia descendente

Capa 3	Panel aislante (suelo radiante)	2,200	0,040	0,550
Capa 4	PVC + 40% plastificantes	0,500	0,140	0,036
Capa 5	Mortero de cemento (1600<p<1800)	5,000	1,200	0,042
Capa 6	Espuma de polietileno	0,500	0,050	0,100
Capa 7	FU entrevigado ceramico	21,000	0,301	0,698
Capa 8	Mortero de cemento (1600<p<1800)	5,000	1,000	0,050
Aire interior				0,170

**Rt** 1,65

**K** 0,608



Recinto	Area	Armario colect.	Circuito	PASO	Caudal VERANO [l/s]	Caudal INVIERNO [l/s]	C.verano - C.inv	¿APOYO EN VERANO?	Caudal de diseño	Armarios auxiliares para VERANO	Circuito	PASO	Caudal de diseño
Habitacion comunal 1	54,39	ARC 1	C1	30,00	0,049	0,019	0,030		0,034	ARC AUX 1	-	30,00	-
	54,39		C2	30,00	0,049	0,019	0,030		0,034		-	30,00	-
Habitacion comunal 2	56,77		C3	30,00	0,049	0,019	0,030		0,034		-	30,00	-
	56,77		C4	30,00	0,049	0,019	0,030		0,034		-	30,00	-
Habitacion 3	15,95		C5	10,00	0,049	0,171	-0,123		0,171		C1	10,00	0,123
Habitacion 4	15,95		C6	20,00	0,037	0,269	-0,231		0,269		C2	20,00	0,231
Habitacion 5	15,95		C7	20,00	0,037	0,269	-0,231		0,269		C3	20,00	0,231
Habitacion 6	15,95		C8	20,00	0,037	0,267	-0,229		0,267		C4	20,00	0,229
Aula didactica	43,44	ARC 2	C1	10,00	0,142	0,028	0,114	SI	0,028	ARC AUX 2	C1	10,00	0,114
	43,44		C2	10,00	0,142	0,028	0,114	SI	0,028		C2	10,00	0,114
Salon de juegos	43,44		C3	10,00	0,142	0,015	0,127	SI	0,015		C3	10,00	0,127
	43,44		C4	10,00	0,142	0,015	0,127	SI	0,015		C4	10,00	0,127
Sala de descanso	56,77	ARC 3	C1	30,00	0,087	0,025	0,062	SI	0,025	ARC AUX 3	C1	30,00	0,062
	56,77		C2	30,00	0,087	0,025	0,062	SI	0,025		C2	30,00	0,062
Sanitarios Hombres 1	47,69		C3	10,00	0,156	0,020	0,136	SI	0,020		C3	10,00	0,136
	47,69		C4	10,00	0,156	0,054	0,102	SI	0,054		C4	10,00	0,102
Sanitarios Mujer 1	89,85	ARC 4	C1	30,00	0,121	0,053	0,068	SI	0,053	ARC AUX 4	C1	30,00	0,068
	89,85		C2	30,00	0,121	0,053	0,068	SI	0,053		C2	30,00	0,068
89,85	C3		30,00	0,121	0,053	0,068	SI	0,053	C3		30,00	0,068	
89,85	C4		30,00	0,121	0,053	0,068	SI	0,053	C4		30,00	0,068	
89,85	C5		30,00	0,121	0,053	0,068	SI	0,053	C5		30,00	0,068	
Restaurante	75,36	ARC 5	C1	20,00	0,171	0,027	0,145	SI	0,027	ARC AUX 5	C1	20,00	0,145
	75,36		C2	20,00	0,171	0,027	0,145	SI	0,027		C2	20,00	0,145
	75,36		C3	20,00	0,171	0,027	0,145	SI	0,027		C3	20,00	0,145
34,72	C4		10,00	0,113	0,019	0,095	SI	0,019	C4		10,00	0,095	
Pasillo 2	68,07	ARC 6	C1	30,00	0,031	0,010	0,022		0,021	ARC AUX 6	-	30,00	-
Conserjeria	15,48		C2	10,00	0,051	0,017	0,034		0,034		-	10,00	-
Consultorio	16,67		C3	15,00	0,045	0,058	-0,013		0,052		-	15,00	-
Mantenimiento	16,67		C4	10,00	0,054	0,019	0,036	SI	0,019		C1	10,00	0,036
Sanitarios hombre 2	21,12	ARC 7	C1	10,00	0,068	0,014	0,054	SI	0,014	ARC AUX 7	C1	10,00	0,054
Sanitarios Mujer 2	21,12		C2	10,00	0,068	0,014	0,054	SI	0,014		C2	10,00	0,054
Sala de proyecciones	64,77		C3	30,00	0,060	0,043	0,017		0,051		-	30,00	-
	64,77		C4	30,00	0,060	0,043	0,017		0,051		-	30,00	-



## ANEXO 6. CONDICIONES DE IMPULSIÓN

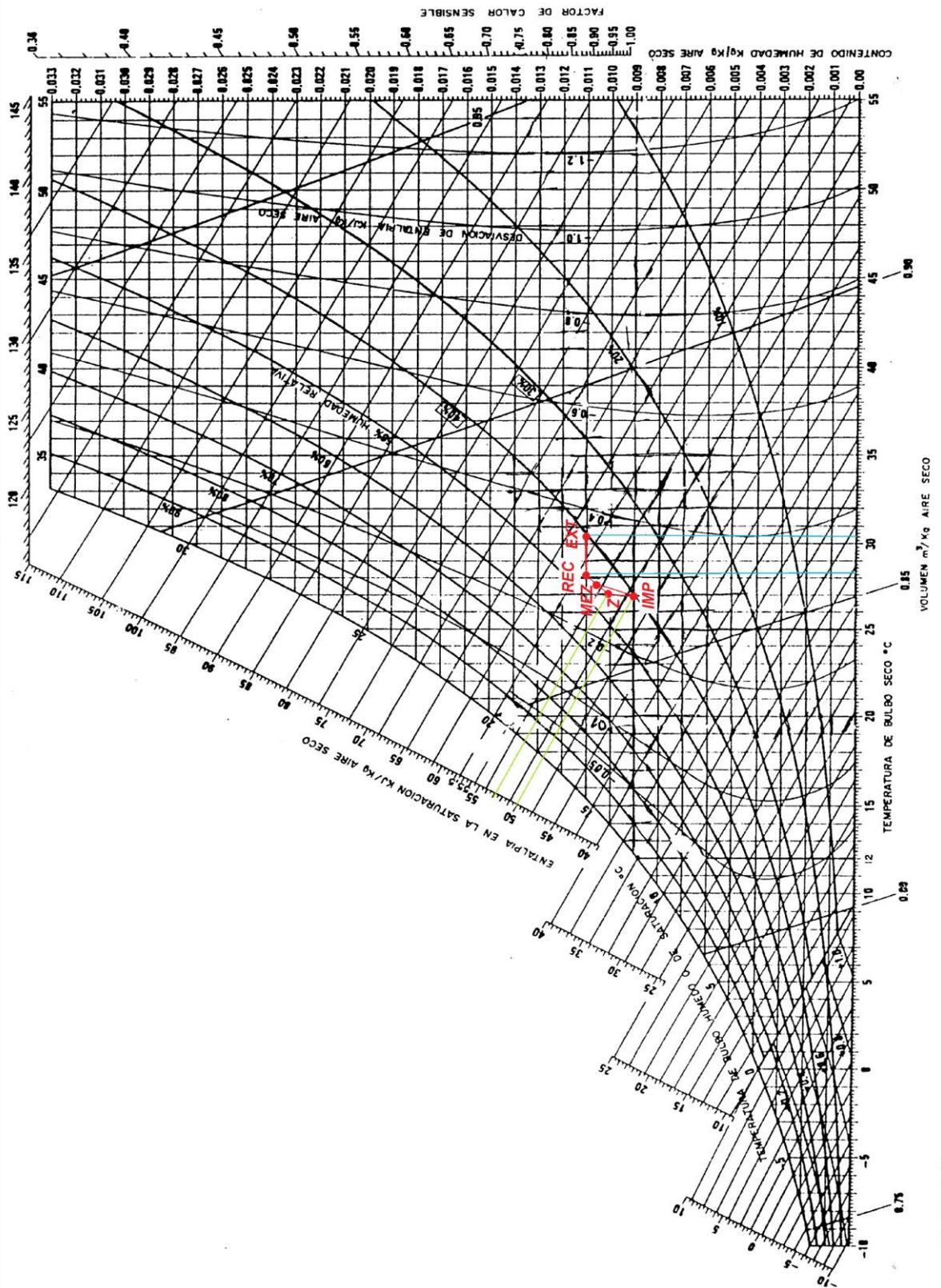
### 6.1 REGIMEN DE VERANO

	$m_{vent}$ [kg/s]	$Q_{suelo}$ radiante [W]	$Q_{sens}$ (int) [W]	$Q_{lat}$ (int) [W]	$Q_{sens-}$ Qrad [W]	$Q_{int}$ a aportar [W]	FCS	Incr h	recircu l/h	¿m imp > m vent?	$m_{imp}$ [kgas/s]
<b>Habitacion comunal 1</b>	0,37	1460	1460	1074	0	1074	0,00	2,80	3	OK	0,38
<b>Habitacion comunal 2</b>	0,37	1460	1460	1074	0	1074	0,00	2,80	3	OK	0,38
<b>Habitacion 3</b>	0,12	730	730	358	0	358	0,00	2,80	7	OK	0,13
<b>Habitacion 4</b>	0,12	561	561	358	0	358	0,00	2,80	7	OK	0,13
<b>Habitacion 5</b>	0,12	561	561	358	0	358	0,00	2,80	7	OK	0,13
<b>Habitacion 6</b>	0,12	562	562	358	0	358	0,00	2,80	7	OK	0,13
<b>Sala de descanso</b>	0,74	2611	2611	2611	0	2611	0,00	3,34	6	OK	0,78
<b>Aula didactica</b>	0,74	4257	4302	2777	45	2822	0,02	3,34	9	OK	0,84
<b>Salon de juegos</b>	0,32	4257	4763	2184	506	2690	0,19	3,34	8	OK	0,81
<b>Sanitarios Hombres 1</b>	0,13	2337	3202	977	866	1843	0,47	3,34	10	OK	0,55
<b>Sanitarios Mujer 1</b>	0,13	2337	3648	977	1311	2289	0,57	3,34	13	OK	0,69
<b>Sanitarios hombre 2</b>	0,06	1021	1021	378	0	378	0,00	3,34	5	OK	0,11
<b>Sanitarios Mujer 2</b>	0,06	1021	1021	378	0	378	0,00	3,34	5	OK	0,11
<b>Vestibulo + Pasillos</b>	0,25	9070	9070	942	0	942	0,00	3,34	1	OK	0,28
<b>Restaurante</b>	1,24	7713	7713	4935	0	4935	0,00	3,34	6	OK	1,48
<b>Cocina</b>	0,06	1701	3127	728	1426	2154	0,66	3,34	17	OK	0,64
<b>Sala de proyecciones</b>	0,99	1791	1791	3238	0	3238	0,00	3,20	7	OK	1,01
<b>Pasillo 2</b>	0,07	471	471	318	0	318	0,00	3,90	1	OK	0,08
<b>Conserjeria</b>	0,10	759	1410	393	651	1045	0,62	3,90	16	OK	0,27
<b>Consultorio</b>	0,10	683	683	393	0	393	0,00	3,90	5	OK	0,10
<b>Mantenimiento</b>	0,06	817	2245	1112	1428	2540	0,56	3,90	35	OK	0,65



