



Universidad de
Oviedo



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN.

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ÁREA DE MÁQUINAS Y MOTORES TÉRMICOS

TRABAJO FIN DE MÁSTER Nº TFM18020139

**ESTUDIO ENERGÉTICO PARA EL CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO
DE EDIFICIO DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO (EECN) EN LA
AMPLIACIÓN DE UN HOSPITAL.**

D. JURJO REYES, JULIO
TUTORES: D. FERNÁNDEZ GARCÍA, FRANCISCO JAVIER
D.ª SUÁREZ RAMÓN, INÉS MARÍA

FECHA: julio de 2018



ÍNDICE

1. AGRADECIMIENTOS.....	7
2. RESUMEN	8
3. INTRODUCCIÓN	9
3.1 Legislación sobre eficiencia energética en edificación	9
3.2 El Hospital de Cabueñes en la actualidad	13
3.3 Reforma y ampliación del Hospital de Cabueñes.....	14
3.4 Necesidades y justificación del proyecto.....	16
3.5 La simulación energética en edificios: EnergyPlus	17
4. PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO.....	22
5. OBJETIVOS	24
6. METODOLOGÍA.....	25
7. EL PROYECTO DE AMPLIACIÓN Y REFORMA	27
8. CONSUMO ACTUAL DEL HOSPITAL	28
8.1 Consumo de electricidad.....	28
8.2 Consumo de gas natural	31
8.3 Consumo de agua	33
9. SIMULACIÓN ENERGÉTICA DEL HOSPITAL	35
9.1 Modelo geométrico del hospital	35
9.1.1 Principales vistas del edificio	36
9.1.2 Espacios que forman el edificio	40
9.2 Modelo constructivo del hospital.....	42
9.2.1 Cubiertas	42
9.2.2 Fachadas.....	44
9.2.3 Particiones interiores verticales	50
9.2.4 Particiones interiores horizontales	52
9.2.5 Suelos en contacto con el exterior	57
9.2.6 Huecos.....	59
9.3 Modelo térmico del hospital	61
9.3.1 Tipos de espacio.....	61



9.3.2	Condiciones de contorno	68
9.3.3	Zonas térmicas.....	69
9.4	Modelo de cargas internas del hospital.....	76
9.4.1	Carga de ocupación.....	76
9.4.2	Carga de iluminación.....	78
9.4.3	Carga de equipamiento.....	79
9.5	Carga de ventilación	81
9.6	Datos climáticos.....	86
10.	RESULTADOS DE LA DEMANDA	88
10.1	Demanda por planta	90
10.1.1	Sótano -1	92
10.1.2	Planta 0.....	92
10.1.3	Planta 2.....	93
10.1.4	Planta 3.....	94
10.1.5	Planta 5.....	94
10.1.6	Planta 6.....	95
10.2	Demanda por zonas	96
10.2.1	Espacio Tipo 7 BOX.....	96
10.2.2	Espacio Tipo 15 Quirófanos.....	98
10.2.3	Espacios Tipo 4, 5, 6 y 12.....	99
10.2.4	Espacio Tipo 13 Consultas	100
11.	CÁLCULO DE CONSUMOS Y ALTERNATIVAS DE SISTEMAS	102
11.1	Sistema 1: Caldera y máquina frigorífica con torre de refrigeración	103
11.1.1	Caldera	104
11.1.2	Máquina frigorífica.....	106
11.1.3	Torre de refrigeración	109
11.1.4	Circuitos de distribución	111
11.2	Sistema 2: Bomba de calor agua-agua.....	112
11.3	Sistema de ventilación	119
11.4	Hipótesis de cálculo	120
11.5	Resultados	122



11.5.1 Consumo con el Sistema 1	123
11.5.2 Consumo con el Sistema 2	124
11.5.3 Comparación de resultados.....	126
12. PRESUPUESTO	129
12.1 Licencia de software	129
12.2 Análisis del consumo actual	129
12.3 Simulación y obtención de la demanda	129
12.4 Obtención del consumo y análisis de alternativas	130
12.5 Desglose del presupuesto	131
13. CONCLUSIONES	132
14. BIBLIOGRAFÍA.....	133
15. ANEXO I: PROPIEDADES DE LOS CERRAMIENTOS.....	136
16. ANEXO II: DEMANDA TOTAL POR ZONA TÉRMICA	158
17. ANEXO III: PRESENTACIÓN POR ZONAS TÉRMICAS.	161
17.1 Zona Térmica 1: Conexiones Sótano -2	161
17.2 Zona Térmica 2: No climatizado	162
17.3 Zona Térmica 3: Vestuarios 1 Sótano -1	164
17.4 Zona Térmica 4: Estéril Sótano -1.....	165
17.5 Zona Térmica 5: Vestuarios urgencias Sótano -1	166
17.6 Zona Térmica 6: Farmacia Sótano -1	167
17.7 Zona Térmica 7: Almacenes Medicamentos Sótano -1	168
17.8 Zona Térmica 8: Conexiones Sótano -1	169
17.9 Zona Térmica 9: Despachos Radiología Planta 0.....	170
17.10 Zona Térmica 10: Radiología Planta 0.....	171
17.11 Zona Térmica 11: Espera Radiología Planta 0	172
17.12 Zona Térmica 12: Conexiones y otros locales Planta 0.....	173
17.13 Zona Térmica 13: Espera urgencias Planta 0	174
17.14 Zona Térmica 14: Box urgencias Planta 0	175
17.15 Zona Térmica 15: Consultas urgencias Planta 0.....	176
17.16 Zona Térmica 16: Conexiones Planta 1	177
17.17 Zona Térmica 17: Conexiones Planta 2 1	178



17.18 Zona Térmica 18: Consultas Planta 2 1	179
17.19 Zona Térmica 19: Consultas Planta 2 2	180
17.20 Zona Térmica 20: Espera Planta 2	181
17.21 Zona Térmica 21: Consultas Planta 2 3	182
17.22 Zona Térmica 22: Salas de trabajo Planta 2	183
17.23 Zona Térmica 23: Consultas Diálisis Planta 2	184
17.24 Zona Térmica 24: Diálisis Planta 2	185
17.25 Zona Térmica 25: Conexiones Planta 2 2	186
17.26 Zona Térmica 26: Preparación 1 Planta 3	187
17.27 Zona Térmica 27: Quirófanos 1 Planta 3	188
17.28 Zona Térmica 28: Preparación 2 Planta 3	189
17.29 Zona Térmica 29: Quirófanos 2 Planta 3	190
17.30 Zona Térmica 30: Preparación 3 Planta 3	191
17.31 Zona Térmica 31: Quirófanos 3 Planta 3	192
17.32 Zona Térmica 32: Ud. Cuidados críticos post Planta 3	193
17.33 Zona Térmica 33: Espera Planta 3	194
17.34 Zona Térmica 34: URPA 1 Planta 3	195
17.35 Zona Térmica 35: Médicos de guardia Planta 3	196
17.36 Zona Térmica 36: Conexiones Planta 3 1	197
17.37 Zona Térmica 37: Vestuarios Planta 3	198
17.38 Zona Térmica 38: Conexiones Planta 3 2	199
17.39 Zona Térmica 39: Conexiones Planta 4	200
17.40 Zona Térmica 40: Hospital de día oncohematológico Planta 5	201
17.41 Zona Térmica 41: Consultas oncología Planta 5	202
17.42 Zona Térmica 42: Espera Planta 5	203
17.43 Zona Térmica 43: Consultas digestivo/trauma Planta 5	204
17.44 Zona Térmica 44: Salas de trabajo digestivo/trauma Planta 5	205
17.45 Zona Térmica 45: Conexiones Planta 5	206
17.46 Zona Térmica 46: Consultas Planta 5	207
17.47 Zona Térmica 47: Conexiones Planta 5 2	208
17.48 Zona Térmica 48: Laboratorios urgencias Planta 5	209



17.49 Zona Térmica 49: Bioquímica Planta 5	210
17.50 Zona Térmica 50: Microbiología Planta 5	211
17.51 Zona Térmica 51: Box Planta 6	212
17.52 Zona Térmica 52: Conexiones Planta 6	213
17.53 Zona Térmica 53: Salas de trabajo Planta 6	214
17.54 Zona Térmica 54: Médicos de guardia Planta 6	215
17.55 Zona Térmica 55: Conexiones Planta 7	216
17.56 Zona Térmica 56: Conexiones Planta 8	217



1. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido desarrollado en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón bajo la supervisión de los profesores Francisco Javier Fernández García e Inés María Suárez Ramón, ambos del Área de Máquinas y Motores Térmicos, a los que quiero agradecer en primer lugar por la ayuda recibida a la hora de realizar este trabajo. También me gustaría dar las gracias a la Consejería de Sanidad del Principado de Asturias y al Instituto Universitario de Tecnología Industrial de Asturias por la oportunidad que me han ofrecido mediante este proyecto, a todo el personal del Servicio de Gestión y Seguridad de las Instalaciones, Mantenimiento e Ingeniería del Hospital de Cabueñes por el trato recibido durante mi estancia en el hospital y por último a mi familia y amigos, en especial a mi madre, a Dunia y a Jandro por todo su apoyo durante la realización de este trabajo.



2. RESUMEN

El Hospital de Cabueñes se encuentra en estos momentos en un proceso de ampliación y reforma, teniendo que adaptarse a los requisitos de eficiencia energética definidos en la normativa vigente. Esta situación lleva a que en colaboración con la Consejería de Sanidad del Principado de Asturias y con el Hospital de Cabueñes, se inicie este proyecto en el que se pretende realizar un análisis energético que va desde la situación actual del hospital hasta la primera fase del proyecto de ampliación y reforma.

En cuanto a la situación actual, se ha realizado un análisis del consumo de energía, tanto eléctrica como térmica, a partir de datos de facturación y del estudio en campo, de tal forma que se ha obtenido una clasificación limitada del consumo de los distintos sistemas que conforman el hospital debido a la compleja distribución del edificio.

Tras esto, mediante del análisis de la documentación del proyecto de ampliación y reforma, se ha creado un modelo de simulación mediante la herramienta EnergyPlus que permite obtener los perfiles de demanda de calefacción y refrigeración para las distintas zonas y plantas que conformarán el nuevo edificio el hospital. Dicho programa se ha escogido puesto que, aunque no permite obtener una calificación del hospital como un Edificio de consumo de Energía Casi Nulo, aporta un valor a las labores de investigación que no lo presentan las herramientas reconocidas por la legislación al utilizar parámetros más realistas.

Finalmente, a partir de los valores de la demanda, se proponen dos alternativas de sistemas para obtener el consumo del nuevo edificio, una compuesta por una caldera y una máquina frigorífica con torre de refrigeración y otra con una bomba de calor agua-agua. Con esto, tras el análisis de los resultados obtenidos, se obtiene para el segundo sistema una reducción de la energía primaria no renovable del 26%, una disminución de las emisiones de CO₂ del 34% y un ahorro económico del 4,12% respecto al primer sistema, de tal forma que la aplicación de esta alternativa se podría considerar que estaría más en la línea de conseguir los requisitos de los Edificios de consumo de Energía Casi Nulo.



3. INTRODUCCIÓN

3.1 Legislación sobre eficiencia energética en edificación

En los últimos años, debido a la preocupación generada por las emisiones de CO₂ a la atmósfera, se han desarrollado diversos planes estratégicos para llevar a cabo una reducción de estas.

De esta forma, en el año 1997 la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático lleva a cabo el Protocolo de Kyoto, en el cual aparecen objetivos y medidas energéticas que establecen por primera vez una serie de compromisos de carácter jurídico vinculantes sobre la reducción o limitación de las emisiones netas de gases de efecto invernadero en los principales países desarrollados o en vías de desarrollo.

Con esto se establece un calendario de cumplimiento que, entrando en vigor en el año 2005, indica que las emisiones de los gases de efecto invernadero deben reducirse al menos un 5% por debajo de los niveles del año 1990 en los países industrializados y en el periodo comprendido entre 2008 y 2012 (Naciones Unidas, 1998).