## 6.2 RÉGIMEN DE INVIERNO

	$m_{vent}$ [kg/s]	$Q_{sens}$ (int) [W]	$Q_{suelor}$ adiante [W]	$Q_{total}$ [W]	recircul /h	$\dot{m}_{imp}$ > $m_{vent}$ ?	incrT	$m_{imp}$ [kg/s]	Timp [°C]
<b>Habitacion comunal 1</b>	0,38	-2175	-2175	-4350	3	OK	0	0,38	20
<b>Habitacion comunal 2</b>	0,38	-2175	-2175	-4350	3	OK	0	0,38	20
<b>Habitacion 3</b>	0,07	-1324	-1324	-2647	7	OK	0	0,13	20
<b>Habitacion 4</b>	0,13	-1050	-1050	-2099	7	OK	0	0,13	20
<b>Habitacion 5</b>	0,13	-1050	-1050	-2099	7	OK	0	0,13	20
<b>Habitacion 6</b>	0,13	-1053	-1053	-2107	7	OK	0	0,13	20
<b>Sala de descanso</b>	0,77	-2721	-2721	-5442	6	OK	0	0,78	20
<b>Aula didactica</b>	0,77	-3117	-3117	-6233	9	OK	0	0,84	20
<b>Salon de juegos</b>	0,33	-1823	-1823	-3647	8	OK	0	0,81	20
<b>Sanitarios Hombres 1</b>	0,13	-1274	-1274	-2549	10	OK	0	0,55	20
<b>Sanitarios Mujer 1</b>	0,13	-2416	-2416	-4833	13	OK	0	0,69	20
<b>Sanitarios hombre 2</b>	0,07	-777	-777	-1553	5	OK	0	0,11	20
<b>Sanitarios Mujer 2</b>	0,07	-777	-777	-1553	5	OK	0	0,11	20
<b>Vestibulo</b>	0,26	-12250	-12250	-24499	1	OK	0	0,28	20
<b>Restaurante</b>	1,28	-5295	-5295	-10590	6	OK	0	1,48	20
<b>Cocina</b>	0,07	-1086	-1086	-2171	17	OK	0	0,64	20
<b>Sala de proyecciones</b>	1,02	-3885	-3885	-7770	7	OK	0	1,02	20
<b>Pasillo</b>	0,08	-609	-609	-1217	1	OK	0	0,08	20
<b>Conserjeria</b>	0,10	-765	-765	-1530	15	OK	0	0,26	20
<b>Consultorio</b>	0,10	-1057	-1057	-2113	6	OK	0	0,11	20
<b>Mantenimiento</b>	0,13	-846	-846	-1692	34	OK	0	0,63	20



BASE DE DATOS DE 0°C. LAS PROPIEDADES Y LAS LINEAS DE DESVIACION DE ENTALPIA SON PARA HIELO



## ANEXO 7. POTENCIA DE BATERÍAS DE UTAS

Con la utilización de la calculadora psicométrica adjunta al Manual de climatización de Pinazo, se ha calculado la potencia a suministrar por el agua circulante por las baterías de frío y calor. Las potencias en azul corresponden a las potencias de las baterías de frío, y las rojas a la batería de calor.

Se ha supuesto un salto térmico de 5 °C en las baterías, tanto de frío como de calor, para el cálculo del caudal.

Se ha considerado una variación de 0.5 °C en la temperatura de retorno del aire.



UTA HABITACIONES														
VERANO								INVIERNO						
Local	m imp [kg/s]	m vent [kg/s]	m retor [kg/s]	Tlocal [°C]	Qsens [W]	Qlat [W]	FCS	m imp [kg/s]	m vent [kg/s]	m retor [kg/s]	Timp	Tlocal [°C]	Qlat [W]	FCS
Habitacion comunal 1	0,38	0,37	0,01	26,00	0	1074	0,00	0,38	0,38	0,00	20,00	21,00	-4350	1
Habitacion comunal 2	0,38	0,37	0,01	26,00	0	1074	0,00	0,38	0,38	0,00	20,00	21,00	-4350	1
Habitacion 3	0,13	0,12	0,00	26,00	0	358	0,00	0,13	0,07	0,06	20,00	21,00	-2647	1
Habitacion 4	0,13	0,12	0,00	26,00	0	358	0,00	0,13	0,13	0,00	20,00	21,00	-2099	1
Habitacion 5	0,13	0,12	0,00	26,00	0	358	0,00	0,13	0,13	0,00	20,00	21,00	-2099	1
Habitacion 6	0,13	0,12	0,00	26,00	0	358	0,00	0,13	0,13	0,00	20,00	21,00	-2107	1
<b>TOTAL</b>	<b>1,28</b>	<b>1,24</b>	<b>0,04</b>	<b>26,00</b>	<b>0</b>	<b>3578</b>	<b>0,00</b>	<b>1,28</b>	<b>1,21</b>	<b>0,06</b>	<b>20,00</b>	<b>21,00</b>	<b>-17652</b>	<b>1</b>

**DATOS**

Text	30,17
H ext [%]	39
Ws ext	0,0123
h ext	61,86
Trecup	28,27
h recu	60,3
Ws rec = Ws ext	0,0123
Tret	27,5
Hret	50
h ret [T,H]	61,8
<b>incr h</b>	<b>2,80</b>
himp	64,60

*Balance de energia en la UTA*

hmezcla	60,35
---------	-------

Balance en la bateria  $Q_{bc} = m_{bc} * (h_{imp} - h_{mez})$

**$Q_{bc} = 5,43 \text{ KW}$**

CAUDAL DE AGUA EN BATERIA 0,26 kg/s

**DATOS**

Text	-8,44
H ext [%]	94
Ws ext	0,002
h ext	-3,079
Trecup	8,624
h recu [T,W]	14,2
Ws rec = Ws ext	0,0022
Tret	19,5

Balance en la bateria  $Q_{bc} = m_{cp} (T_{ret} - T_{rec})$

**$Q_{bc} = 14,23 \text{ KW}$**

CAUDAL DE AGUA EN BATERIA 0,681 kg/s



UTA SERVICIOS															
VERANO									INVIERNO						
Local	m imp [kg/s]	o	m vent [kg/s]	m retor [kg/s]	Tlocal [°C]	Qsens [W]	Qlat [W]	FCS	m imp [kg/s]	m vent [kg/s]	m retor [kg/s]	Timp	Tlocal [°C]	Qlat [W]	FCS
Sala de descanso	0,78	3095,75	0,74	0,04	27,00	0	2611	0,00	0,78	0,77	0,02	20,00	20,00	0	1
Aula didactica	0,84	3345,49	0,74	0,10	27,00	45	2777	0,02	0,84	0,77	0,08	20,00	20,00	0	1
Salon de juegos	0,81	3189,60	0,32	0,49	27,00	506	2184	0,19	0,81	0,33	0,48	20,00	20,00	0	1
Sanitarios Hombres 1	0,55	2185,19	0,13	0,43	27,00	866	977	0,47	0,55	0,13	0,42	20,00	20,00	0	1
Sanitarios Mujer 1	0,69	2713,59	0,13	0,56	27,00	1311	977	0,57	0,69	0,13	0,55	20,00	20,00	0	1
Sanitarios hombre 2	0,11	448,17	0,06	0,05	27,00	0	378	0,00	0,11	0,07	0,05	20,00	20,00	0	1
Sanitarios Mujer 2	0,11	448,17	0,06	0,05	27,00	0	378	0,00	0,11	0,07	0,05	20,00	20,00	0	1
Vestibulo + Pasillos	0,28	1117,15	0,25	0,03	27,00	0	942	0,00	0,28	0,26	0,03	20,00	20,00	0	1
Restaurante	1,48	5850,84	1,24	0,24	27,00	0	4935	0,00	1,48	1,28	0,20	20,00	20,00	0	1
Cocina	0,64	2553,86	0,06	0,58	27,00	1426	728	0,66	0,64	0,07	0,58	20,00	20,00	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>6,30</b>		<b>3,73</b>	<b>2,57</b>	<b>27,00</b>	<b>4154</b>	<b>16888</b>	<b>0,20</b>	<b>6,30</b>	<b>3,84</b>	<b>2,46</b>	<b>20,00</b>	<b>20,00</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

**DATOS**

Text	30,17
H ext [%]	39,48
Ws ext	0,01
h ext	61,86
Trecup	28,27
h recu	59,90
Ws rec = Ws ext	0,01
Tret	27,50
Hret	50,00
h ret [T,H]	61,80
<b>incr h</b>	<b>3,34</b>
himp	65,14

*Balance de energia en la UTA*

hmezcla	60,676
---------	--------

Balance en la bateria  $Q_{bc} = m_{bc} * (h_{imp} - h_{mez})$

**$Q_{bc} = 28,13 \text{ KW}$**

CAUDAL DE AGUA EN BATERIA 1,3453 kg/s

**DATOS**

Text	-8,44
H ext [%]	94
Ws ext	0,0022
h ext	-3,0792
Trecup	8,624
h recu	14,2
Ws rec = Ws ext	0,0022
Tret	19,5

Balance en la bateria  $Q_{bc} = m_{cp} (T_{ret} - T_{rec})$

**$Q_{bc} = 70,16 \text{ KW}$**

CAUDAL DE AGUA EN BATERIA 3,356 kg/s



UTA ADMIN																
VERANO										INVIERNO						
Local	m imp [kg/s]	0	m vent [kg/s]	m retor [kg/s]	Tlocal [°C]	Qsens [W]	Qlat [W]	FCS	m imp [kg/s]	m vent [kg/s]	m retor [kg/s]	Timp	Tlocal [°C]	Qlat [W]	FCS	
Pasillo 2	0,08		0,07	0,01	27,00	0	318	0,00	0,08	0,08	0,01	20,00	20,00	0	1	
Conserjeria	0,27		0,10	0,17	27,00	651	393	0,62	0,27	0,10	0,17	20,00	20,00	0	1	
Consultorio	0,10		0,10	0,00	27,00	0	393	0,00	0,11	0,10	0,01	20,00	20,00	0	1	
Mantenimiento	0,65		0,06	0,59	27,00	1428	1112	0,56	0,65	0,13	0,52	20,00	20,00	0	1	
<b>TOTAL</b>	<b>1,10</b>		<b>0,34</b>	<b>0,77</b>	<b>27,00</b>	<b>2079</b>	<b>2216</b>	<b>0,48</b>	<b>1,11</b>	<b>0,41</b>	<b>0,70</b>	<b>20,00</b>	<b>20,00</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	

**DATOS**

Text	30,17
H ext [%]	39,48
Ws ext	0,01
h ext	61,86
Trecup	28,27
h recu	59,90
Ws rec = Ws ext	0,0123
Tret	27,50
Hret	50,00
h ret [T,H]	61,80
<b>incr h</b>	<b>3,90</b>
himp	65,70

*Balance de energia en la UTA*

hmezcla	61,22
---------	-------

Balance en la bateria  $Q_{bc} = m_{bc} * (h_{imp} - h_{mez})$

**Q<sub>bc</sub> = 4,93 KW**

CAUDAL DE AGUA EN BATERIA 0,236 kg/s

**DATOS**

Text	-8,44
H ext [%]	94
Ws ext	0,002
h ext	-3,08
Trecup	8,624
h recu [T,W]	14,2
Ws rec = Ws ext	0,002
Tret	19,5

*Balance de energia en la UTA*

hmezcla	5,254
---------	-------

Balance en la bateria  $Q_{bc} = m_{cp} (T_{ret} - T_{rec})$

**Q<sub>bc</sub> = 1,61 KW**

CAUDAL DE AGUA EN BATERIA 0,077 kg/s



UTA SALA PROYECCIONES															
VERANO									INVIERNO						
Local	m imp [kg/s]	o	m vent [kg/s]	m retor [kg/s]	Tlocal [°C]	Qsens [W]	Qlat [W]	FCS	m imp [kg/s]	m vent [kg/s]	m retor [kg/s]	Timp	Tlocal [°C]	Qlat [W]	FCS
Sala de proyecciones	1,01		0,99	0,02	27,00	0	2611	0,00	1,02	1,02	0,00	21,00	21,00	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>1,01</b>		<b>0,99</b>	<b>0,02</b>	<b>27,00</b>	<b>0</b>	<b>2611</b>	<b>0,00</b>	<b>1,02</b>	<b>1,02</b>	<b>0,00</b>	<b>21,00</b>	<b>21,00</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

**DATOS**

Text	30,17
H ext [%]	39
Ws ext	0,0123
h ext	61,86
Trecup	28,27
h recu	59,9
Ws rec = Ws ext	0,0123
Tret	27,5
Hret	50
h ret [T,H]	61,8
<b>incr h</b>	<b>3,20</b>
himp	65,00

Balance de energía en la UTA

hmezcla	59,94
---------	-------

Balance en la batería  $Q_{bc} = m_{bc} * (h_{imp} - h_{mez})$

**$Q_{bc} = 5,12 \text{ KW}$**

CAUDAL DE AGUA EN BATERIA 0,245 kg/s

**DATOS**

Text	-8,44
H ext [%]	94
Ws ext	0,002
h ext	-3,079
Trecup	8,624
h recu	14,2
Ws rec = Ws ext	0,002
Tret	19,5

Balance de energía en la UTA

hmezcla	14,18
---------	-------

Balance en la batería  $Q_{bc} = m_{cp} (T_{ret} - T_{rec})$

**$Q_{bc} = 11,38 \text{ KW}$**

CAUDAL DE AGUA EN BATERIA 0,544 kg/s



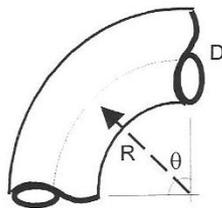


## ANEXO 8. CÁLCULO DE CONDUCTOS

### 8.1. CONDUCTOS DE IMPULSIÓN

#### Perdidas en codos con radio uniforme

Todos los codos se realizaran con radio igual al diámetro del conducto, obteniendo en cada uno de ellos una  $C=0.22$



Codo radio uniforme  
Tabla 5/6

Codo radio uniforme redondo:

R/D	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5
$C_o$	0,71	0,33	0,22	0,15	0,13	0,12

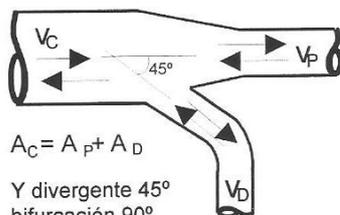
Tabla 5. Valor de  $C_o$  para codo radio uniforme redondo

$\theta$	20	30	45	60	75	90	110	130	150	180
$K_\theta$	0,31	0,45	0,6	0,78	0,9	1	1,13	1,2	1,28	1,4

Tabla 6. Valor de  $K_\theta$

$$C = C_o K_\theta$$

#### Perdidas por derivaciones divergentes



$$A_C = A_P + A_D$$

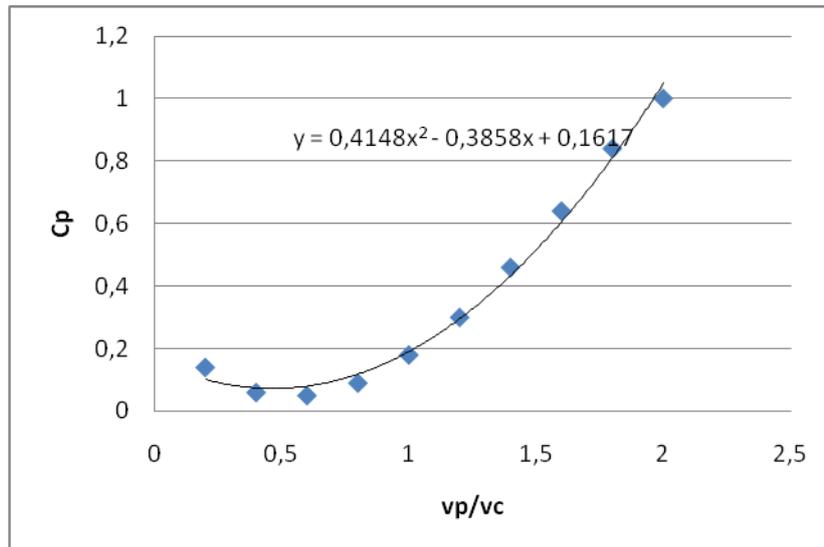
Y divergente 45°  
bifurcación 90°

Tabla 18/19 →

Tabla 20/21 →

vp/vc	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
$C_p$	0,14	0,06	0,05	0,09	0,18	0,3	0,46	0,64	0,84	1

Se han calculado con la ayuda de una aproximación con la Hoja de Cálculo Excel (Linea de tendencia)



### UTA HABITACIONES IMPULSIÓN

	Caudal (kg/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Sección (m <sup>2</sup> )	D [mm]	DP/m (Pa/m)	v (m/s)	Longitud (m)	C	Longitud equiv (m)	DP tramo (Pa)
AC	0,89	0,904	0,145	430	0,99	6,23	3,6	0,22		3,57
CE	0,51	0,517	0,102	360	0,85	5,08	2,3	0,132	2,27727	3,88
EF	0,38	0,387	0,080	320	0,89	4,82	5,21	0,166	2,48052	6,85
FG	0,26	0,258	0,062	280	0,82	4,20	5,52	0,1613	2,04795	6,17
8	0,13	0,129	0,035	210	0,93	3,73	8,78	0,359	3,20888	11,21
1	0,1917	0,194	0,045	240	1,02	4,28	2,6			
2	0,19	0,194	0,049	250	0,84	3,95	8,4			
3	0,19	0,194	0,049	250	0,84	3,95	2,6			
4	0,19	0,194	0,049	250	0,84	3,95	8,4			
5	0,13	0,129	0,035	210	0,93	3,73	3,3			
6	0,13	0,129	0,035	210	0,93	3,73	3,3			
7	0,13	0,129	0,035	210	0,93	3,73	3,3			
AB	0,38	0,387	0,080	320	0,89	4,82	9,27			
CD	0,38	0,387	0,080	320	0,89	4,82	5,7			
Red										31,68



## UTA ADMIN IMPULSIÓN

	Caudal (kg/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Sección (m <sup>2</sup> )	D [mm]	DP/m (Pa/m)	v (m/s)	Longitud (m)	C	Longitud equiv (m)	DP tramo (Pa)
AB	1,10	1,113	0,173	470	0,94	6,42	8	0,22	5,25452	12,45
BC	0,45	0,455	0,086	330	1,03	5,32	2,9	0,58	8,99842	12,23
CD	0,18	0,184	0,045	240	0,93	4,07	2,3	0,073	0,76795	2,86
4	0,08	0,082	0,025	180	0,87	3,24	3	1	7,406	9,09
1	0,65	0,658	0,113	380	1,01	5,80	2,4			
2	0,27	0,271	0,062	280	0,89	4,40	3,15			
3	0,10	0,102	0,028	190	0,99	3,59	2,5			
Red									36,64	

## UTA SERVICIOS IMPULSIÓN

	Caudal (kg/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Sección (m <sup>2</sup> )	D [mm]	DP/m (Pa/m)	v (m/s)	Longitud (m)	C	Longitud equiv (m)	DP tramo (Pa)
HG	2,44	2,469	0,302	620	1,04	8,18	7,1	0,22	7,36702	15,07
GE	2,35	2,374	0,292	610	1,05	8,12	5,9	0,174	5,71219	12,19
ED	2,12	2,145	0,273	590	1,03	7,85	8,5	0,174	5,48454	14,35
DC	1,63	1,647	0,229	540	0,98	7,19	3,5	0,163	4,61168	7,92
CB	1,14	1,150	0,173	470	1,00	6,63	3,5	0,165	3,94089	7,41
BA	0,64	0,652	0,113	380	1,00	5,75	10,15	0,132	2,43255	12,53
1	0,32	0,326	0,066	290	1,05	4,93	4,8			5,04
2	0,32	0,326	0,066	290	1,05	4,93	4,8			
3	0,49	0,498	0,091	340	1,05	5,48	0,5			
4	0,49	0,498	0,091	340	1,05	5,48	0,5			
5	0,49	0,498	0,091	340	1,05	5,48	0,5			
6	0,11	0,114	0,031	200	0,95	3,64	7,9			
7	0,11	0,114	0,031	200	0,95	3,64	7,9			
8	0,09	0,095	0,028	190	0,87	3,35	0,8			
9	0,09	0,095	0,028	190	0,87	3,35	5,7			
10	0,42	0,427	0,080	320	1,06	5,31	1,21			
11	0,42	0,427	0,080	320	1,06	5,31	7,21			
12	0,09	0,095	0,028	190	0,87	3,35	5,1			
13	0,40	0,407	0,080	320	0,97	5,06	1			
14	0,40	0,407	0,080	320	0,97	5,06	7			
15	0,39	0,395	0,080	320	0,92	4,91	0,8			
16	0,39	0,395	0,080	320	0,92	4,91	0,8			
17	0,11	0,114	0,031	200	0,95	3,64	0,6			
18	0,11	0,114	0,031	200	0,95	3,64	5,5			
EF	0,23	0,229	0,053	260	0,94	4,31	7			
HI	3,86	3,898	0,430	740	1,01	9,06	3,9			
IJ	3,76	3,803	0,419	730	1,03	9,09	2,8			
JK	0,84	0,854	0,139	420	1,00	6,16	6			
JL	2,92	2,949	0,353	670	0,99	8,37	4,55			
LM	2,82	2,854	0,342	660	1,00	8,34	3,51			
MN	0,81	0,814	0,132	410	1,03	6,17	6			
MO	2,02	2,040	0,264	580	1,02	7,72	7,8			
OP	1,63	1,645	0,229	540	0,97	7,18	1,3			
PQ	1,24	1,250	0,181	480	1,05	6,91	11,1			
Red									74,51	



## UTA S.PROYECCIONES IMPULSION

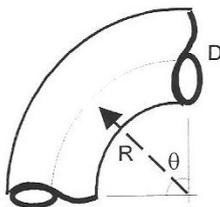
	Caudal (kg/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Sección (m <sup>2</sup> )	D [mm]	DP/m (Pa/m)	v (m/s)	Longitud (m)	C	Longitud equiv (m)	DP tramo (Pa)
AB	1,01	1,023	0,159	450	0,99	6,43	8,9	0,22	4,98303	13,80
1	0,51	0,511	0,096	350	0,95	5,31	2,4			2,29
2	0,51	0,511	0,096	350	0,95	5,31	6,4			
Red										16,09



## 8.2 CONDUCTOS DE RETORNO

### Perdidas en codos con radio uniforme

Todos los codos se realizaran con radio igual al diámetro del conducto, obteniendo en cada uno de ellos una  $C=0.22$



Codo radio uniforme  
Tabla 5/6

Codo radio uniforme redondo:

R/D	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5
$C_\theta$	0,71	0,33	0,22	0,15	0,13	0,12

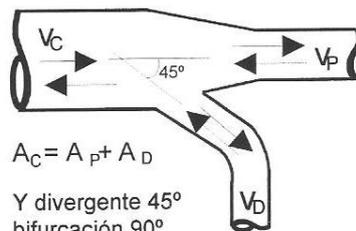
Tabla 5. Valor de  $C_\theta$  para codo radio uniforme redondo

$\theta$	20	30	45	60	75	90	110	130	150	180
$K_\theta$	0,31	0,45	0,6	0,78	0,9	1	1,13	1,2	1,28	1,4