Más adelante, en el año 2012, en la cumbre de Doha se decidiría dar continuidad al Protocolo de Kyoto para así desarrollar un segundo compromiso a partir del año 2013. Así, puesto que los objetivos del Protocolo de Kyoto sólo cumplen una parte de las emisiones de gases de efecto invernadero, tras una serie de negociaciones, los países pertenecientes a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático adoptan en diciembre de 2015 el Acuerdo de París. En este nuevo hito histórico, se tiene como objetivo evitar que el aumento de la temperatura media global del planeta no supere los 2°C respecto a los niveles preindustriales, promoviendo además hacer esfuerzos adicionales para que el calentamiento global no supere los 1,5 °C. De esta forma, cada cinco años los países que lo conforman deberán comunicar y mantener sus objetivos nacionales de reducción de emisiones de tal forma que se pueda cumplir esta meta (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España, s.f.).



En el contexto de la Unión Europea, como consecuencia del Protocolo de Kyoto, sus países miembros asumieron la responsabilidad de reducir sus emisiones en el periodo comprendido entre 2008 y 2012 (primer periodo de compromiso) un 8% respecto al año base 1990/1995. Este compromiso se repartiría entre los Estados Miembros y cada uno asumiría un objetivo distinto, apareciendo en España que las emisiones en dicho periodo no podrían superar el 15% de las del año base.

El siguiente paso sería la aprobación en el año 2008 del Paquete Europeo de Energía y Cambio Climático 2013-2020. En este se recogen una serie de objetivos de cara al año 2020 que fueron establecidos por los dirigentes de la UE en el año 2007 en cuanto a materia de energías renovables, eficiencia energética y reducción de gases de efecto invernadero. Estos son conocidos como objetivos 20/20/20 y también figuran entre los principales de la Estrategia Europa 2020 para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador (Comisión Europea, 2010).

De esta forma, se establece lo siguiente:

- Reducir las emisiones totales de los gases de efecto invernadero al menos un 20% respecto de los niveles de 1990 de cara al año 2020. Así mismo, en un 30% si los países desarrollados se comprometen a reducciones que sean equivalentes y los que estén en vías de desarrollo contribuyen de forma adecuada.
- Alcanzar el 20% del consumo de energía final mediante renovables en 2020, siendo un 10% en el sector del transporte para cada país.
- Conseguir un 20% de mejora de la eficiencia energética.

Tras esto, en el año 2013 se presentó la Hoja de Ruta hacia una economía baja en carbono para el año 2050, de tal manera que la Comisión Europea propone medidas a largo plazo. De esta manera se establece que se tendrán que reducir las emisiones para que la temperatura media global no supere los 2°C si se compara con la era preindustrial, de tal forma que en el año 2050 la Unión Europea debe reducir sus emisiones un 80% con respecto al año 1990, estableciendo hitos intermedios como sería el 40% en 2030 y el 60% en 2040.

Posteriormente, en el año 2014, la Comisión Europea da continuidad al Paquete Europeo de Energía y Cambio Climático con horizonte 2030, estableciéndose que se deben reducir al menos un 40% las emisiones de gases de efecto invernadero respecto a 1990, que la cuota de energías renovables ha de ser al menos del 27% y que la mejora de la eficiencia energética ha de alcanzar al menos también el 27%.



En este contexto, el 19 de mayo de 2010 el Parlamento Europeo, teniendo en cuenta que el 40% del consumo total de energía en la Unión Europea se corresponde a los edificios, publica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios, donde se incluyen medidas relativas a la implementación de los edificios de consumo de energía casi nulo.

De esta manera, en esta Directiva un edificio de consumo casi nulo se define como el “edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, que se determinará de conformidad con el anexo I. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables, producida in situ o en el entorno”.

Con todo esto, se van a regular los edificios de consumo de energía casi nulo, estableciéndose que los estados miembros tienen que asegurar que a más tardar del 31 de diciembre de 2020 todos los edificios nuevos sean de consumo casi nulo, aunque esta fecha se adelanta al 31 de diciembre de 2018 para los edificios nuevos que estén ocupados por autoridades públicas.

Así mismo, también se establece que los Estados miembros deben formular políticas y medidas para el establecimiento de objetivos, elaborando planes nacionales destinados a aumentar el número de este tipo de edificios en los que se establecerá una definición de los edificios de consumo casi nulo en función de sus condiciones nacionales, se recogerán objetivos para definir los edificios nuevos en 2015 y se proporcionará información sobre las políticas y medidas financieras recogidas en la directiva.

En cuanto a España, se redacta en el año 2014 el “Plan Nacional destinado a aumentar el número de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo en España”. En este documento, todavía no se establecía una definición, pero se describían dos fases para llegar a ella (Ministerio de Fomento, 2014):

- Fase I: donde se definían objetivos intermedios de alta eficiencia de cara a 2015, mediante la actualización de la reglamentación técnica sobre eficiencia energética. Esto incluye la aprobación del Real Decreto 235/2013 donde se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- Fase II: definición reglamentaria de edificios de consumo de energía casi nulo, garantizando la obligación del cumplimiento de exigencias definidas en la directiva europea.



En la siguiente imagen se recoge la aplicación de cada una de las fases del Plan:

Normativa existente	2006	Documento Básico DB HE de Ahorro de energía
	2007	Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE)
	2007	Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción
Objetivos intermedios a 2015	2013	Modificación del Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE). Introducción de la obligación de que todos los edificios nuevos sean de consumo de energía casi nulo en 2020 (2018 para los de la Administración)
	2013	Actualización del Documento Básico DB HE de Ahorro de energía
	2013	Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios (se amplía a edificios existentes)
Definición reglamentaria de edificios de consumo de energía casi nulo	2016-17	Actualización del Documento Básico DB HE de Ahorro de energía: Introducción de la definición detallada de edificio de consumo de energía casi nulo. Aplicación voluntaria.
	2018	Aplicación obligatoria a edificios nuevos propiedad de la administración pública
	2020	Aplicación obligatoria a todos los edificios de nueva construcción

Ilustración 1: Plan previsto para la actualización reglamentaria y la incorporación en la misma de la definición detallada de edificios de consumo de energía casi nulo. Fuente: Ministerio de Fomento.

Todo esto llevará a que en la última modificación del Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE-DB-HE) de junio de 2017, donde mediante el Real Decreto 564/2017 se modifica el Real Decreto 235/2013, se realice una definición de los edificios de consumo de energía casi nulo como un “edificio que cumple con las exigencias reglamentarias establecidas para edificios de nueva construcción en las diferentes secciones de este Documento Básico”. En esta ley los niveles de exigencia van a ser elevados y para cumplir los límites establecidos en el CTE-DB-HE se pueden seguir dos caminos, reducir la demanda o instalar sistemas energéticos eficientes para atender dicha demanda con el menor consumo posible.

De esta manera, atendiendo al CTE-DB-HE, en el caso de edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes de otros usos distintos al residencial, para considerarse edificios de consumo de energía casi nulo, la calificación energética de estos edificios para el indicador de consumo de energía primaria no renovable del edificio o parte ampliada debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B, según el procedimiento establecido en el Real Decreto 235/2013.



Dicha calificación energética solo podrá realizarse con la Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC) desde enero de 2016.

La Herramienta Unificada LIDER-CALENER es un método que utiliza dos programas complementarios para la evaluación de la demanda y el consumo energético, que serían LIDER, mediante el cual se introduciría la geometría del edificio y sus datos constructivos, y CALENER, que se encarga de definir las cargas internas del edificio, así como sus sistemas de climatización y ACS. Esta última herramienta se utiliza en su versión Calener GT para edificios terciarios de gran tamaño y está basada en el motor de cálculo DOE 2.

Todo esto, permitiría verificar a partir de los resultados obtenidos mediante la herramienta, el cumplimiento de una serie de exigencias de las Secciones HE0 y HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE).

3.2 El Hospital de Cabueñes en la actualidad

El Hospital de Cabueñes es el principal complejo hospitalario de Gijón y el centro de referencia del Distrito 2 del Área Sanitaria V del Principado de Asturias. Este hospital se encuentra en una parcela de 6,6 hectáreas en la parroquia de Cabueñes en el Concejo de Gijón. Fue construido en agosto de 1968 con una capacidad inicial de 206 camas, inaugurándose como un edificio de cuatro plantas dedicado a maternidad y pediatría, aunque dicho número de camas aumentaría a 434 tras la ampliación de 1972-1973 y a 694 tras la de 1993. Además de esto, también se realizaron ampliaciones en el año 1987 y en el 2003, llevándose a cabo la última gran intervención en el año 2011, que supondría un cambio cualitativo y cuantitativo del Hospital.



Ilustración 2: Hospital de Cabueñes. Fuente: FACUA.

De esta manera, el edificio actual tiene una superficie total de 60181 m² repartidos en 12 plantas (donde se incluyen los dos sótanos y la planta cero) repartidos en varios bloques, aunque se llegaría a los 60700 m² si se tienen en cuenta los diferentes edificios anexos dedicados a la central térmica, a la lavandería o a la escuela de enfermería.

Estas doce plantas, se van a repartir en bloques de la siguiente manera:

- Bloque C: en este bloque se encuentra el acceso al hospital a nivel de Admisiones y se encuentran zonas como la Cafetería, Dirección o Cardiología-vascular.
- Bloque B: se corresponde con el edificio de hospitalización compuesto por 8 plantas. Este bloque va a poseer un ala de menor tamaño denominada Bloque



B central donde aparecerán Urgencias, Hemodiálisis, UCI, Neonatología y Esterilización.

- Bloque A: donde aparecen zonas como los vestuarios, Radiología, Urgencias, Consultas, Hemodiálisis, Pruebas funcionales, Hematología, Anatomía Patológica, y los laboratorios de Bioquímica, Urgencias y Microbiología.

Además de los tres bloques anteriores, alrededor del núcleo central del hospital se disponen de hasta 5 edificaciones anexas, que serán las correspondientes a Instalaciones y aljibes, Escuela de Enfermería, Lavandería, Gases Medicinales y las instalaciones de la depuradora.

3.3 Reforma y ampliación del Hospital de Cabueñes

El Hospital de Cabueñes se encuentra en un proceso de reforma y ampliación mediante el cual, únicamente se mantendría el cuerpo central B, las unidades de hospitalización y el último edificio construido denominado bloque C. De esta manera, el resto de los edificios existentes, incluidas el edificio de instalaciones y la Escuela de Enfermería se demolerán, ampliando el nuevo hospital hacia el Este y sobre la ubicación actual del bloque A. Dicho proceso de reforma y ampliación se va a llevar a cabo en dos fases, que son las que se expondrán a continuación.



Ilustración 3: Previsión del estado del Hospital de Cabueñes tras la reforma y ampliación. Fuente: La Voz de Asturias.

En lo referido a la Fase I, se llevará a cabo la ampliación del Hospital hacia el Este, necesitando de este modo la construcción en las parcelas colindantes al edificio actual. En el edificio construido en esta primera fase, se tendrán que ubicar los servicios recogidos actualmente en el bloque A, pues este será demolido en la siguiente fase, así como el nuevo edificio de instalaciones.

De esta forma, en el nuevo edificio se van a construir un total de 11 plantas en las cuales se van a distribuir los diferentes servicios de la siguiente manera.



- Planta Sótano -2: Cámara para saneamiento e instalaciones.
- Planta Sótano -1: Central de esterilización, almacenes, vestuarios para el personal de urgencias, farmacia, vestuarios de personal e instalaciones.
- Planta Baja: Urgencias (consultas y BOX) y radiología de urgencias (TAC, rayos y consultas).
- Planta Primera: Planta técnica de instalaciones.
- Planta Segunda: Consultas externas (dermatología, oftalmología, anestesia y unidad de dolor, cirugía maxilofacial, otorrino, obstetricia, ginecología y psiquiatría de enlace), Gabinetes de pruebas funcionales, Despachos médicos y Diálisis.
- Planta Tercera: Bloque quirúrgico (quirófanos, vestuarios y preparación de quirófanos), URPA (Unidad de Recuperación Post-anestesia), Unidad de Cuidados Críticos Post-quirúrgicos y Médicos de guardia.
- Planta Cuarta: Planta técnica de instalaciones.
- Planta Quinta: Laboratorio de hematología y hemoterapia, Consultas hematología, Hospital de día oncohematológico, Laboratorio de bioquímica, Laboratorio de urgencias, Laboratorio de microbiología y parasitología y Consultas externas.
- Planta Sexta: UCI y Médicos de guardia.
- Planta Séptima: Planta técnica de instalaciones.
- Planta Octava: únicamente contiene un núcleo de comunicación.

. En las Planta Baja, 2, 3 y 5 habrá también diversas salas de espera, algunas de las cuales serán de doble altura.

Una vez se concluya la Fase I y se ponga en servicio, se iniciaría la Fase II, que consta de la demolición del edificio A, de la construcción del resto de la ampliación y de la reforma del resto del edificio existente. El orden cronológico de esta fase sería: demolición del edificio A existente, ampliación Norte, reforma ala Oeste hospitalización, ampliación edificio docencia y demolición de la actual Facultad de Enfermería y del actual edificio de Centrales de Instalaciones.

De esta manera, los servicios en la ampliación en la zona Norte se distribuirían por plantas de la siguiente forma:

- Planta Sótano -2: Cámara sanitaria para saneamiento e instalaciones.
- Planta Sótano -1: Acceso corazón, Hospital de día Médico, Conexión aparcamiento y resto de Vestuarios de Personal.
- Planta Baja: Consultas Externas, Extracciones y Radiología.
- Planta Primera: Planta Técnica Instalaciones y Áreas administrativas de Cardiología y Vascular.
- Planta Segunda: Consultas Externas.
- Panta Tercera: URPA (Unidad de Recuperación Post-anestesia 1), Unidad de Cirugía sin ingreso CMA y Quirófanos Cirugía menor.



- Planta Cuarta: Planta Técnica Instalaciones
- Planta Quinta: Consultas Externas y Área Central de Escopias
- Planta Sexta: No se construye, solamente se prevé la estructura para una futura ampliación de esta planta.

En cuanto al estudio llevado a cabo en este proyecto, solamente se analizará la ampliación de la Fase I, pues el resto todavía no está definido.

3.4 Necesidades y justificación del proyecto

Los complejos servicios de un hospital deben ser gestionados cada vez de manera más eficiente para hacer sostenible el sistema sanitario y dicha gestión debe tener en cuenta, además, las necesarias medidas medioambientales. Uno de los componentes más importantes de un hospital lo constituyen los sistemas energéticos, que cumplen unas funciones esenciales para la asistencia sanitaria. A los requerimientos funcionales que se les exige a estos sistemas de manera tradicional, deben incluirse en un futuro próximo nuevos condicionantes de eficiencia energética, en la línea de los edificios de consumo de energía casi nulo (EECN).

Como se ha explicado anteriormente, la Consejería de Sanidad del Principado de Asturias se encuentra actualmente en proceso de tramitación del proyecto de ampliación y reforma del Hospital de Cabueñes. Un equipamiento como el de la entidad de este hospital, es una instalación de enorme importancia para la ciudad de Gijón, y es evidente la importancia que tiene cualquier esfuerzo para mejorar las instalaciones de un equipamiento tan importante, pues los beneficios para la ciudad de Gijón son evidentes.

Debido a todo esto, durante el año 2017 surge el interés de que investigadores especializados en eficiencia energética colaboren en el desarrollo de dicho proyecto, proponiendo y valorando la aplicación de tecnologías que favorezcan la eficiencia energética en sus instalaciones y contribuyan a reducir la energía final consumida y el componente no renovable de la energía primaria necesaria para el suministro de dicha energía final. De esta manera, se propone una colaboración entre investigadores de la Universidad de Oviedo y la Consejería de Sanidad del Principado de Asturias mediante un proyecto subvencionado por el Instituto Universitario de Tecnología Industrial de Asturias con el cual se analizarían los aspectos mencionados anteriormente.

La información que se obtenga a partir de este análisis aportará un criterio muy valioso para enfocar la adaptación del Hospital a las normativas de los edificios de consumo de energía casi nulo, cuyas exigencias deberían entrar en vigor a finales del año 2018. La colaboración de la Consejería y del Hospital consistiría en facilitar a los investigadores toda la información necesaria para llevar a cabo el estudio, incluyendo datos históricos e información de los sistemas de control, registro y adquisición de datos, así como el conocimiento y acceso a las instalaciones actuales y el apoyo de personal en



las campañas de medias que se estimen necesarias. Además, también se proporcionará la documentación referida al proyecto de ampliación y reforma redactado por López-Fando y Asociados S.L.P., de tal manera que se obtendría toda la información necesaria sobre el nuevo hospital.

Con todo esto, a partir de los estudios y metodologías propuestos en este proyecto, el Hospital de Cabueñes podría incorporar sistemas que, teniendo en cuenta las diferentes necesidades de seguridad, continuidad del servicio y adecuación de las necesidades asistenciales, permitan ser rigurosos medioambientalmente e incrementen la eficiencia energética del conjunto, además de llevar asociada una lógica repercusión económica.

Además, la Consejería de Sanidad podría aplicar la metodología desarrollada en ese proyecto a otros hospitales del Principado de Asturias, y el Ayuntamiento de Gijón podría tomar este ejemplo como base para extrapolar la metodología a otros edificios públicos de distintos sectores de actividad que también sean grandes consumidores de energía, ya que están igualmente sujetos al cumplimiento de la misma normativa finales de 2018.

3.5 La simulación energética en edificios: EnergyPlus

Uno de los procedimientos más importantes a la hora de evaluar el comportamiento energético de un edificio se corresponde con la simulación energética.

La simulación energética consiste en un proceso en el cual se analiza una construcción u edificio determinado mediante la utilización de software especializado a partir de aspectos del edificio tales como las condiciones climáticas externas, los perfiles de uso y ocupación, la distribución del edificio o el modelo constructivo. De esta forma, se obtendrían resultados referidos a las demandas y a los consumos energéticos, a las condiciones interiores del edificio y a los gastos en los distintos equipos que conforman las instalaciones del edificio.

Por lo tanto, las herramientas que utilizan este tipo de técnicas nos permiten obtener un modelo a partir del cual se podría estimar la demanda y en el que se pueden probar distintas alternativas de sistemas, analizando además otros aspectos importantes del edificio como serían la envolvente térmica, el aprovechamiento de la luz natural u otros aspectos referidos al funcionamiento del edificio que podrían hacer variar ligeramente los perfiles de demanda, pudiendo analizar de esta manera la eficiencia y el desempeño energético del mismo. Además, también servirían para evaluar el cumplimiento de la normativa y realizar la certificación de la eficiencia energética de los



edificios, pues algunas de ellas son propuestas por los propios organismos que se encargan de evaluar y controlar estos procedimientos.

Con todo esto, cualquier proceso de simulación podría conformarse por tres partes diferenciadas: pretratamiento, simulación y postratamiento (Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración, 2008).

- Pretratamiento: consiste en la representación del objeto o edificio a simular mediante la creación de un modelo-D. La información para la creación de este modelo puede introducirse de manera directa o codificada (por ejemplo, BDL, CTE o DXF) y suele generarse con la ayuda de algún tipo de interfaz o programa gráfico de CAD.
- Simulación: se genera un modelo matemático o informático conocido como modelo-S en el cual se simula el comportamiento del edificio o del objeto a partir de la información introducida en el modelo-D y donde es necesario determinar cómo se evaluará la evolución temporal de la simulación.
- Postratamiento: proceso en el cual se presentan los datos obtenidos de una manera accesible para los distintos usuarios de la simulación y con carácter almacenable.

Como puede comprobarse en este proceso, una parte importante de la simulación energética va a ser la creación del denominado modelo-D.

En términos generales para cualquier herramienta de simulación, el modelo-D consiste en un modelo físico y matemático que permite obtener la relación entre una determinada geometría y los distintos fenómenos físicos que se dan en ella, esto es, como repercuten las magnitudes intensivas sobre los objetos geométricos.

De esta manera, si se representa un edificio, el modelo geométrico estaría formado por las distintas superficies o volúmenes que lo conforman, generalmente volúmenes elementales limitados por las superficies correspondientes a los cerramientos, mientras que el modelo físico sería el correspondiente a aquellos objetos físicos que se asignan a la geometría, tales como flujos térmicos o de aire (normalmente una masa de aire húmedo), para obtener cantidades absolutas de una magnitud física determinada, como sería la cantidad de calor que puede atravesar una determinada superficie hasta alcanzar un volumen, obteniéndose de esta manera la cantidad de energía o humedad aportada.

Además, para poder relacionar los objetos físicos con los geométricos, van a ser necesarias una serie de ecuaciones físicas que mostrarán los flujos de calor existentes y que variarán con el espacio y el tiempo, de tal forma que una vez resueltas por distintos métodos matemáticos según el software utilizado, proporcionarían un balance energético del edificio, esto es, balances de las densidades de flujo de energía.



Todo esto lleva a que en la actualidad existan multitud de programas que nos permitirían realizar este tipo de tareas, como serían por ejemplo EnergyPlus, Desing Builder, Trnsys, Ecotec, Revit, Fluent o aquellos que, como ya se ha explicado anteriormente, han sido desarrollados para verificar las distintas normativas como serían LIDER o CALENER en el caso de España.

En lo referido a la realización de este trabajo, como se explicará en capítulos posteriores, el programa seleccionado ha sido EnergyPlus, el cual se ha utilizado mediante la interfaz gráfica OpenStudio.

EnergyPlus es una herramienta creada por el U.S. Department of Energy empleada para el cálculo de balances térmicos cuyo motor de cálculo fue desarrollado a partir de las herramientas DOE 2 y BLAST (Building Loads Analysis and System Thermodynamics). Ambos programas surgieron a finales de la década de los 70 debido a la crisis energética que se sufría en Estados Unidos en esta época, la cual generó una preocupación por el consumo energético de edificios y llevó a buscar métodos para obtener algún tipo de solución. De esta manera, DOE 2 y BLAST fueron ampliamente utilizados como herramientas de diseño por parte de arquitectos e ingenieros para realizar tareas como serían por ejemplo dimensionar equipos de HVAC de forma apropiada, optimizar costes energéticos o desarrollar estudios para analizar ciclos de coste. Con todo esto, EnergyPlus se presenta como un programa de simulación utilizado para el análisis energético y para el cálculo de la carga térmica basado en la descripción del usuario a partir de parámetros como serían la propia construcción del edificio o sus sistemas asociados, proporcionándonos la carga de calefacción y refrigeración necesarias para mantener las condiciones térmicas definidas por unos controles termostáticos, los consumos de los distintos equipos de cada planta, las condiciones de los sistemas HVAC o cualquier otro parámetro que verifique que la simulación funciona como el edificio que representa (U.S. Department of Energy, 2018).

Algunas de las principales características de este programa son las siguientes:

- Simulación integrada y simultánea donde la respuesta del edificio y los distintos sistemas están acoplados.
- Posibilidad de utilizar y definir pasos de tiempo inferiores a la hora para la interacción entre las zonas térmicas con el entorno y los sistemas HVAC.
- Utilización del código ASCII para los archivos de entrada de datos, salida o climáticos.
- Solución basada en balances de calor para la obtención de las cargas térmicas del edificio mediante el cálculo simultáneo de los efectos convectivos y radiantes en el interior y en el exterior de las superficies en cada paso de tiempo.
- Conducción térmica transitoria a partir de elementos constructivos tales como paredes o tejados a partir de funciones de transferencia de calor.



- Modelo combinado de transferencia de calor y masa que considera la adsorción y desorción de la humedad como una integración capa por capa en las funciones de transferencia o como un modelo de penetración efectiva de la humedad EMPD (Effective Moisture Penetration Depth Model).
- Modelos de confort térmico basados en parámetros como la actividad, la humedad o la temperatura de bulbo seco.
- Modelo de cielo anisotrópico para el cálculo de la radiación solar difusa en superficies inclinadas.
- Cálculo avanzado en ventanas, incluyendo el control de persianas, cristales electrocrómicos, balances de calor capa por capa en las distintas hojas de las ventanas y una librería con las ventanas comerciales disponibles en el mercado.
- Control de la luz natural en el cálculo de la iluminación interior, analizando el efecto de la reducción del consumo de luz artificial en la calefacción y la refrigeración.
- Sistemas de HVAC basados en bucle y configurables, permitiendo al usuario modelar sistemas típicos o modificar los existentes sin cambiar el código el programa.
- Cálculo de la contaminación atmosférica que permite realizar predicciones de las emisiones de CO₂, SO₂, NO_x, CO y de la producción de hidrocarburos tanto en la producción de la energía consumida como in situ.
- Capacidad de conexión con otros programas de simulación de entornos o componentes como WINDOW5, WINDOW6 o DELight.