Tabla 6. Valor de  $K_\theta$

$$C = C_\theta K_\theta$$

### Perdidas por derivaciones convergentes



$$A_C = A_P + A_D$$

Y divergente 45°  
bifurcación 90°

Tabla 18/19 →

Tabla 20/21 →



$A_p/A_c$	$A_D/A_c$	$Q_D/Q_P$									
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
0,3	0,2	5,30	-0,01	2,00	1,10	0,34	-0,20	-0,61	-0,93	-1,20	-1,40
	0,3	5,40	3,70	2,50	1,60	1,00	0,53	0,16	-0,14	-0,38	-0,58
0,4	0,2	1,90	1,10	0,46	-0,07	-0,49	-0,83	-1,10	-1,30	-1,50	-1,70
	0,3	2,00	1,40	0,81	0,42	0,08	-0,20	-0,43	-0,62	-0,78	-0,92
	0,4	2,00	1,50	1,00	0,68	0,39	0,16	-0,04	-0,21	-0,35	-0,47
0,5	0,2	0,77	0,34	-0,09	-0,48	-0,81	-1,10	1,30	-1,50	-1,70	-1,80
	0,3	0,85	0,56	0,25	-0,03	-0,27	-0,48	-0,67	-0,82	-0,96	-1,10
	0,4	0,88	0,66	0,43	0,21	0,02	-0,15	-0,30	-0,42	-0,54	-0,64
	0,5	0,91	0,73	0,54	0,36	0,21	0,06	-0,06	-0,17	-0,26	-0,35
0,6	0,2	0,30	0,00	-0,34	-0,67	-0,96	-1,20	-1,40	-1,60	-1,80	-1,90
	0,3	0,37	0,21	-0,02	-0,24	-0,44	-0,63	-0,79	-0,93	-1,10	-1,20
	0,4	0,40	0,31	0,16	-0,10	-0,16	-0,30	-0,43	-0,54	-0,64	-0,73
	0,5	0,43	0,37	0,26	0,14	0,02	-0,09	-0,20	-0,29	-0,37	-0,45
	0,6	0,44	0,41	0,33	0,24	0,14	0,05	-0,03	-0,11	-0,18	-0,25
0,8	0,2	-0,6	-0,27	-0,57	-0,86	-1,10	-1,40	-1,60	-1,70	-1,90	-2,00
	0,3	0,00	-0,08	-0,25	-0,43	-0,62	-0,78	-0,93	-1,10	-1,20	-1,30
	0,4	0,04	0,02	-0,08	-0,21	-0,34	-0,46	-0,57	-0,67	-0,77	-0,85
	0,6	0,07	0,12	0,09	0,03	-0,04	-0,11	-0,18	-0,25	-0,31	-0,37
	0,7	0,08	0,15	0,14	0,10	0,05	-0,01	-0,07	-0,12	-0,17	-0,22
	0,8	0,09	0,17	0,18	0,16	0,11	0,07	0,02	-0,02	-0,07	-0,11
1,0	0,2	-0,19	-0,39	-0,67	-0,96	-1,20	-1,50	-1,60	-1,80	-2,00	-2,10
	0,3	-0,12	-0,19	-0,35	-0,54	-0,71	-0,87	-1,00	-1,20	-1,30	-1,40
	0,4	-0,09	-0,10	-0,19	-0,31	-0,43	-0,55	-0,66	-0,77	-0,86	-0,94
	0,5	-0,07	-0,04	-0,09	-0,17	-0,26	-0,35	-0,44	-0,52	-0,59	-0,66
	0,6	-0,06	0,00	-0,02	-0,07	-0,14	-0,21	-0,28	-0,34	-0,40	-0,46
	0,8	-0,04	0,06	0,07	0,05	0,02	-0,03	-0,07	-0,12	-0,16	-0,20
	1,0	-0,03	0,09	0,13	0,13	0,11	0,08	0,06	0,03	-0,01	-0,03

Tabla 21. Valor de  $C_p$  para la rama principal

		vc	vd	vp	Ac	Ad	Ap	Ap/Ac	Ad/Ac	Qd/Qp	C (tablas)
HABITACIONES	8	4,06	3,36	3,36	0,057	0,035	0,035	0,61	0,61	1,00	0,14
	EF	4,34	3,36	4,06	0,08	0,035	0,057	0,71	0,44	0,51	-0,93
	FE	4,83	3,36	4,34	0,096	0,035	0,08	0,83	0,36	0,34	-0,34
ADMIN	DC	4,51	3,96	3,67	0,091	0,062	0,045	0,49	0,68	1,49	-0,16
	CB	5,77	5,22	4,51	0,173	0,113	0,091	0,53	0,65	1,44	-0,16
SERVICIOS	1	4,91	4,15	4,15	0,119	0,071	0,071	0,60	0,60	1,00	0,14
	AB	5,72	4,4	4,91	0,181	0,102	0,119	0,66	0,56	0,77	0,26
	BC	6,02	4,66	5,72	0,246	0,096	0,181	0,74	0,39	0,43	0,02
	DE	6,74	3,28	6,61	0,302	0,031	0,292	0,97	0,10	0,05	-0,19
	EF	6,8	3,02	6,74	0,312	0,028	0,302	0,97	0,09	0,04	-0,19
	FG	6,91	3,28	6,8	0,322	0,031	0,312	0,97	0,10	0,05	-0,19
PROY	AB	5,54	4,78	4,78	0,166	0,096	0,096	0,58	0,58	1,00	0,14



## UTA HABITACIONES RETORNO

	Caudal (kg/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Sección (m <sup>2</sup> )	D [mm]	DP/m (Pa/m)	v (m/s)	Longitud (m)	C	Longitud equiv (m)	DP tramo (Pa)
CE	0,46	0,465	0,091	340	0,93	5,12	5,22	0,22	3,5398	8,10
EF	0,35	0,349	0,075	310	0,86	4,62	5			4,29
FG	0,23	0,232	0,053	260	0,96	4,38	6,4			6,18
8	0,12	0,116	0,031	200	0,98	3,70	6,4	0,36	3,03187	9,23
1	0,17	0,174	0,042	230	1,04	4,20	2,5			
2	0,17	0,174	0,042	230	1,04	4,20	7,8			
3	0,17	0,174	0,042	230	1,04	4,20	2,5			
4	0,17	0,174	0,042	230	1,04	4,20	7,8			
5	0,12	0,116	0,031	200	0,98	3,70	4			
6	0,12	0,116	0,031	200	0,98	3,70	4			
7	0,12	0,116	0,031	200	0,98	3,70	4			
AC	0,69	0,697	0,119	390	0,99	5,84	1,6			
AD	0,35	0,349	0,071	300	1,01	4,93	9,8			
AB	0,35	0,349	0,071	300	1,01	4,93	15,8			
Red										27,80

## UTA ADMIN RETORNO

	Caudal (kg/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Sección (m <sup>2</sup> )	D [mm]	DP/m (Pa/m)	v (m/s)	Longitud (m)	C	Longitud equiv (m)	DP tramo (Pa)
AB	0,99	1,002	0,159	450	0,96	6,30	7			6,70
BC	0,41	0,410	0,080	320	0,99	5,09	2,8	0,22	3,28743	6,00
CD	0,16	0,166	0,042	230	0,95	3,99	2,25			2,13
4	0,07	0,074	0,023	170	0,95	3,27	5,3	0,22	1,51957	6,49
1	0,59	0,592	0,108	370	0,95	5,51	6,4			6,10
2	0,24	0,244	0,057	270	0,87	4,26	6,4			5,60
3	0,09	0,092	0,025	180	1,06	3,60	6,4			6,78
Red										33,03



## UTA SERVICIOS RETORNO

	Caudal (kg/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Sección (m <sup>2</sup> )	D [mm]	DP/m (Pa/m)	v (m/s)	Longitud (m)	C	Longitud equiv (m)	DP tramo (Pa)
1	0,29	0,293	0,062	280	1,03	4,76	6	0,14	1,77751	7,99
AB	0,58	0,587	0,102	360	1,07	5,76	2,1	0,26	4,48553	7,04
BC	1,02	1,035	0,159	450	1,02	6,50	12,8	0,02	0,453	13,46
CD	1,47	1,483	0,212	520	0,97	6,98	3,8			3,68
DE	1,91	1,931	0,255	570	1,00	7,57	7,65			7,66
EF	2,01	2,033	0,264	580	1,01	7,70	3,5			3,54
FG	2,10	2,119	0,273	590	1,00	7,75	1,2			1,20
GH	2,20	2,222	0,283	600	1,01	7,86	10,7	0,22	7,07813	17,93
2	0,29	0,293	0,062	280	1,03	4,76				
3	0,44	0,448	0,086	330	1,00	5,24				
4	0,44	0,448	0,086	330	1,00	5,24				
5	0,44	0,448	0,086	330	1,00	5,24				
6	0,10	0,103	0,028	190	1,01	3,63				
7	0,10	0,103	0,028	190	1,01	3,63				
8	0,08	0,086	0,025	180	0,93	3,36				
9	0,08	0,086	0,025	180	0,93	3,36				
10	0,38	0,384	0,075	310	1,02	5,09				
11	0,38	0,384	0,075	310	1,02	5,09				
12	0,08	0,086	0,025	180	0,93	3,36				
13	0,36	0,366	0,075	310	0,94	4,85				
14	0,36	0,366	0,075	310	0,94	4,85				
15	0,35	0,356	0,071	300	1,04	5,03				
16	0,35	0,356	0,071	300	1,04	5,03				
17	0,10	0,103	0,028	190	1,01	3,63				
18	0,10	0,103	0,028	190	1,01	3,63				
HI	3,47	3,508	0,396	710	1,02	8,86				
IJ	3,39	3,423	0,396	710	0,98	8,65				
JK	0,76	0,768	0,126	400	1,05	6,12				
JL	2,63	2,654	0,322	640	1,02	8,25				
LN	0,72	0,733	0,126	400	0,96	5,83				
LM	1,90	1,922	0,255	570	0,99	7,53				
MO	1,82	1,836	0,246	560	1,00	7,46				
OP	1,47	1,481	0,212	520	0,97	6,97				
PQ	1,11	1,125	0,166	460	1,06	6,77				
Red									62,51	

## UTA S.PROYECCIONES RETORNO

	Caudal (kg/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Sección (m <sup>2</sup> )	D [mm]	DP/m (Pa/m)	v (m/s)	Longitud (m)	C	Longitud equiv (m)	DP tramo (Pa)
AB	0,91	0,920	0,145	430	1,02	6,34	15,9	0,58	12,4283	28,99
1	0,46	0,460	0,086	330	1,05	5,38	1,7			1,78
2	0,46	0,460	0,086	330	1,05	5,38	6,1			
Red									30,78	





## ANEXO 9. “CÁLCULO DE TUBERÍAS”

La siguiente tabla nos proporciona los diámetros nominales comercializados de tuberías de acero galvanizado, con la cual se seleccionan las correspondientes tuberías de los circuitos hidráulicos.

Diámetro nominal		Diámetro interior (mm)	Diámetro exterior (mm)			Espesor de pared (mm)	Masa kg/m	
Pulgadas	mm		Teórico	Máximo	Mínimo		Tubo negro	Tubo galvanizado
3/8	10	12,6	17,2	17,5	16,7	2,3	0,84	0,89
1/2	15	16,1	21,3	21,8	21,0	2,6	1,21	1,26
3/4	20	21,7	26,9	27,3	26,5	2,6	1,56	1,63
1	25	27,3	33,7	34,2	33,3	3,2	2,41	2,50
1 1/4	32	36,0	42,4	42,9	42,0	3,2	3,10	3,23
1 1/2	40	41,9	48,3	48,8	47,9	3,2	3,56	3,75
2	50	53,1	60,3	60,8	59,7	3,6	5,03	5,26
2 1/2	65	68,9	76,1	76,6	75,3	3,6	6,42	6,76
3	80	80,9	88,9	89,5	88,0	4,0	8,36	8,79
4	100	105,3	114,3	115,0	113,1	4,5	12,20	12,90
5	125	129,7	139,7	140,8	138,5	5,0	16,60	17,50
6	150	155,1	165,1	166,5	163,9	5,0	19,80	20,80

Tabla 6.1.- Dimensiones y masa de tubos de acero (UNE 19040 – Serie normal) y acero galvanizado (UNE 19047)

### TUBERÍAS A UTAS

El caudal necesario que exige cada climatizador en invierno y en verano, se muestran en el Anexo 6. “Potencia de baterías de UTAS”.

Con dicho caudal se dimensionara ambos circuitos, no superando en ningún momento los 200 Pa/m ni los 1.2 m/s de velocidad.

Se ha calculado además, las pérdidas lineales con el diámetro de tubería seleccionado.

Se han considerado los siguientes coeficientes de pérdidas singulares, según la singularidad en cuestión. Han sido obtenidos del DTIE.