Además de todas estas características, otro aspecto importante de EnergyPlus es su modularidad, esto es, que se podría considerar como un programa formado por una estructura compuesta por diferentes módulos semejante a la de un árbol invertido, donde cada módulo ejercería el control sobre los inferiores, evitando interconexiones intermedias entre otros módulos. Este hecho permitió en un principio que EnergyPlus utilizase el lenguaje de programación FORTRAN90 y que, a medida que fue evolucionando, pasase a utilizar en el año 2014 el lenguaje C++. También facilitaría este tipo de estructura la conexión con otros programas externos o la integración de los distintos elementos de la simulación, cuyo esquema puede apreciarse en la siguiente imagen (U.S. Department of Energy, 2015) .

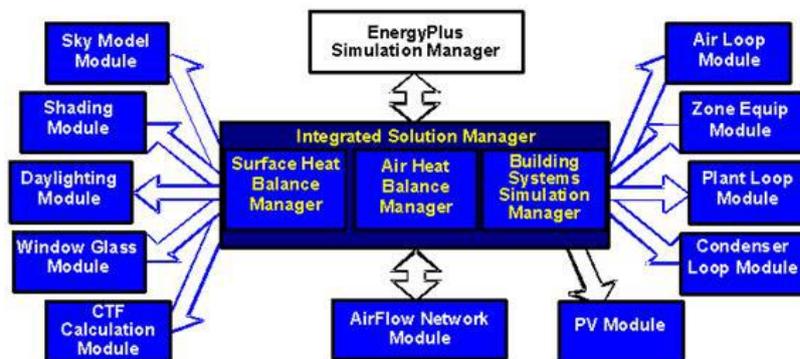


Ilustración 4: Esquema interno de EnergyPlus. Fuente: EnergyPlus Documentation: Engineering Reference.

A diferencia de otro tipo de herramientas de simulación, EnergyPlus no presenta una interfaz de usuario y sus entradas y salidas van a ser archivos de texto en formato ASCII como ya se explicó en párrafos anteriores. De esta manera, la única manera de introducir datos hasta hace unos años era mediante un componente opcional de EnergyPlus denominado EP-Launch, donde se introducirían los distintos archivos climáticos y los archivos de texto con la entrada de datos, denominados archivos IDF. Este componente permitiría entre otras funciones abrir un editor de texto denominado IDF Editor o hojas de cálculo con los resultados obtenidos tras la simulación. No obstante, en la actualidad se ha desarrollado una herramienta que serviría de interfaz gráfico, denominada OpenStudio.

Openstudio es un conjunto de herramientas software de código abierto y desarrollado por el National Renewable Energy Laboratory (Estados Unidos) que sirve para modelar y simular edificios mediante EnergyPlus en distintas plataformas como serían Windows, Mac o Linux. Este conjunto de programas va a estar formado por el OpenStudio SketchUp Plug-in, que permitirá crear la geometría necesaria para EnergyPlus mediante la popular herramienta de Trimble denominada SketchUp; OpenStudio Application, que se correspondería con una interfaz gráfica que permite introducir de manera sencilla parámetros como cargas, horarios, modelos constructivos o sistemas HVAC; ResultsViewer, para analizar salidas de datos de forma temporal y la Parametric Analysis Tool, que permite estudiar distintos conjuntos de medida sobre modelos base.

De esta manera, una de las formas más comunes de trabajar con EnergyPlus en la actualidad sería la de generar la geometría mediante SketchUp para después introducir los distintos parámetros y obtener resultados mediante OpenStudio, facilitando el proceso de simulación de edificios y no necesitando utilizar componentes anteriores como serían el EP-Launch.



4. PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO

Para la realización de este trabajo, se plantea un estudio tanto de la situación actual como del nuevo edificio construido tras la Fase I de la ampliación y reforma del hospital.

En el caso de la situación actual, se va a realizar un estudio del consumo de energía eléctrica, de energía térmica y de agua. Para ello, mediante el uso de hojas de cálculo, se tratará la información proporcionada por el personal del hospital para obtener datos estadísticos y poder obtener el consumo de los principales servicios y sistemas del hospital.

Por otro lado, el caso del nuevo edificio, se calculará tanto la demanda de calefacción y refrigeración mediante la simulación energética, como el consumo de energía.

En lo relativo al cálculo de la demanda, en un principio se pensaron dos posibilidades para la simulación del edificio, por un lado, mediante el uso de la herramienta unificada LIDER-CALENER, y por otro, utilizando EnergyPlus, que ya ha sido descrito en capítulos anteriores.

En cuanto a la utilización de la herramienta unificada, esta proporcionaría una calificación energética en la cual se verifica el cumplimiento del CTE-DB-HE a partir de la comparación con un edificio ficticio denominado edificio de referencia. Dicho edificio va a poseer una geometría y unos usos iguales al edificio de estudio al mismo tiempo que cumple los requisitos mínimos establecidos en el CTE. De esta manera, mediante el uso de indicadores definidos en el propio documento, se obtendría la etiqueta energética que, para el caso de los Edificios de consumo de Energía Casi Nulo, debería ser B.

No obstante, esta herramienta no permite introducir los parámetros que conforman el modelo de una forma realista como lo harían otros programas de simulación, esto es, va a introducir unos perfiles de uso, de carga y unos datos climáticos basados en estándares recogidos en la normativa.

Por todo esto, se planteó utilizar otro tipo de herramienta como sería EnergyPlus. Mediante esta herramienta, se pueda crear un modelo más preciso y fiable, esto es, se pueden definir unos perfiles que representan de manera más realista el edificio a simular e incluso se pueden introducir los datos climáticos del lugar exacto en el que se ubicaría dicho edificio. Además, este programa permite realizar un mayor análisis de los parámetros que influyen en la eficiencia energética de un edificio, así como de los distintos sistemas que se podrían introducir, pues es capaz de proporcionar el valor de una gran cantidad de variables que se pueden analizar en procesos posteriores a la simulación.



De esta manera, se ha optado por la utilización de la segunda herramienta de simulación puesto que, aunque no se pueda obtener una calificación energética que permita considerar la definición de la ampliación del hospital como un EECN, permite obtener unos perfiles de demanda lo más exactos posibles, lo que proporcionaría unos resultados de mayor calidad que mejoraría las labores de investigación.

En cuanto a la propuesta de sistemas para el cálculo del consumo de energía, puesto que en el ámbito hospitalario se tiene que garantizar la fiabilidad y seguridad en el abastecimiento de energía, es típica la utilización de equipamientos de producción de energía más convencionales, por lo que, a la hora de seleccionar las alternativas de sistemas, se ha seguido esta línea de trabajo.



5. OBJETIVOS

Los principales objetivos de este trabajo son los que se recogen a continuación:

- Conocer el consumo energético actual del hospital tanto de energía eléctrica como de gas natural para los servicios sanitarios y hospitalarios específicos, separándolos en la medida de lo posible, tales como lavandería, cocina, producción de vapor, etc.
- Realizar un análisis del proyecto de ampliación y reforma del hospital que permita una elaboración precisa y fiable de un modelo del edificio construido en la Fase I.
- Elaborar mediante la herramienta de simulación energética EnergyPlus un modelo que permita obtener tanto la demanda de calefacción como de refrigeración del nuevo edificio.
- Estudio y cálculo del consumo energético de calefacción y refrigeración a partir de la demanda calculada y mediante la propuesta de alternativas de producción de energía.



6. METODOLOGÍA

Como puede deducirse de los objetivos expuestos en el apartado anterior, este proyecto podría dividirse en tres grandes bloques, el análisis del consumo actual, la simulación del edificio de la ampliación para obtener su demanda y la propuesta de sistemas para obtener el nuevo consumo y poder calcular indicadores energéticos.

En el caso del análisis del consumo actual, es el bloque en el que más interacción se tuvo que tener con el personal hospitalario, así como con históricos de datos. Para este análisis, en primer lugar, se necesita acceder a las facturas energéticas del hospital, para poder obtener datos del consumo actual. Una vez hecho esto, mediante datos históricos de los equipamientos, contadores a los que se tuvo acceso, entrevistas con el personal y horarios de funcionamiento, se va a poder realizar una distribución de este tipo de consumo tanto en el tiempo como según el tipo de uso, obteniendo valores medios e indicadores como el consumo por cama.

Tras el análisis de la situación actual, el siguiente paso va a ser la obtención de la demanda de calefacción y de refrigeración de la ampliación. Para este punto, se van a utilizar las herramientas de simulación energética y de dibujo CAD.

En primer lugar, a partir de los planos del nuevo proyecto, se va a dibujar la geometría del edificio a simular, donde se realizarán las simplificaciones necesarias dividiendo el edificio en espacios y zonas térmicas que serán explicados en apartados posteriores. Una vez hecho esto, a partir de la información de la memoria del proyecto de ampliación, se tienen que asignar a todos los muros que componen la geometría dibujada, los materiales por los que están formados, especificando tanto sus espesores como todas sus propiedades térmicas.

Con todo esto, para poder obtener resultados en la simulación, se van a tener que definir las cargas internas del edificio que afectarían a las condiciones de temperatura y humedad del interior de este y que por tanto repercutirían en la demanda. Estas cargas van a ser las referidas a iluminación, ocupación, equipamientos y se les va a tener que asignar un valor y unos horarios de funcionamiento. El mismo procedimiento se va a utilizar para obtener las cargas ocasionadas por la ventilación del edificio.

Toda esta información se va a obtener de la memoria del proyecto y de entrevistas con el personal, pudiendo obtener un modelo lo más fiable posible. Además de todos estos parámetros, también será necesario establecer unas consignas y unos horarios de calefacción y refrigeración, que se definirán en función de la normativa actual y mediante la información proporcionada por el personal o por los sistemas de control del hospital actual.



De esta manera, se obtendrá la demanda tanto de refrigeración como de climatización del edificio simulado, demanda que será analizada mediante el uso de hojas de cálculo.

Una vez obtenida la demanda, se va a realizar la propuesta de sistemas para obtener el nuevo consumo y poder calcular indicadores energéticos. Para esto, lo primero que se va a hacer es desarrollar dos soluciones tecnológicas distintas y explicar sus principios de funcionamiento. Tras esto, se van a tener que definir una serie de ecuaciones e hipótesis que permitirían transformar mediante hojas de cálculo los datos de demanda en datos de consumo térmico y eléctrico. Estos valores, permitirían realizar una comparativa entre dos tipos de alternativas distintas y calcular algunos de los indicadores más utilizados en el análisis energético de edificio, tales como el la energía primaria no renovable o las emisiones de dióxido de carbono.

En cuanto al software utilizado, como ya se explicó en apartados anteriores, para la simulación energética se va a utilizar para el dibujo de la geometría la herramienta SketchUp y en el caso de la propia simulación EnergyPlus, en la cual se trabajará o directamente en ella o mediante la interfaz gráfica OpenStudio. Para la realización de las hojas de cálculo que permiten analizar los resultados de los tres bloques o definir las alternativas propuestas, se utilizara Excel, la aplicación de hojas de cálculo de Microsoft Office.



7. EL PROYECTO DE AMPLIACIÓN Y REFORMA

En la realización de este trabajo, se ha tomado en todo momento como referencia el Proyecto Básico y de Ejecución Fase 1 Ampliación y Reforma Cabueñes Hospital Universitario (CAHU), redactado por los arquitectos Joaquín López-Fando de Castro y María José López-Fando Hernando.

Ambos técnicos pertenecen al estudio madrileño López-Fando y Asociados, al cual fue adjudicado en febrero de 2017 la redacción del proyecto de ampliación y reforma tras el concurso SE-101/16 convocado por la Consejería de Sanidad del Principado de Asturias.

Este estudio, fundado en 1994, cuenta con profesionales con importantes conocimientos sobre arquitectura sanitaria y no es la primera vez que proyecta un centro sanitario en la región, pues ya se ha encargado de los proyectos de construcción de hospitales como el de Cangas de Narcea y Jarrio, de la reforma del Hospital San Agustín de Avilés o de la última remodelación que experimentó el Hospital de Cabueñes hace siete años.

De esta manera, a partir de la memoria, anexos y planos del proyecto se han obtenido las dimensiones del nuevo edificio, así como las distintas zonas que lo conforman, la composición de los cerramientos de la totalidad del edificio y gran parte de los valores de las cargas introducidas en la simulación.



8. CONSUMO ACTUAL DEL HOSPITAL

A la hora de analizar la eficiencia energética de un edificio, uno de sus principales indicadores va a ser el referido a los consumos, tanto el de electricidad, como el de gas natural o incluso el referido a el agua.

De esta manera, en este apartado se van a analizar los distintos consumos del hospital utilizando la información de las facturas mensuales, la proporcionada por el personal del hospital (tanto personal de mantenimiento como de lavandería) o a partir del seguimiento de los distintos contadores a los que se tuvo acceso en el hospital.

A continuación, se presenta un análisis de dichos consumos para el periodo en el que se tuvo acceso a datos de facturación o a archivos históricos de la propia institución.

8.1 Consumo de electricidad

Para el análisis de los consumos de energía eléctrica, se disponen de las facturas de los últimos años, de tal forma que se pueden obtener datos mensuales de este tipo de consumo. No obstante, no se disponen de contadores que permitan hacer una separación de en qué lugar del hospital o que instalación consume la electricidad, por lo que en este punto se presentarán una serie de gráficas que proporcionarán una visión global de todo esto.

De esta manera, el consumo de electricidad de los últimos años, para aquellos meses en los que se disponían de facturas, se recoge en la siguiente gráfica:

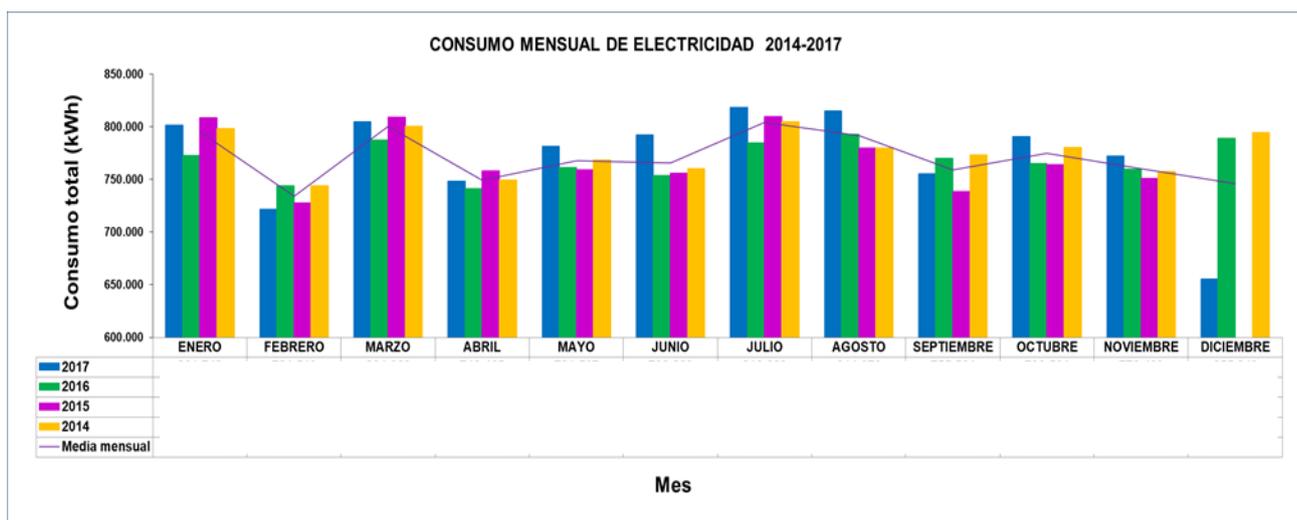


Ilustración 5: Consumo mensual de electricidad 2014-2017 (kWh). Fuente: Elaboración propia.



Donde, si se hace una media mensual, se obtendrían los siguientes datos porcentuales.

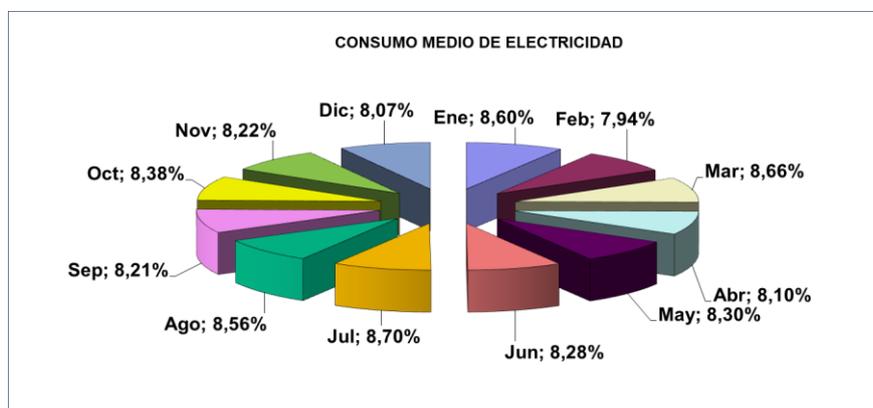


Ilustración 6: Consumo medio mensual de electricidad (kWh). Fuente: Elaboración propia.

Como puede comprobarse en las gráficas anteriores, van a obtenerse unos consumos mensuales de electricidad en el hospital bastante semejantes para todos los meses del año, apareciendo unas pequeñas variaciones para aquellos periodos en los que las condiciones meteorológicas sean más extremas, tales como invierno o verano.

Si además se hace un análisis de las variaciones anuales, puede observarse como en 2015, de enero a abril, el hospital alcanzó los valores de consumo más elevados, disminuyendo de manera significativa en el año 2016 pero volviendo a aumentar en el año 2017. Por otro lado, de mayo a noviembre, la tendencia sería la contraria, pues los valores más elevados aparecerían para el año 2017. Habría que destacar también, que en diciembre de 2017 aparecería un consumo muy inferior a la media anual de los cuatro años analizados.

En lo referido a los costes de la electricidad, estos no se van a mostrar en este documento para respetar la privacidad del hospital. No obstante, se podría comentar que el hospital dispone de una tarifa 6.1 A dividida en seis periodos, aplicándose en cada periodo un término de energía y un término de potencia distintos, por lo que no sólo va a tener influencia en el precio final de la factura el consumo de energía eléctrica, sino la forma en la que se contraten los distintos periodos para cada mes.



De esta forma, para el caso del hospital, en el periodo de tiempo analizado, se han contratado los siguientes periodos para cada uno de los meses:

Tabla 1: Periodos contratados de la tarifa 6.1A para cada mes. Fuente: Elaboración propia.

MES	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Enero	X	X				X
Febrero	X	X				X
Marzo			X	X		X
Abril					X	X
Mayo					X	X
Junio	X	X	X	X		X
Julio	X	X				X
Agosto						X
Septiembre			X	X		X
Octubre					X	X
Noviembre			X	X		X
Diciembre	X	X				X

Todos estos datos, a la hora de hablar de hospitales, suelen darse en consumo por cama, por lo que teniendo en cuenta que el hospital está dotado de 457 camas, se obtendría lo siguiente:

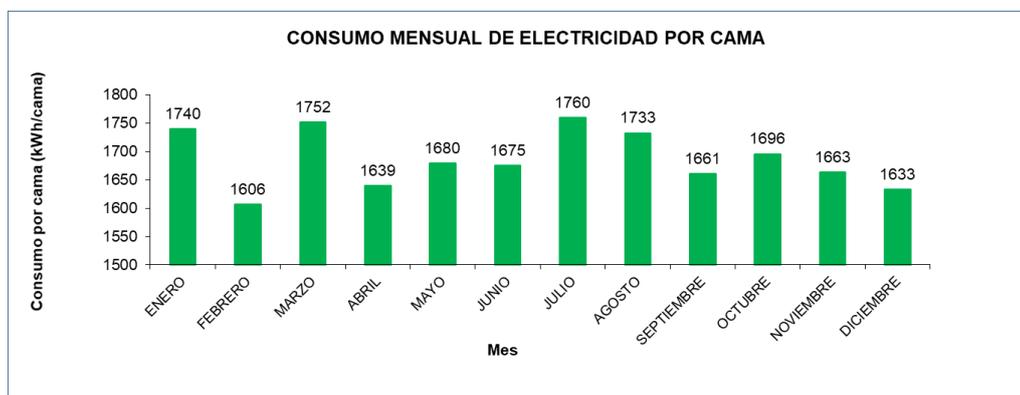


Ilustración 7: Consumo medio mensual de electricidad por cama (kWh/cama). Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, se podría obtener un consumo medio anual de 20239 kWh/cama, valor que estaría en torno a los valores medios dados para hospitales según el IDAE (20328 kWh/cama en el 2010 y 17702 kWh/cama en el 2011 para hospitales entre 251 y 500 camas).

8.2 Consumo de gas natural

Respecto al consumo de gas natural, al igual que para el caso de la electricidad, se tuvo acceso a las facturas, pudiendo obtener consumos para el periodo comprendido entre 2015 y 2017.

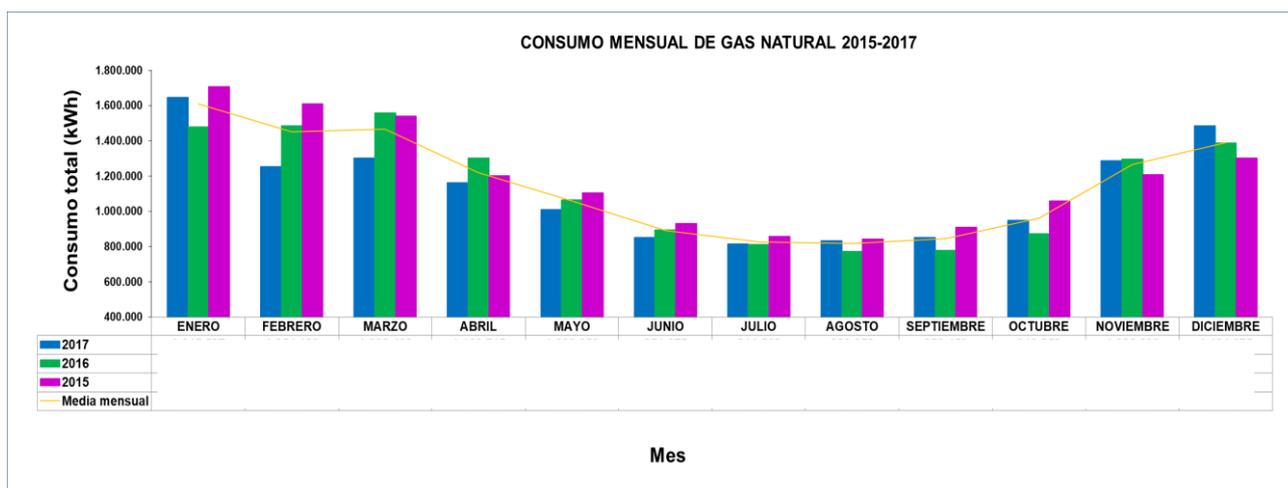


Ilustración 8: Consumo mensual de gas natural 2015-2017 (kWh). Fuente: Elaboración propia.

Donde se obtienen los siguientes valores porcentuales medios:

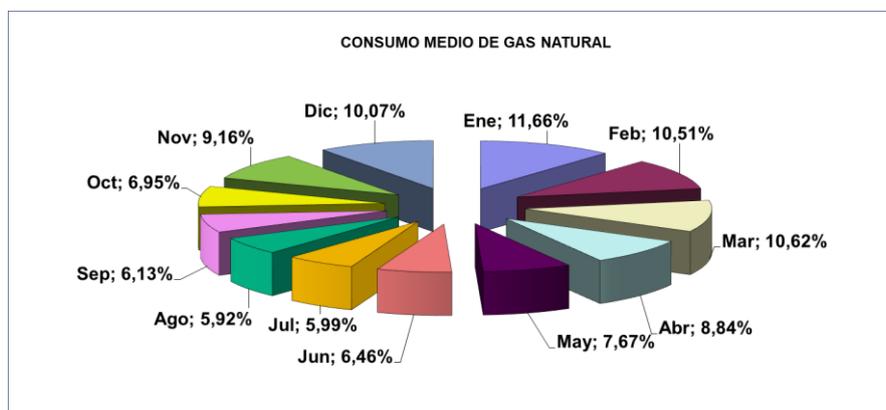


Ilustración 9: Consumo medio mensual de gas natural (kWh). Elaboración propia.