## Singularidades

<b>Acesorio</b>	<b>coef.</b>
Codo	0,7
Valvula retención sencilla DN 65	2,5
Válvula equilibrado DN 30	0,5

A continuación se muestran los cálculos realizados y sus resultados:

Ramas	Q [l/s]	Q [m <sup>3</sup> /s]	Dv para	DN	v m/s	Ap/m [Pa/m]	f	L [m]	Sum K	Apf [kPa]	Apl [kPa]	Ap total
UTA HABT. Refrig.	0,2599	0,0003	16,61	25	0,53	156,23	0,0279	150,64	4,4	0,62	23,53	24,15
UTA SERV. Refig.	1,3453	0,0013	37,78	50	0,69	161,67	0,0344	102,72	3,7	0,87	16,61	17,48
UTA ADMIN. Refrig.	0,2359	0,0002	15,82	25	0,48	128,76	0,0279	8,66	3	0,35	1,12	1,46
UTA PROY. Refrig.	0,2448	0,0002	16,12	25	0,50	138,58	0,0279	75,26	3,7	0,46	10,43	10,89
UTA HABT. Calif.	0,6808	0,0007	26,88	40	0,54	117,73	0,0321	150,64	4,4	0,65	17,73	18,38
UTA SERV. Calif.	3,356	0,0034	59,67	80	0,67	112,32	0,0403	102,72	3,7	0,82	11,54	12,36
UTA ADMIN. Calif.	0,5921	0,0006	25,06	40	0,47	89,04	0,0321	8,66	3	0,33	0,77	1,10
UTA PROY. Calif.	0,5443	0,0005	24,03	32	0,68	214,49	0,03	75,26	3,7	0,85	16,14	16,99

Las pérdidas en cada ramal, sumando el paso del agua por las baterías son las siguientes:



<b>UTA HABT. Refrig.</b>		
	Q [l/s]	$\Delta P$ [kPa]
<b>LINEALES</b>	0,259902	23,53
<b>SINGULARIDAD</b>	0,259902	0,62
<b>BATERIA</b>	0,259902	0,13
<b>TOTAL [kPa]</b>		24,28

<b>UTA HABT. Calef.</b>		
	Q [l/s]	$\Delta P$ [kPa]
<b>LINEALES</b>	0,680799	17,73
<b>SINGULARIDAD</b>	0,680799	0,65
<b>BATERIA</b>	0,680799	0,13
<b>TOTAL [kPa]</b>		18,51

<b>UTA SERV. Refrig.</b>		
	Q [l/s]	$\Delta P$ [kPa]
<b>LINEALES</b>	1,345303	16,61
<b>SINGULARIDAD</b>	1,345303	0,87
<b>BATERIA</b>	1,345303	0,13
<b>TOTAL [kPa]</b>		17,61

<b>UTA SERV. Calef.</b>		
	Q [l/s]	$\Delta P$ [kPa]
<b>LINEALES</b>	3,356024	12,36
<b>SINGULARIDAD</b>	3,356024	0,82
<b>BATERIA</b>	3,356024	0,13
<b>TOTAL [kPa]</b>		13,32

<b>UTA ADMIN. Refrig.</b>		
	Q [l/s]	$\Delta P$ [kPa]
<b>LINEALES</b>	0,235948	1,12
<b>SINGULARIDAD</b>	0,235948	0,35
<b>BATERIA</b>	0,235948	0,13
<b>TOTAL [kPa]</b>		1,59

<b>UTA ADMIN. Calef.</b>		
	Q [l/s]	$\Delta P$ [kPa]
<b>LINEALES</b>	0,592061	1,10
<b>SINGULARIDAD</b>	0,592061	0,33
<b>BATERIA</b>	0,592061	0,13
<b>TOTAL [kPa]</b>		1,57

<b>UTA PROY. Refrig.</b>		
	Q [l/s]	$\Delta P$ [kPa]
<b>LINEALES</b>	0,244784	10,43
<b>SINGULARIDAD</b>	0,244784	0,46
<b>BATERIA</b>	0,244784	0,13
<b>TOTAL [kPa]</b>		11,02

<b>UTA PROY. Calef.</b>		
	Q [l/s]	$\Delta P$ [kPa]
<b>LINEALES</b>	0,544293	16,14
<b>SINGULARIDAD</b>	0,544293	0,85
<b>BATERIA</b>	0,544293	0,13
<b>TOTAL [kPa]</b>		17,12

	$\Delta P$ [kPa]	Valvula [kPa]	TOTAL [kPa]	Caudal [l/s]
<b>REFRIGERACION</b>	24,28	5	29,28	2,086
<b>CALEFACCION</b>	18,51	5	23,51	5,173



**TUBERIAS EN SUELO RADIANTE:**

Para dimensionar las tuberías de suelo radiante, se ha procedido de manera análoga, obteniendo los siguientes resultados:

		Area	PASO	Q	Dv para 1,2m/s	Dnom [mm]	v m/s	Ap/m	f	Apl [Kpa]	
<i>Habitacion comunal 1</i>	ARC 1	C1	54,39	30,00	0,034	5,98	16,00	0,17	10,75	0,012	2,27
		C2	54,39	30,00	0,034	5,98	16,00	0,17	10,75	0,012	2,27
<i>Habitacion comunal 2</i>		C3	56,77	30,00	0,034	5,97	16,00	0,17	10,67	0,012	2,34
		C4	56,77	30,00	0,034	5,97	16,00	0,17	10,67	0,012	2,34
<i>Habitacion 3</i>		C5	15,95	10,00	0,171	13,48	20,00	0,55	94,89	0,013	17,98
<i>Habitacion 4</i>		C6	15,95	20,00	0,269	16,88	20,00	0,86	233,55	0,013	25,63
<i>Habitacion 5</i>		C7	15,95	20,00	0,269	16,88	20,00	0,86	233,55	0,013	25,63
<i>Habitacion 6</i>		C8	15,95	20,00	0,267	16,82	20,00	0,85	230,32	0,013	25,28
<i>Habitacion 3</i>	ARC AUX 1	AC5	15,95	10,00	0,12	11,40	20,00	0,39	48,60	0,013	9,21
<i>Habitacion 4</i>		AC6	15,95	20,00	0,23	15,66	20,00	0,74	173,02	0,013	18,99
<i>Habitacion 5</i>		AC7	15,95	20,00	0,23	15,66	20,00	0,74	173,02	0,013	18,99
<i>Habitacion 6</i>		AC8	15,95	20,00	0,23	15,60	20,00	0,73	170,20	0,013	18,68
<i>Aula didactica</i>	ARC 2	C1	43,44	10,00	0,028	5,44	16,00	0,14	7,33	0,012	3,41
		C2	43,44	10,00	0,028	5,44	16,00	0,14	7,33	0,012	3,41
<i>Salon de juegos</i>		C3	43,44	10,00	0,015	3,95	16,00	0,07	2,04	0,012	0,95
		C4	43,44	10,00	0,015	3,95	16,00	0,07	2,04	0,012	0,95
<i>Aula didactica</i>		DC1	43,44	10,00	0,11	11,00	16,00	0,57	122,90	0,012	57,07
		DC2	43,44	10,00	0,11	11,00	16,00	0,57	122,90	0,012	57,07
<i>Salon de juegos</i>		DC3	43,44	10,00	0,13	11,62	16,00	0,63	152,93	0,012	71,02
		DC4	43,44	10,00	0,13	11,62	16,00	0,63	152,93	0,012	71,02
<i>Sala de descanso</i>	ARC 3	C1	56,77	30,00	0,025	5,19	16,00	0,13	6,08	0,012	1,33
		C2	56,77	30,00	0,025	5,19	16,00	0,13	6,08	0,012	1,33
<i>Sanitarios Hombres 1</i>		C3	47,69	10,00	0,020	4,55	16,00	0,10	3,60	0,012	1,82
		<i>Sanitarios Mujer 1</i>	C4	47,69	10,00	0,054	7,56	16,00	0,27	27,51	0,012
<i>Sala de descanso</i>		DC1	56,77	30,00	0,06	8,09	16,00	0,31	35,96	0,012	7,88
		DC2	56,77	30,00	0,06	8,09	16,00	0,31	35,96	0,012	7,88
<i>Sanitarios Hombres 1</i>		DC3	47,69	10,00	0,14	12,02	16,00	0,68	175,46	0,012	88,93
		<i>Sanitarios Mujer 1</i>	DC4	47,69	10,00	0,10	10,39	16,00	0,51	97,99	0,012
<i>Vestibulo</i>	ARC 4	C1	89,85	30,00	0,053	7,52	16,00	0,27	26,87	0,012	8,85
		C2	89,85	30,00	0,053	7,52	16,00	0,27	26,87	0,012	8,85
		C3	89,85	30,00	0,053	7,52	16,00	0,27	26,87	0,012	8,85
		C4	89,85	30,00	0,053	7,52	16,00	0,27	26,87	0,012	8,85
		C5	89,85	30,00	0,053	7,52	16,00	0,27	26,87	0,012	8,85



		Area	PASO	Q	Dv para 1,2m/s	Dnom [mm]	v m/s	Ap/m	f	Api [Kpa]	
<b>Vestibulo</b>	ARC AUX 4	AC1	89,85	30,00	0,07	8,47	16,00	0,34	43,22	0,012	14,24
		AC2	89,85	30,00	0,07	8,47	16,00	0,34	43,22	0,012	14,24
		AC3	89,85	30,00	0,07	8,47	16,00	0,34	43,22	0,012	14,24
		AC4	89,85	30,00	0,07	8,47	16,00	0,34	43,22	0,012	14,24
		AC5	89,85	30,00	0,07	8,47	16,00	0,34	43,22	0,012	14,24
<b>Restaurante</b>	ARC5	C1	75,36	20,00	0,027	5,32	16,00	0,13	6,72	0,012	2,73
		C2	75,36	20,00	0,027	5,32	16,00	0,13	6,72	0,012	2,73
		C3	75,36	20,00	0,027	5,32	16,00	0,13	6,72	0,012	2,73
<b>Cocina</b>	ARC5	C4	34,72	10,00	0,019	4,44	16,00	0,09	3,26	0,012	1,23
<b>Restaurante</b>		DC1	75,36	20,00	0,14	12,39	16,00	0,72	197,96	0,012	80,53
		DC2	75,36	20,00	0,14	12,39	16,00	0,72	197,96	0,012	80,53
		DC3	75,36	20,00	0,14	12,39	16,00	0,72	197,96	0,012	80,53
<b>Cocina</b>	DC4	34,72	10,00	0,09	10,03	16,00	0,47	84,99	0,012	32,06	
<b>Conserjeria</b>	ARC6	C1	15,48	10,00	0,034	5,97	16,00	0,17	10,68	0,012	1,97
<b>Consultorio</b>		C2	16,67	15,00	0,052	7,42	16,00	0,26	25,43	0,012	3,59
<b>Mantenimiento</b>		C3	16,67	10,00	0,019	4,48	16,00	0,09	3,38	0,012	0,67
		DC3	16,67	10,00	0,04	6,14	16,00	0,18	11,94	0,012	2,35
<b>Sanitarios hombre 2</b>	ARC7	C1	21,12	10,00	0,014	3,86	16,00	0,07	1,86	0,012	0,45
<b>Sanitarios Mujer 2</b>		C2	21,12	10,00	0,014	3,86	16,00	0,07	1,86	0,012	0,45
<b>Sala de proyecciones</b>		C3	64,77	30,00	0,051	7,38	16,00	0,26	24,98	0,012	6,14
		C4	64,77	30,00	0,051	7,38	16,00	0,26	24,98	0,012	6,14
<b>Sanitarios hombre 2</b>	DC1	21,12	10,00	0,05	7,57	16,00	0,27	27,60	0,012	6,66	
<b>Sanitarios Mujer 2</b>	DC2	21,12	10,00	0,05	7,57	16,00	0,27	27,60	0,012	6,66	

Y las tuberías a los colectores:

Ramas	Q [l/s]	Q [m3/s]	Dv para 1,2m/s	DN	v m/s	Ap/m [Pa/m]	f
ARC1	1,109808986	0,001109809	34,32	50	0,57	110,02	0,034438484
ARC2	0,567339669	0,00056734	24,53	40	0,45	81,76	0,03208862
ARC3	0,485418252	0,000485418	22,69	32	0,60	170,60	0,02997131
ARC4	0,266484878	0,000266485	16,82	25	0,54	164,24	0,027864226
ARC5	0,62734126	0,000627341	25,80	40	0,50	99,97	0,03208862
ARC6	0,139892629	0,000139893	12,18	20	0,45	129,60	0,026145086
ARC7	0,238855364	0,000238855	15,92	25	0,49	131,95	0,027864226
ARC AUX 1	0,81	0,000814257	29,39	40	0,65	168,41	0,03208862
ARC AUX 2	0,34	0,000337973	18,94	32	0,42	82,70	0,02997131