Como puede comprobarse en las gráficas anteriores, el consumo de gas natural aumenta de manera considerable en los meses de invierno, pues en estos, además de producirse vapor o ACS, aparece el consumo de calefacción, alcanzando su valor máximo en enero. De esta manera, se producirá una caída importante del consumo hacia los meses de verano debido principalmente al menor uso de las calderas y se volvería a producir un aumento hacia el otoño al empeorar las condiciones meteorológicas.



Al igual que en el caso anterior, también sería conveniente analizar el coste del gas natural reflejado en las facturas para el periodo analizado, aunque no se mostrarán los valores por motivos de privacidad el hospital. De esta manera, el importe de las facturas del gas no va a estar tan condicionado por el modelo de factura, pues para este caso, términos como los referidos al alquiler de equipos o el término fijo van a costar prácticamente lo mismo, mientras que el precio de la energía sufre pequeñas variaciones a lo largo de los meses. Por lo tanto, lo que más va a influir en el importe final será el consumo total de gas.

También se puede distribuir como en el caso del año anterior el consumo por cama, obteniendo lo siguiente, con una media anual de 30208 kWh/cama al año.

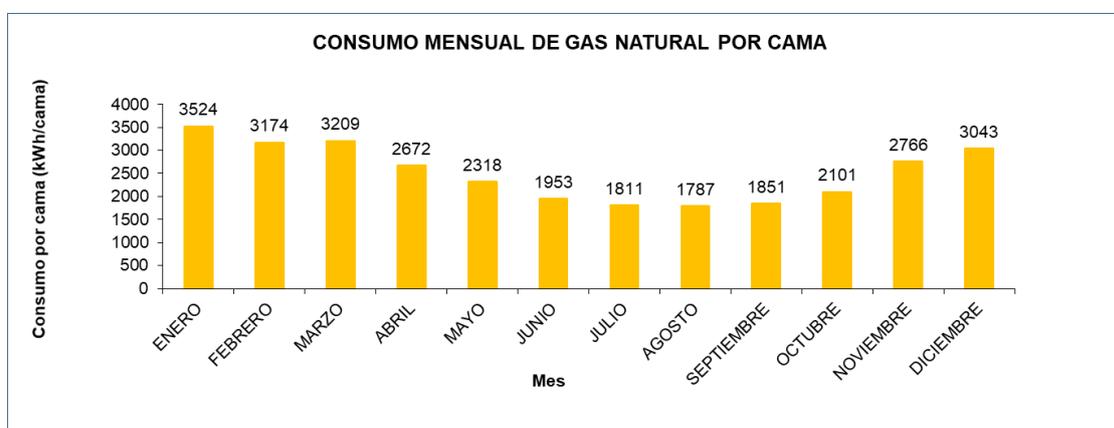


Ilustración 10: Consumo medio mensual de gas natural por cama (kWh/cama). Fuente: Elaboración propia.

Para el caso del gas natural, a diferencia del consumo de electricidad, además de obtener información de las facturas, se ha accedido a los contadores de la central térmica, de la cocina, de la cafetería y de la lavandería, además de a los horarios de funcionamiento de esta y a sus históricos de datos.



Con todo esto, de manera aproximada, el consumo total de gas natural podría repartirse por usos, obteniendo para el año 2016 lo siguiente.

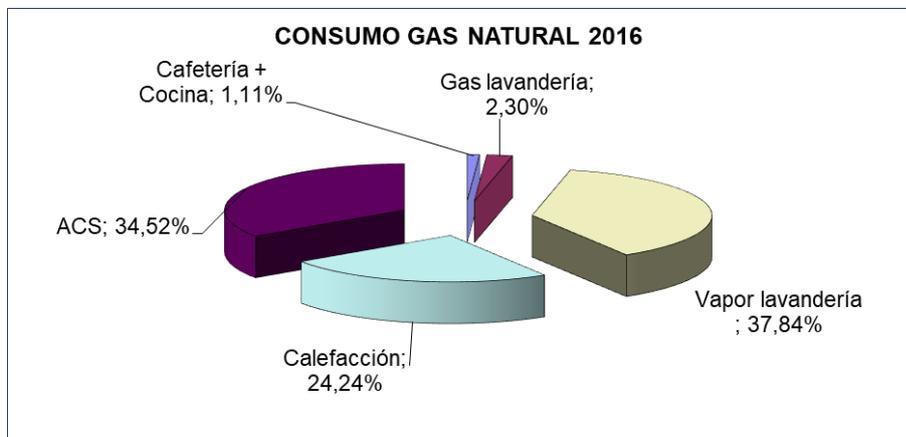


Ilustración 11: Consumo gas natural por zonas 2016 (kWh). Fuente: Elaboración propia

A partir de estas gráficas, puede comprobarse como el mayor consumo de gas natural se va a producir en la central térmica, esto es, en la producción de vapor para la lavandería, ACS o calefacción, siendo el último consumo el menor pues este solamente es significativo en los meses de invierno, mientras que los otros dos van a ser más o menos constantes durante todo el año. En cuanto al consumo dedicado a alimentación, esto es, cafetería y cocina, va a ser poco significativo, siendo incluso inferior que los consumos auxiliares de gas natural de la lavandería.

8.3 Consumo de agua

Otro recurso importante a la hora de evaluar el consumo de un hospital va a ser la cantidad de agua que se va a consumir en este. Para este caso, se van a disponer de las facturas correspondientes al periodo 2015-2017, por lo que los principales datos correspondientes a las distintas fechas de facturación, para cada uno de los contadores del hospital, se recogen en la siguiente gráfica.

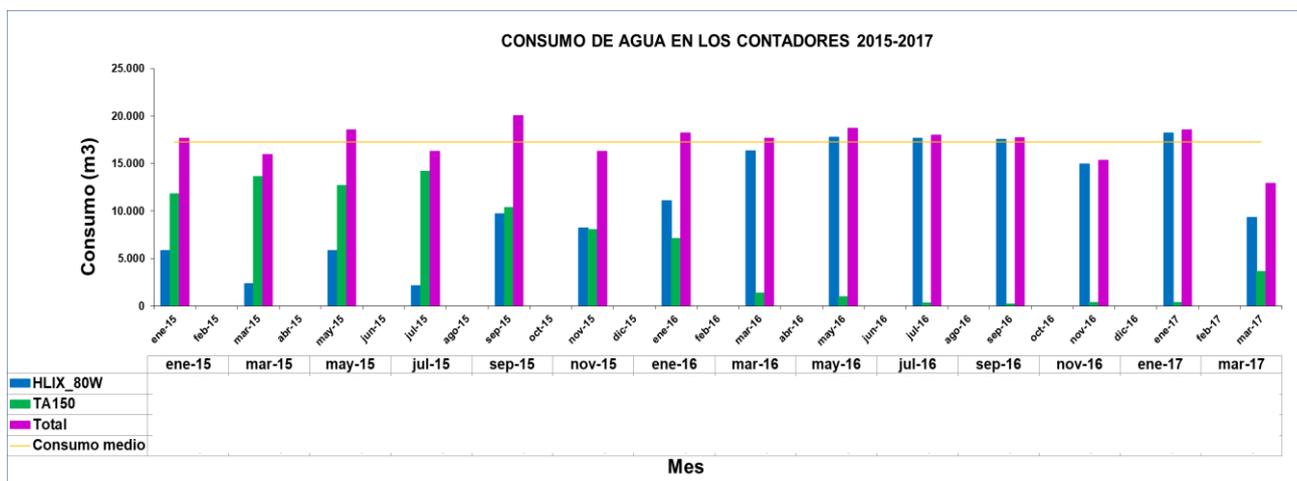


Ilustración 12: Consumo semestral de agua 2015-2017 (m³). Fuente: Elaboración propia.

En este caso, a diferencia de los consumos anteriores, no se aprecia un patrón tan claro en la evolución del consumo de agua, pudiendo solamente apreciarse que los valores más elevados se corresponderían con las facturas de enero, mayo o septiembre.

Esta misma tendencia puede apreciarse en el importe de las facturas, donde su valor va a depender directamente de los metros cúbicos consumidos en el hospital ya que los distintos términos de la factura apenas varían a lo largo del tiempo.

Por último, analizando el consumo mensual por cama, se tendrían los siguientes resultados:



Ilustración 13: Consumo semestral de agua por cama (m³/cama). Fuente: Elaboración propia.

Como puede comprobarse en las gráficas anteriores, el consumo total de agua apenas varía de un mes a otro. No obstante, si se analizan los consumos de los contadores, pueden aparecer grandes variaciones de un contador a otro, variando siempre ambos de manera inversamente proporcional pero no alterando el resultado total.



9. SIMULACIÓN ENERGÉTICA DEL HOSPITAL

En este capítulo, tras el análisis del consumo actual del hospital, se va a realizar una simulación energética mediante la herramienta EnergyPlus del edificio correspondiente a la Fase 1 de la Ampliación y Reforma del CAHU. Con esto, se podría obtener una previsión de la demanda energética de calefacción y refrigeración que tendría el nuevo edificio, obteniendo unos valores que serán objeto de estudio en capítulos posteriores.

De esta manera, a lo largo de los siguientes apartados se van a explicar los principales parámetros que se tienen que definir e introducir en las distintas herramientas para poder realizar la simulación, abarcando desde el modelado geométrico hasta la introducción de las principales cargas internas y sus respectivos horarios.

9.1 Modelo geométrico del hospital

Para la realización del modelo geométrico del hospital se utilizó la herramienta CAD SkechUp, donde se levantará el hospital a partir de los planos proporcionados por la Consejería de Sanidad del Principado de Asturias.

En capítulos anteriores se han indicado los principales servicios que abarcaría cada una de las plantas del hospital, de tal forma que se generarían multitud de espacios geométricos en el nuevo edificio. No obstante, no tiene sentido dibujar cada uno de ellos por separado puesto que complicaría la realización de la simulación sin proporcionar unos mejores resultados. De esta manera, se agruparían las distintas habitaciones de cada planta en función del tipo de uso o situación, de tal forma que se obtendría una representación más simplificada del hospital, pero de tal forma que se mantuviese la precisión en los resultados. Así, una vez obtenida una estructura más simple de la geometría del hospital, se definirán diversas tipologías de espacio con sus respectivos parámetros que se podrán repetir a lo largo de las distintas plantas que conforman el edificio.

Con todo esto, a lo largo de este apartado se van a exponer tanto las principales vistas del edificio, para así apreciar el total de la geometría construida, como el total de los espacios representados.



9.1.1 Principales vistas del edificio

A continuación, se van a proporcionar una serie de imágenes mediante las cuales se mostrará la estructura del hospital dibujada en SketchUp a partir de sus distintas vistas y mediante el uso de secciones. Para ello, se utilizará el renderizado por tipología de muro, de tal manera que se puedan apreciar con claridad las distintas fachadas, cubiertas, suelos, puertas y ventanas.

Realizando la perspectiva isométrica desde distintas posiciones de cámara se obtendría lo siguiente.

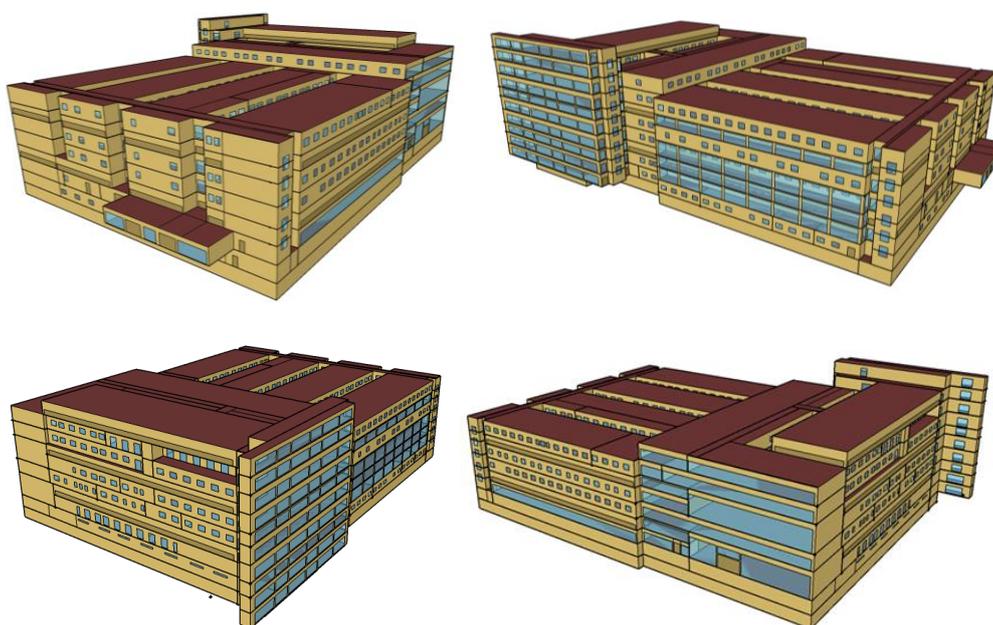


Ilustración 14: Perspectiva isométrica de la ampliación en SketchUp. Fuente: Elaboración propia.