El circuito mas desfavorable es el de Sanitarios Hombre 1, del ARC3. Sumando perdidas, se obtiene lo siguiente:



TOTAL PERDIDAS	kPa
<i>CIRCUITO</i>	88,93
<i>CONEXIÓN</i>	13
<i>COLECTOR</i>	0,7
<i>VALVULA EQUILIBRADO</i>	1
<i>VALVULA DE CORTE</i>	1

104,63 kPa



Universidad de Zaragoza

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica  
Industrial



# PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN DE UN ALBERGUE JUVENIL

## Planos

**Autor:** Rubén Marzo Limeres

**Convocatoria:** Septiembre 2011

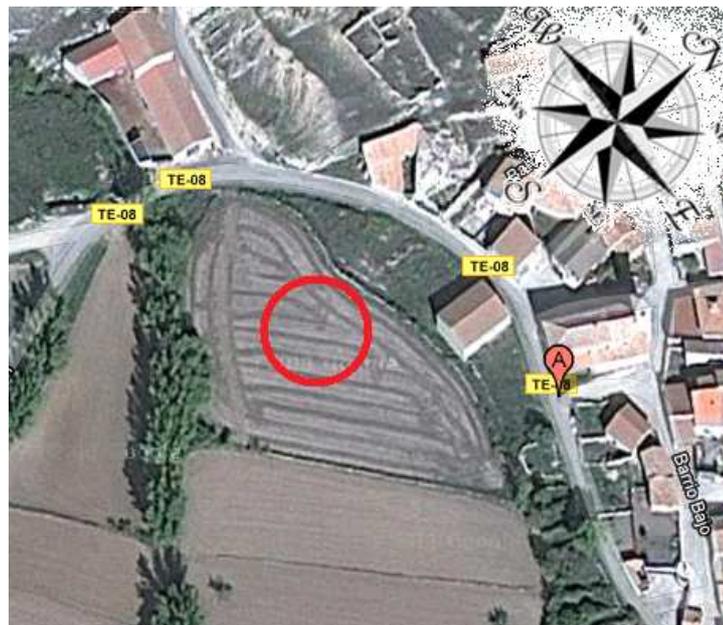
**Directores:** Belén Zalba y Ana Lázaro

**Especialidad:** Mecánica



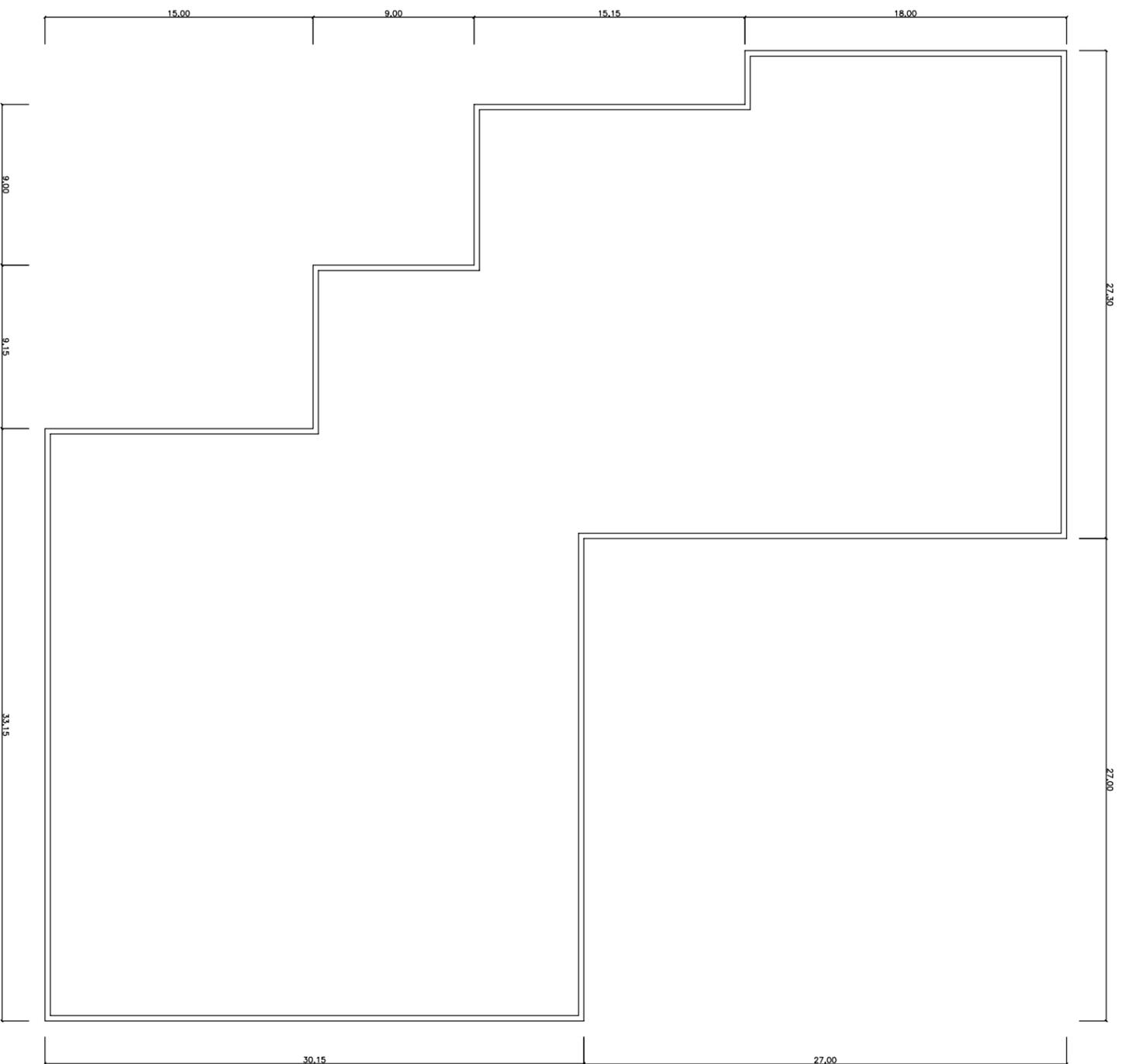
## **ÍNDICE PLANOS**

01. Emplazamiento
02. Distribución en planta
03. Cubierta
04. Áreas
05. Zonificación
06. Esquema de principio
07. Conductos de impulsión
08. Conductos retorno
09. Tuberías a climatizadores
10. Suelo radiante
11. Suelo radiante auxiliar



	Fecha	Nombre	Firma	  Universidad de Zaragoza
Dibujado	31/08/2011	Rubén Marzo		
Comprob.				
id.s.norma				
Escala:	<h1>EMPLAZAMIENTO</h1> <h2>Climatización de un albergue juvenil</h2>			Plano: 01
—				Especialidad: Ing.Mecánica





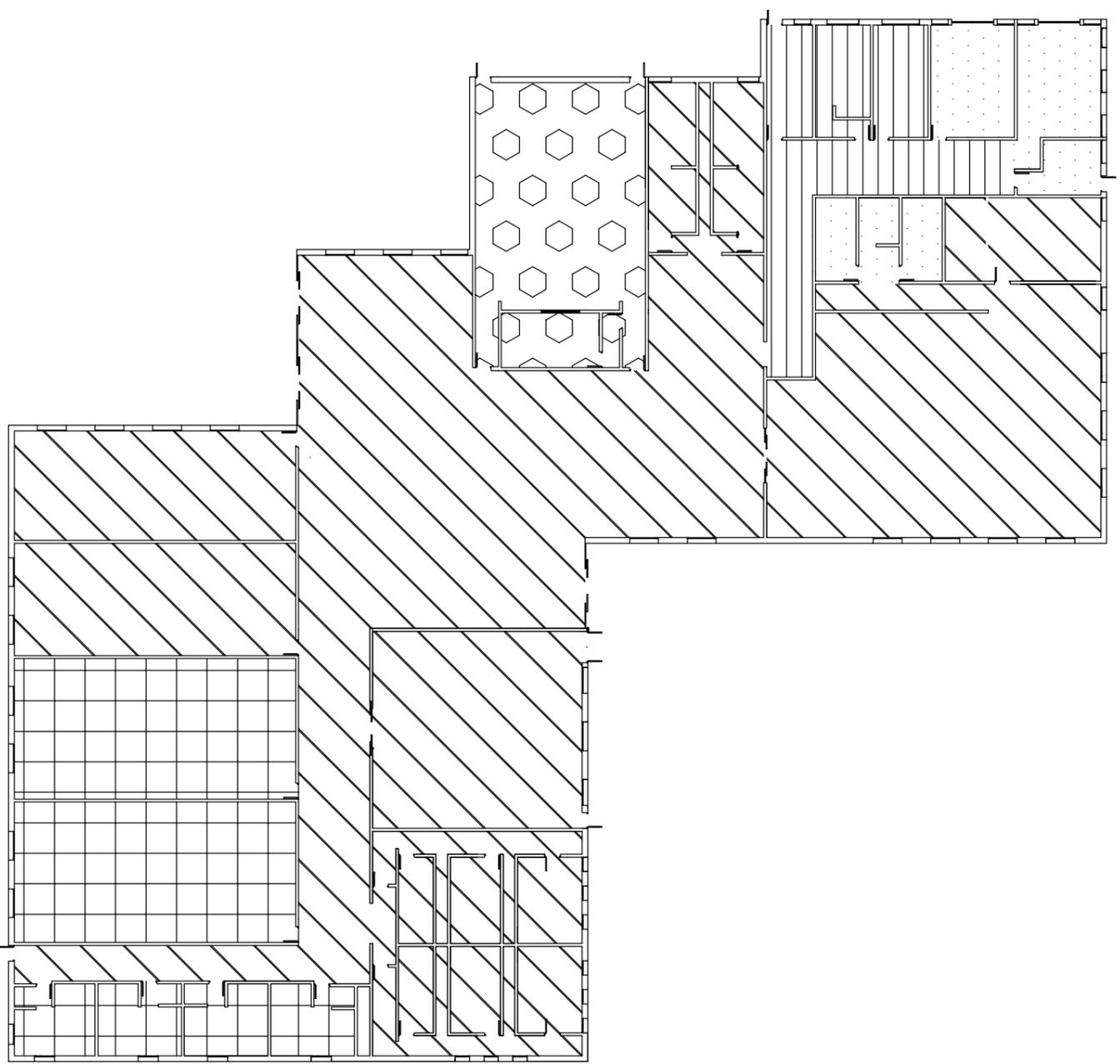
Dibujado	31/08/2011	Nombre	Rubén Marzo	Firma	 
Comprob.					
id. s. norma					
Escala:	<b>CUBIERTA</b>				Plano: 03
1:300	<b>Climatización de un albergue juvenil</b>				Especialidad: Ing. Mecánica



Espacio	AREAS [m²]
Aula didáctica	86,672
Salón de juegos	86,672
Habitación comunal 1	108,770
Habitación comunal 2	108,770
Sala de descanso	113,539
Sala de proyecciones	129,533
Sala polivalente	0,000
Restaurante	226,070
Mantenimiento	16,673
Cocina	34,718
Habitación 3	15,953
Habitación 4	15,953
Habitación 5	15,953
Habitación 6	15,953
Sanitarios Hombres 1	47,685
Sanitarios Mujer 1	47,685
Sanitarios Hombres 2	21,116
Sanitarios Mujer 2	21,116
Vestibulo	448,259
Pasillo 2	68,067
Conservaría	15,480
Consultorio	16,673
Area de desechos	8,590
Cuarto de máquinas	25,300
Subestación	25,448
Huecos	2,430

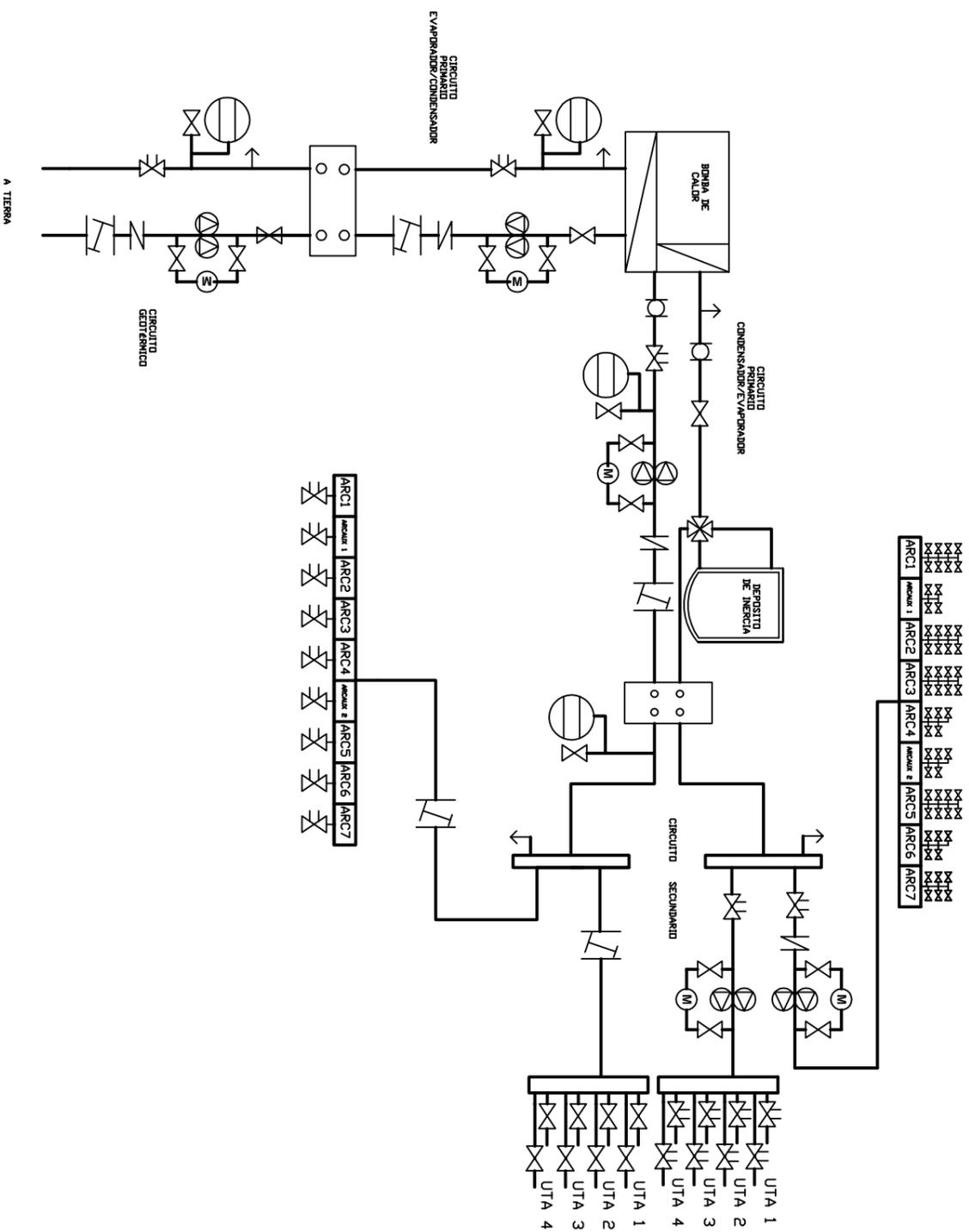
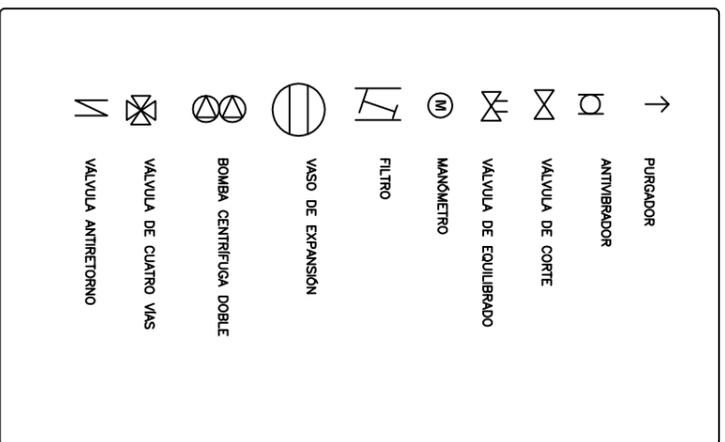
	Fecha	Nombre	Firma	
Dibujado	31/08/2011	Rubén Marzo		
Comprob.				
id.s.norma				
Escala:	<b>AREAS</b>			<b>Plano: 04</b>
1:300				





-  ZONA NO HABITABLE
-  ZONA ADMINISTRACIÓN
-  ZONA SERVICIOS
-  ZONA HABITACIONES
-  ZONA SALA PROYECCIONES

Dibujado	31/08/2011	Nombre	Rubén Marzo	Firma	 
Comprob.					
id.s.norma		<b>ZONIFICACIÓN</b> <b>Climatización de un albergue juvenil</b>		Plano: 05	<b>Especialidad:</b> <b>Ing. Mecánica</b>
Escala:	1:300				



	Fecha	Nombre	Firma
Dibujado	31/08/2011	Rubén Marzo	
Comprob.			
id.s.norma			
Escala:	ESQUEMA DE PPO.		Plano: 06
	Climatización de un albergue juvenil		Especialidad: Ing. Mecánica



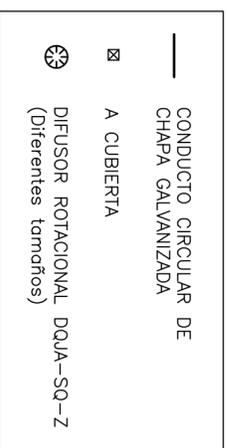
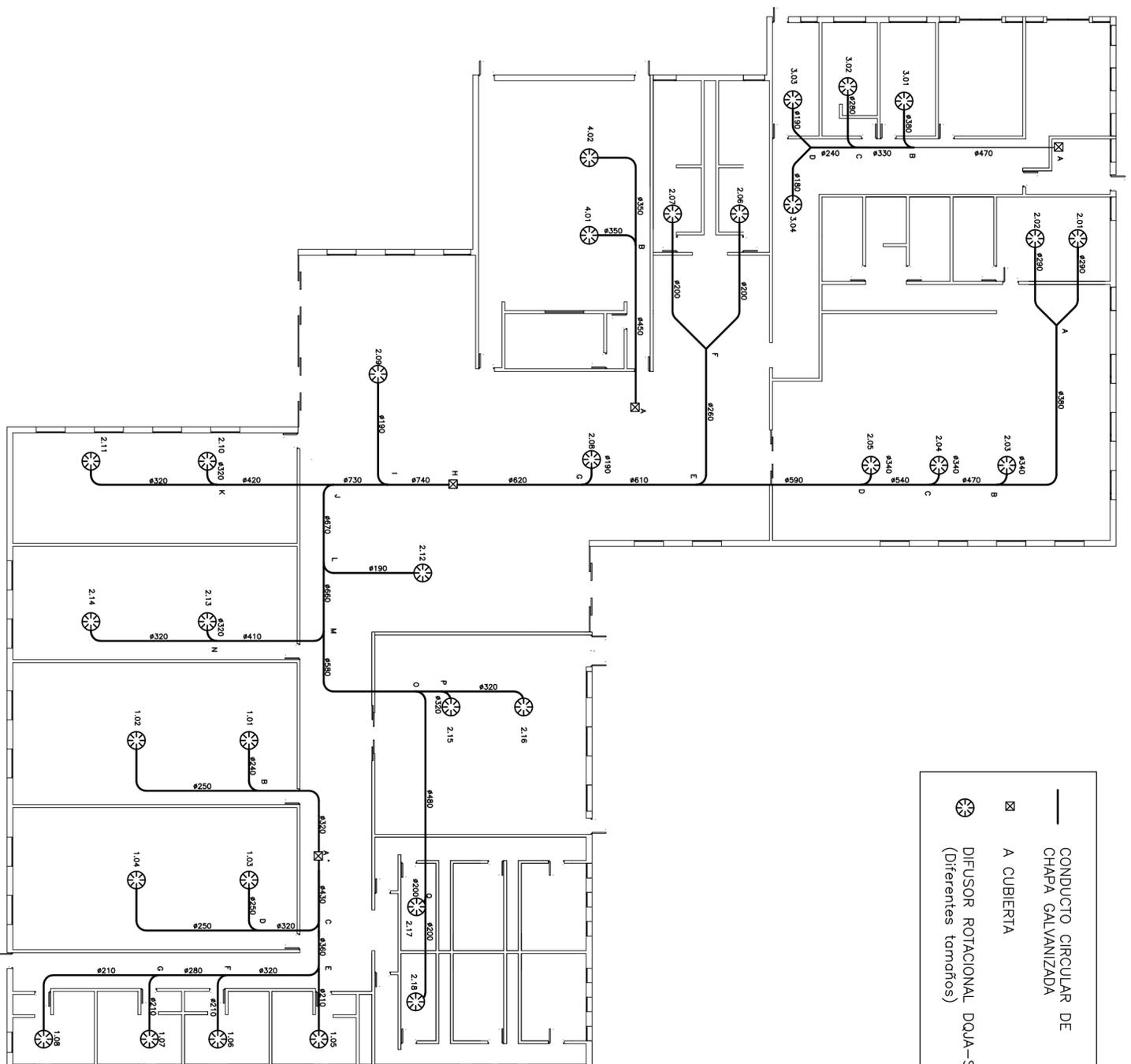
### DIFUSORES DE IMPULSION

UTA HABITACIONES		
nº	m3/h	Modelo
1.01	697	DQJA-SQ-Z- 500
1.02	697	DQJA-SQ-Z- 500
1.03	697	DQJA-SQ-Z- 500
1.04	697	DQJA-SQ-Z- 500
1.05	465	DQJA-SQ-Z- 400
1.06	465	DQJA-SQ-Z- 400
1.07	465	DQJA-SQ-Z- 400
1.08	465	DQJA-SQ-Z- 400

UTA SERVICIOS		
nº	m3/h	Modelo
2.01	1173	DQJA-SQ-Z- 800
2.02	1173	DQJA-SQ-Z- 800
2.03	1792	DQJA-SQ-Z- 800
2.04	1792	DQJA-SQ-Z- 800
2.05	1792	DQJA-SQ-Z- 800
2.06	412	DQJA-SQ-Z- 400
2.07	412	DQJA-SQ-Z- 400
2.08	342	DQJA-SQ-Z- 400
2.09	342	DQJA-SQ-Z- 400
2.10	1537	DQJA-SQ-Z- 800
2.11	1537	DQJA-SQ-Z- 800
2.12	342	DQJA-SQ-Z- 400
2.13	1465	DQJA-SQ-Z- 800
2.14	1465	DQJA-SQ-Z- 800
2.15	1422	DQJA-SQ-Z- 800
2.16	1422	DQJA-SQ-Z- 800
2.17	412	DQJA-SQ-Z- 400
2.18	412	DQJA-SQ-Z- 400

UTA ADMIN		
nº	m3/h	Modelo
3.01	2369	DQJA-SQ-Z- 800
3.02	975	DQJA-SQ-Z- 600
3.03	367	DQJA-SQ-Z- 400
3.04	297	DQJA-SQ-Z- 310

UTA SALA PROYECCIONES		
nº	m3/h	Modelo
4.01	1841	DQJA-SQ-Z- 800
4.02	1841	DQJA-SQ-Z- 800



Fecha	Nombre	Firma	 
Dibujado	Rubén Marzo		
Comprob.			
Id.s: norma			
Escala:	CONDUCTOS DE IMPULSION		Plano: 07