Las vistas en planta, tanto la superior como la inferior pueden apreciarse en las siguientes imágenes.

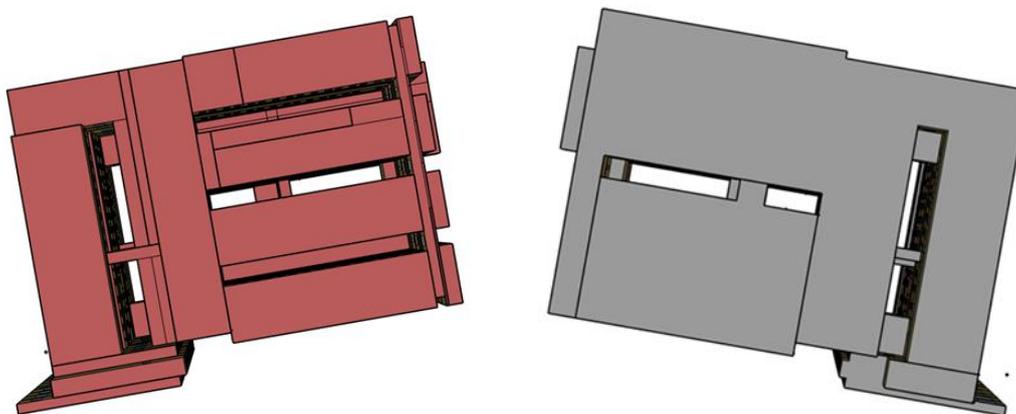


Ilustración 15: Plantas superior e inferior de la ampliación en SketchUp. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los alzados del edificio desde los cuatro puntos cardinales, se obtendría lo siguiente.

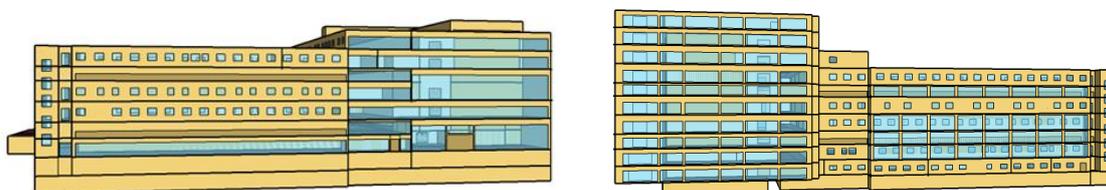


Ilustración 16: Alzados norte y sur de la ampliación en SketchUp. Fuente: Elaboración propia.

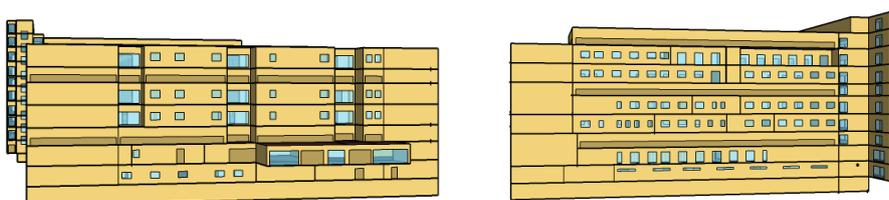


Ilustración 17: Alzados este y oeste de la ampliación en SketchUp. Fuente: Elaboración propia.

Como puede comprobarse en la siguiente ilustración, el edificio va a poseer cuatro patios interiores, los cuales se van a enumerarse con sus respectivas vistas de la siguiente manera.

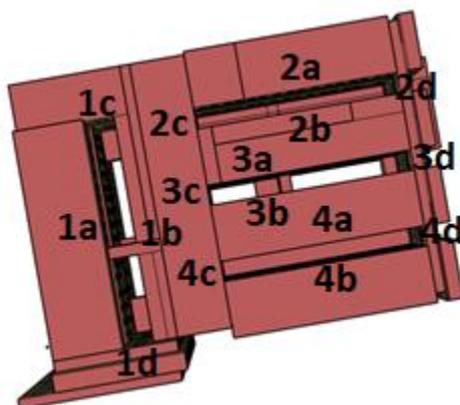


Ilustración 18: Patios de la ampliación en SketchUp. Fuente: Elaboración propia.

Con esto, las principales vistas de cada uno de los patios del edificio de la ampliación se recogen en las siguientes ilustraciones.

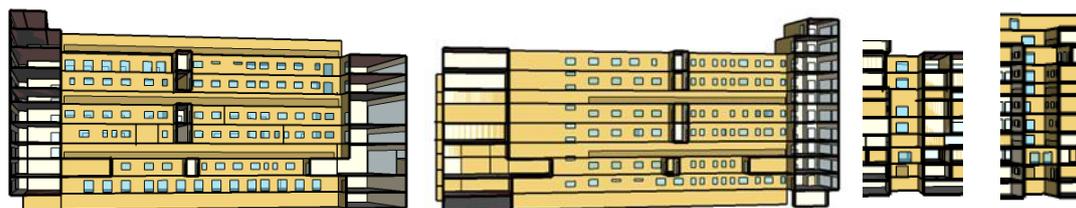


Ilustración 19: Vistas a, b, c y d del Patio 1 de la ampliación en SketchUp. Fuente: Elaboración propia.

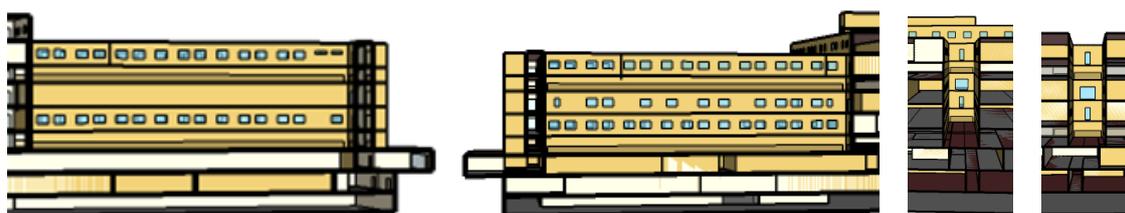


Ilustración 20: Vistas a, b, c y d del Patio 2 de la ampliación en SketchUp. Fuente: Elaboración propia.

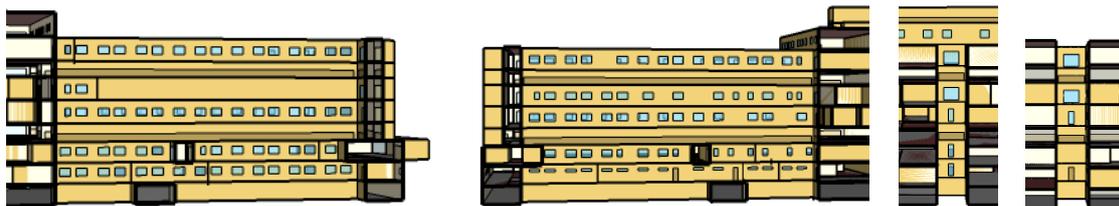


Ilustración 21: Vistas a, b, c y d del Patio 3 de la ampliación en SketchUp. Fuente: Elaboración propia.

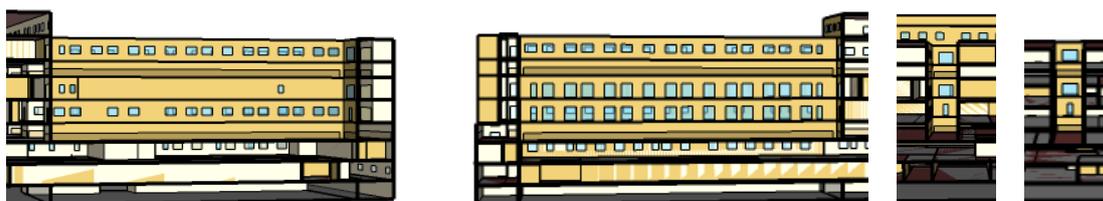


Ilustración 22: Vistas a, b, c y d del Patio 4 de la ampliación en SketchUp. Fuente: Elaboración propia.

Otro aspecto importante que se tiene que introducir mediante la herramienta SketchUp es la sombra proyectada por elementos cercanos al edificio a simular, por lo que también se tendrán que dibujar.

Para el caso del edificio de estudio, el principal elemento que va a proyectar sombra va a ser el hospital actual debido a sus grandes dimensiones y a la pequeña distancia que a la que se sitúa del edificio simulado. Además, también se van a tener en cuenta pequeños elementos como voladizos o tejados construidos en la ampliación, pero que no se dibujarían como parte de los espacios modelados.

En las siguientes imágenes pueden apreciarse los principales elementos de sombra de la simulación.

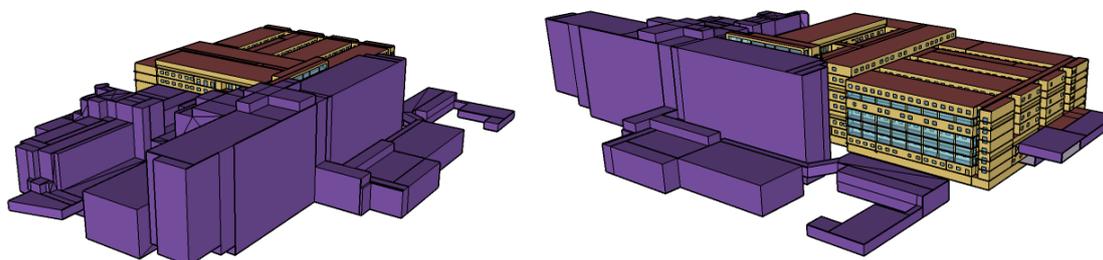


Ilustración 23: Principales elementos de sombra de la ampliación en SketchUp 1. Fuente: Elaboración propia.

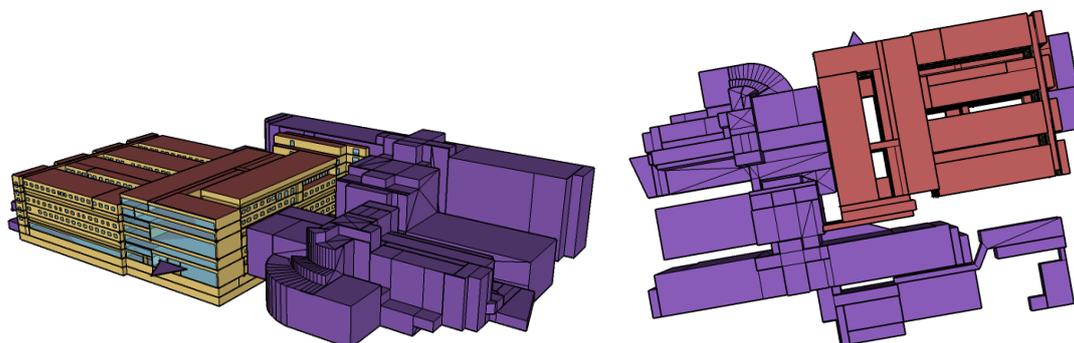


Ilustración 24: Principales elementos de sombra de la ampliación en SketchUp 2. Fuente: Elaboración propia.

9.1.2 Espacios que forman el edificio

Como ya se explicó en la introducción de este capítulo, a la hora de dibujar el edificio, se realizó una simplificación del número de espacios, agrupando aquellos de características semejantes e inmediatamente próximos.

De esta manera, se obtendrían un total de 84 espacios repartidos a lo largo de las distintas plantas del edificio. Todos estos espacios se enumeran a continuación.

Tabla 2: Espacios que forman el edificio. Fuente: Elaboración propia.