1:200

Climatización de un albergue juvenil

Especialidad:  
Ing. Mecánica

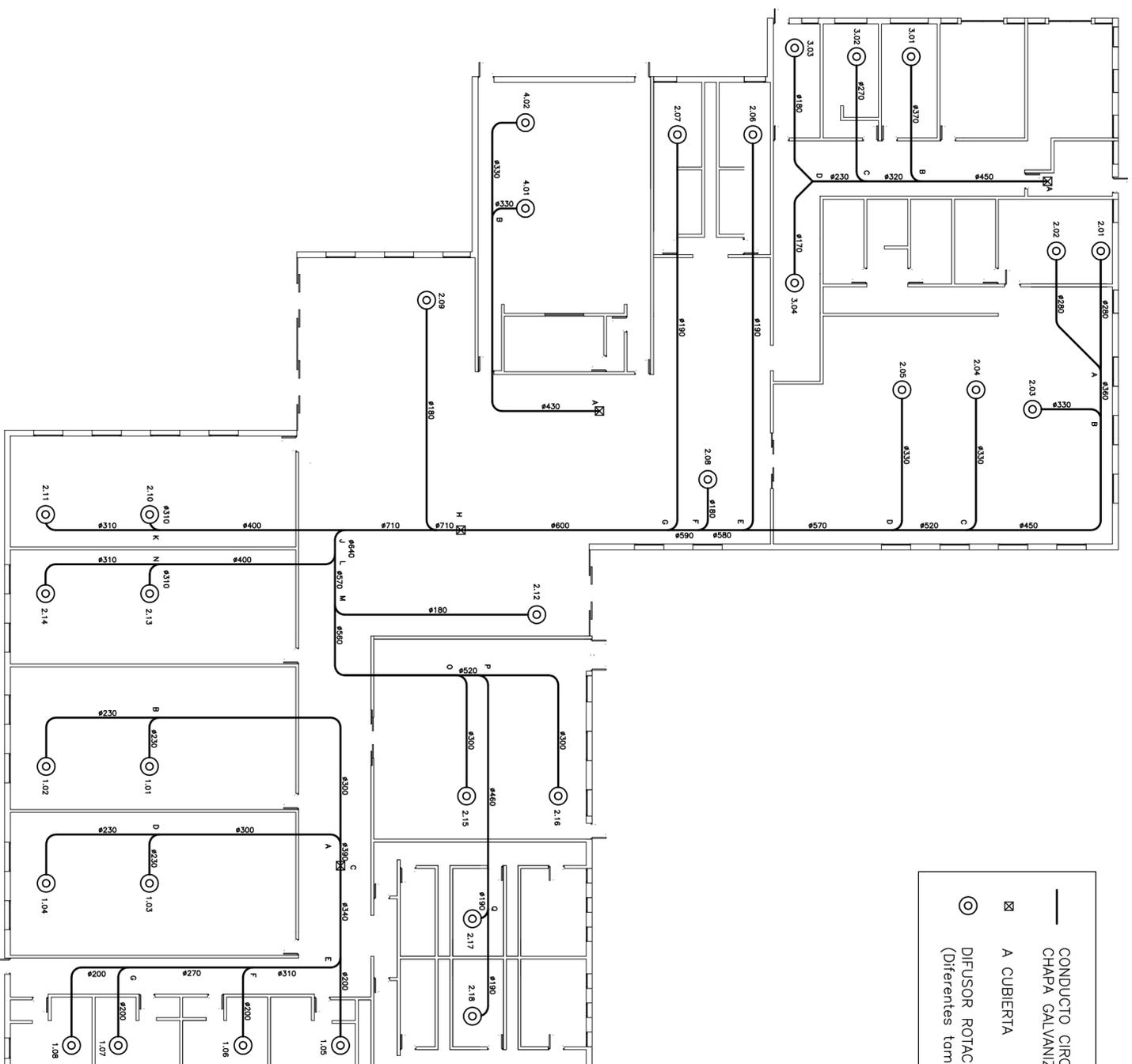
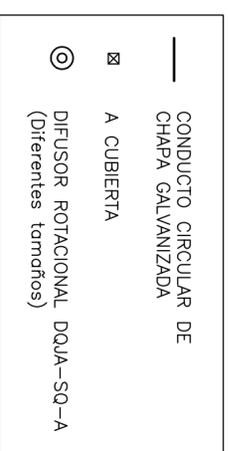
**DIFUSORES DE RETORNO**

UTA HABITACIONES	
nº	m3/h Modelo
1.01	628 DQJA-SQ-A- 800
1.02	628 DQJA-SQ-A- 500
1.03	628 DQJA-SQ-A- 500
1.04	628 DQJA-SQ-A- 500
1.05	418 DQJA-SQ-A- 400
1.06	418 DQJA-SQ-A- 400
1.07	418 DQJA-SQ-A- 400
1.08	418 DQJA-SQ-A- 400

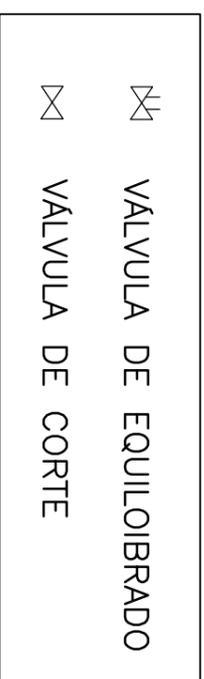
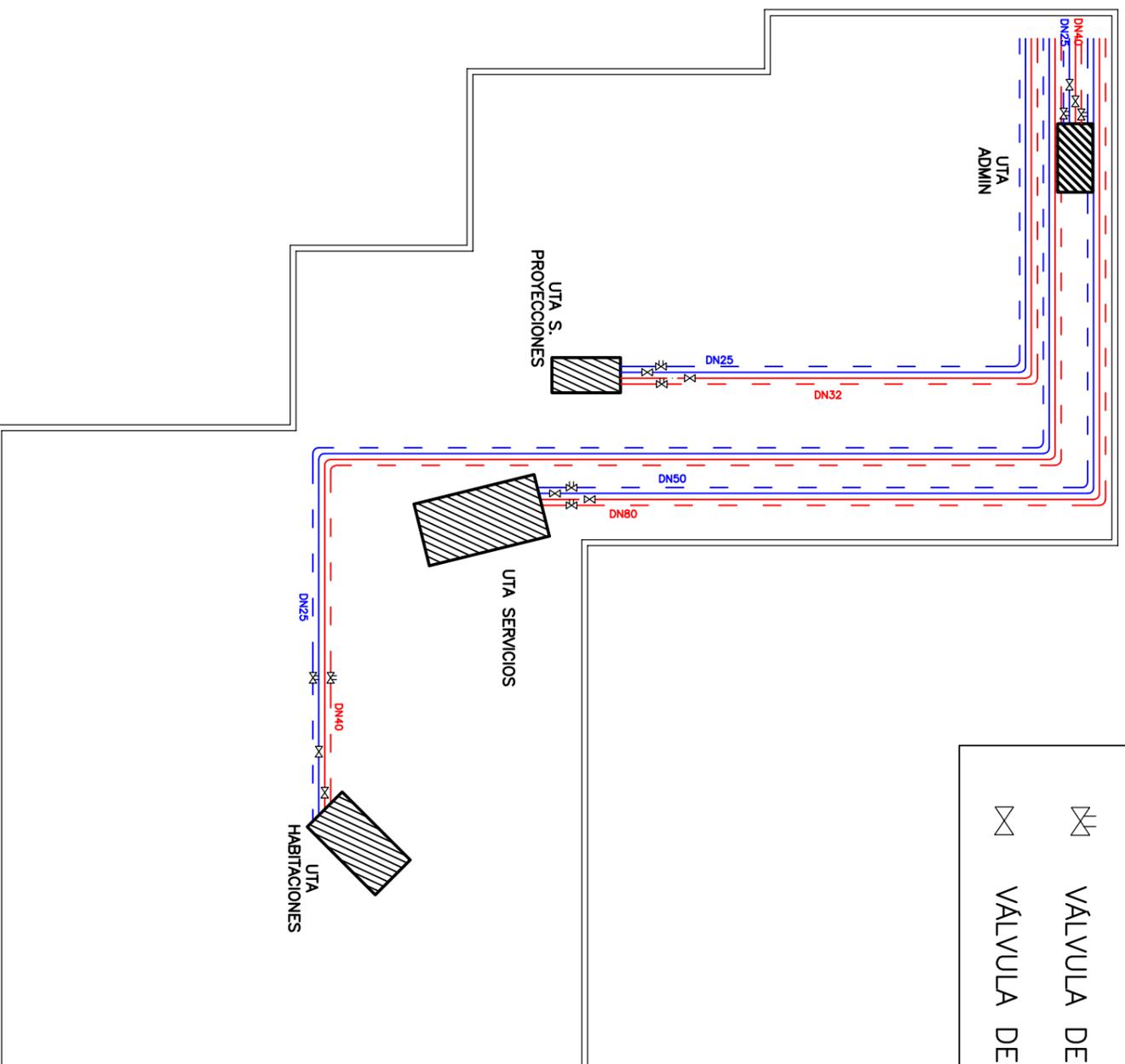
UTA SERVICIOS	
nº	m3/h Modelo
2.01	1056 DQJA-SQ-A- 800
2.02	1056 DQJA-SQ-A- 800
2.03	1613 DQJA-SQ-A- 800
2.04	1613 DQJA-SQ-A- 800
2.05	1613 DQJA-SQ-A- 800
2.06	371 DQJA-SQ-A- 400
2.07	371 DQJA-SQ-A- 400
2.08	308 DQJA-SQ-A- 400
2.09	308 DQJA-SQ-A- 400
2.10	1383 DQJA-SQ-A- 800
2.11	1383 DQJA-SQ-A- 800
2.12	308 DQJA-SQ-A- 400
2.13	1319 DQJA-SQ-A- 800
2.14	1319 DQJA-SQ-A- 800
2.15	1280 DQJA-SQ-A- 800
2.16	1280 DQJA-SQ-A- 800
2.17	371 DQJA-SQ-A- 400
2.18	371 DQJA-SQ-A- 400

UTA ADMIN	
nº	m3/h Modelo
3.01	2132 DQJA-SQ-A- 800
3.02	877 DQJA-SQ-A- 600
3.03	330 DQJA-SQ-A- 400
3.04	267 DQJA-SQ-A- 310

UTA SALA PROYECCIONES	
nº	m3/h Modelo
4.01	1656 DQJA-SQ-Z- 800
4.02	1656 DQJA-SQ-Z- 800



Fecha	Nombre	Firma	 
Dibujado	Rubén Marzo		
Comprob.			
Id.s: norma			
Escala:	<b>CONDUCTOS DE RETORNO</b> Climatización de un albergue juvenil		Plano: 08 Especialidad: Ing. Mecánica
1:200			



Ramas	Q [l/s]	DN
UTA HABT. Refrig.	0,260	25
UTA SERV. Refrig.	1,345	50
UTA ADMIN. Refrig.	0,236	25
UTA PROY. Refrig.	0,245	25
UTA HABT. Calef.	0,681	40
UTA SERV. Calef.	3,356	80
UTA ADMIN. Calef.	0,592	40
UTA PROY. Calef.	0,544	32

Fecha	Nombre	Firma	 
Dibujado	Rubén Marzo		
Comprob.			
id.s.norma			
Escala:	<b>TUBERÍAS A CLIMATIZADORES</b> Climatización de un albergue juvenil		Plano: 09 Especialidad: Ing. Mecánica
1:300			





	PASO	q [(l/s)]	Dnom [mm]
Habitación 3	DC5	10,00	0,12
	DC6	20,00	0,23
	DC7	20,00	0,23
Habitación 4	DC7	20,00	0,23
	DC8	20,00	0,23
Habitación 5	DC8	20,00	0,23
	DC8	20,00	0,23
Habitación 6	DC8	20,00	0,23
	DC8	20,00	0,23
Vestibulo	DC8	20,00	0,23
	DC8	20,00	0,23

Dibujado	31/08/2011	Nombre	Rubén Marzo	Firma	
Comprob.					
id.s.norma					
Escala:	1:300	<p align="center"><b>SUELO RADIANTE . AUX.</b></p> <p align="center"><b>Climatización de un albergue juvenil</b></p>		Plano: 10	<p align="center">Especialidad: Ing. Mecánica</p>