Nº	Espacio	Nº	Espacio
1	Conexiones Sótano -2	43	Preparación 1 Planta 3
2	Cámara Sanitaria 1 Sótano -2	44	Quirófanos 1 Planta 3
3	Cámara Sanitaria 2 Sótano -2	45	Preparación 2 Planta 3
4	Vestuarios y Circulaciones Sótano -1	46	Quirófanos 2 Planta 3
5	Instalaciones Sótano -1	47	Preparación 3 Planta 3
6	Preparación Estéril Sótano -1	48	Quirófanos 3 Planta 3
7	Material Estéril Sótano -1	49	Ud. Cuidados Críticos Post Planta 3
8	Almacén Estéril Sótano -1	50	Espera Planta 3
9	Limpieza Carros Sótano -1	51	URPA 1 Planta 3
10	Vestuarios Urgencias Sótano -1	52	Médicos de Guardia Planta 3
11	Sala Blanca Sótano -1	53	Conexiones 1 Planta 3
12	Farmacia Sótano -1	54	Espera camillas 1 Planta 3
13	Almacén Medicamentos Sótano -1	55	Vestuarios Planta 3
14	Otros Locales y Circulaciones Sótano -1	56	Espera camillas 2 Planta 3
15	Despachos Radiológicos Planta 0	57	Conexiones 2 Planta 3



16	TAC Planta 0	58	Conexiones Planta 4
17	Radiología Planta 0	59	Instalaciones 1 Planta 4
18	Espera Radiología Planta 0	60	Instalaciones 2 Planta 4
19	Conexiones y Otros Locales Planta 0	61	Instalaciones 3 Planta 4
20	Conexiones Planta 0	62	Hospital de día oncohematológico Planta 5
21	Aislados Planta 0	63	Consultas Oncología Planta 5
22	Espera Urgencias Planta 0	64	Espera Planta 5
23	Consultas Urgencias Planta 0	65	Consultas Digestivo/Trauma Planta 5
24	Urgencias Trauma Planta 0	66	Salas de Trabajo Digestivo/Trauma Planta 5
25	Consultas Urgencias 2 Planta 0	67	Conexiones Planta 5
26	Box Urgencias Planta 0	68	Consultas Planta 5
27	Conexiones Planta 1	69	Conexiones 2 Planta 5
28	Instalaciones 1 Planta 1	70	Despachos Laboratorios Planta 5
29	Instalaciones 2 Planta 1	71	Laboratorios Urgencias Planta 5
30	Instalaciones 3 Planta 1	72	Bioquímica Planta 5
31	Conexiones 1 Planta 2	73	Microbiología Planta 5
32	Consultas 1 Planta 2	74	Box Planta 6
33	Consultas 2 Planta 2	75	Conexiones Planta 6
34	Espera Planta 2	76	Salas de Trabajo Planta 6
35	Consultas 3 Planta 2	77	Médicos de Guardia Planta 6
36	Espera Pediatría Planta 2	78	Conexiones Planta 7
37	Salas de trabajo Planta 2	79	Instalaciones Planta 7
38	Consultas Diálisis Planta 2	80	Conexiones Planta 8
39	Diálisis Planta 2	81	Terraza Planta 4
40	Box Agudos Planta 2	82	Terraza Planta 2
41	Quirófanos Planta 2	83	Terraza Planta 1
42	Conexiones 2 Planta 2	84	Terraza Planta 0



9.2 Modelo constructivo del hospital

Una vez introducida la geometría del hospital, va a ser necesario caracterizar los materiales que van a constituir los distintos muros del edificio, especificando las principales propiedades de dichos materiales y definiendo capa por capa la composición de cada uno de esos muros.

Para definir esos muros se tomará la información proporcionada en el proyecto de ampliación del hospital, mientras que para caracterizar los materiales que los constituyen, se usarán los catálogos de los fabricantes y el Código Técnico de la Edificación (Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción , 2010).

En los siguientes apartados, se va a definir la composición de todos los elementos que constituyen el modelo constructivo del hospital, indicando para cada caso, los distintos espesores para las distintas capas de material. En el caso de las propiedades de cada material, tales como la conductividad, la densidad, el calor específico o la absorción, se van a recoger en el Anexo I.

9.2.1 Cubiertas

En cuanto a las cubiertas del hospital, estas van a estar constituidas por una capa de formación de pendientes con 3 cm de espesor de hormigón tipo arlita o equivalente; una capa de 2 cm de mortero de cemento fratasado de regularización; imprimación bituminosa de base acuosa de 0.3 kg/m² Curidan; lámina bituminosa de betún modificado con elastómeros SBS, con terminación en film plástico, con armadura de fieltro de fibra de vidrio de 3 kg/ m², Glasdan 30 P Elast; lámina bituminosa de betún modificado con elastómeros SBS Esterdan 40; capa separadora geotextil con armadura de fieltro de poliéster Danofelt PY 200; aislamiento térmico a base de paneles de poliestireno extruido Danopren TR de 100 mm de espesor; capa separadora formada por geotextil de poliéster Danofelt PY 300 y por último, acabado con baldosa Filtrón, compuesta por hormigón y poliestireno extruido.

Esta cubierta se encontrará sobre una losa estructural de hormigón de 30 cm y según el tipo de espacio en el que se encuentre la cubierta, tras una cámara de aire de unos 30 cm de espesor, aparecerán dos tipos de falso techo distintos:

- Falso techo de placa de acero lisa Orcal 90-200x30 cm, que se corresponderá con un falso techo modular registrable formado por placas metálicas lisas de chapa de acero termolacado de 5 mm de espesor y una capa de lana mineral de 15 mm de espesor.



- Falso techo continuo Pladur TC/40/400 15, compuesto por cartón-yeso tipo Pladur-Metal TC/40/400 de 15 mm de espesor.

El primero de los falsos techos será aquel que se encuentre en todas las zonas correspondientes a pasillos y el segundo se corresponde con el falso techo general de edificio. En el caso de los espacios dedicados a instalaciones, tras la losa estructural de hormigón de 30 cm, no aparecerá ninguna capa más de material.

En la siguiente tabla se recoge la composición de cada uno de los tres tipos de cubierta, indicando el material al que se asimilaría cada capa en caso de no disponer de los datos del fabricante e indicando su espesor.

Tabla 3: Composición de las cubiertas en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

CUBIERTAS	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Baldosa Filtrón: Hormigón poroso de altas prestaciones	0,0350
Baldosa filtrón: Poliestireno extruido	0,0400
Capa separadora geotextil Danofelt PY 300 g/m ² : Poliester	0,0026
Aislamiento térmico Danopren TR: Poliestireno extruido	0,1000
Capa separadora geotextil Danofelt PY 200 g/m ² : Poliester	0,0021
Lámina impermeabilizante Esterdan 40: Lámina de betún	0,0033
Lámina impermeabilizante Glasdan 30 P Elast: Lámina de betún	0,0025
Imprimición bituminosa 0,3 kg/m ² Curidan: Lámina de betún	0,0010
Mortero de cemento fratasado de regulación	0,0200
Hormigón de pendiente tipo arlita	0,0300
Losa estructural de hormigón armado	0,3000
Pasillos	
Cámara de aire falso techo	0,3000
Lana mineral	0,0150
Placas metálicas lisas de chapa de acero Orcal de Armstrong 90-200x30	0,0005
General	
Cámara de aire falso techo	0,3000
Falso techo continuo Pladur TC/40/400 15 de cartón yeso	0,0150
Instalaciones	
-	



9.2.2 Fachadas

La composición de las fachadas del hospital podría presentar seis tipos distintos con sus respectivas variantes según la zona en la que se encuentren, apareciendo la fachada ligera ventilada, el muro cortina, la fachada de los patios interiores, la fachada de las escaleras, la fachada en contacto con el terreno y el cerramiento de la cámara sanitaria.

9.2.2.1 Fachada ligera ventilada

Se corresponde con el cerramiento tipo del edificio y estará constituido por un revestimiento exterior de fachada tipo ventilada, con vidrio templado de seguridad 10+10 con cuádruple polivinilo butiral y estructura de sujeción de aluminio 6063 TS; cámara de aire de 5 cm de espesor; aislamiento térmico con placas de lana mineral ULTRAVENT o equivalente de espesor 50 mm; enfoscado de mortero CS IV-W2 de 1 cm de espesor; fábrica de medio pie de ladrillo perforado; enfoscado de mortero Geocol de 5 mm de espesor; aislamiento térmico con placas de lana mineral Plus TP 138 o equivalente de espesor 60 mm; cámara de aire sin ventilar de 15 cm de espesor; aislamiento térmico con placas de lana mineral Plus Kraft TP 238 y un trasdosado autoportante de muros con doble placa de yeso laminado, la interior tipo STD y la exterior de dureza reforzada (70+15+15) de Knauf o equivalente de espesor 15 mm.

En el caso de que la fachada ventilada constituya un cerramiento en un espacio dedicado a instalaciones, se sustituirá el trasdosado por una fábrica de ladrillo de 8 cm de espesor y enfoscado de mortero hidrófugo de 15 mm. Sin embargo, si esta aparece en los espacios dedicados a terrazas, el muro terminará en el enfoscado de mortero CS IV-W2 en la parte que se encuentra en contacto con el forjado (el resto se corresponde con carpintería de distinto tipo según el espacio).

No obstante, a la hora de introducir este tipo de fachada en la simulación, al tratarse de una fachada ventilada, no sería correcto introducir la cámara de aire de 5 cm del exterior como una cámara sin ventilar. Es por esto, que para simular de manera más correcta esa cámara, se eliminará tanto el vidrio templado como dicha cámara y se introducirá como capa exterior del muro, la inmediatamente posterior a la cámara, de tal forma que esta sería la de lana mineral Ultravent, a la que habría que modificarle sus propiedades (absortancias) teniendo en cuenta el efecto del vidrio exterior suprimido.



Con todo esto, la composición de la fachada ligera ventilada en los distintos tipos de espacios se recoge en la siguiente tabla.

Tabla 4: Composición de la fachada ligera ventilada en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

FACHADA LIGERA VENTILADA	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Lana mineral Ultravent	0,050
Enfoscado de mortero CS IV-W2	0,010
Fábrica de 1/2 pie de ladrillo perforado	0,115
Enfoscado de mortero Geocol	0,005
Lana mineral Plus TP 138	0,060
Cámara de aire sin ventilar	0,150
General	
Lana mineral Plus Kraft TP 238	0,070
Yeso laminado de dureza reforzada 70+15+15 KNAUF	0,015
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,015
Instalaciones	
Ladrillo	0,080
Enfoscado de mortero hidrófugo	0,015

9.2.2.2 Muro cortina

Este tipo de muro se va a encontrar en la fachada norte correspondiente al vestíbulo de acceso, en la fachada norte correspondiente a urgencias y en la fachada este de la planta sexta. Para ambas fachadas se utilizará una estructura portante de aluminio de extrusión en aleación Al Mg Si 0,5 F22 con canales de ventilación y drenaje en todo el perímetro de los vidrios. No obstante, las fachadas tendrán un vidrio de distinto tipo:

- La fachada norte del vestíbulo de acceso y la fachada este de la planta sexta poseen unos vidrios de doble acristalamiento Ambiente Ariplak Super-E de Ariño Duglass, S.A, formados por un vidrio exterior Float incoloro de 10 mm de espesor templado Duglass-HST, con una capa magnetrónica bajo emisiva colocada en la cara 2 del DA y un vidrio interior laminar de seguridad Stralami 1B1 66.1, compuesto por dos lunas Float incoloras recocidas de 6 mm de espesor, unidas mediante una lámina de butiral de polivinilo



incolora de 0,38 mm de espesor, formando el conjunto un espesor total de 12,38 mm. Aparecerá además una cámara de gas argón al 90 % y aire deshidratado al 10 % mediante perfil de aluminio color negro de 20 mm de espesor. Este conjunto va a tener un factor solar con un valor de 0,52 y una transmitancia térmica o Valor-U de 1,1 W/m²K.

- La fachada norte correspondiente a la sala de espera de urgencias posee unos vidrios de doble acristalamiento Ambiente Ariplak Super-E de Ariño Duglass S.A, formados por un vidrio exterior laminar de seguridad Stralami 1B1 66.1 compuesto por dos lunas Float incoloras recocidas de 6 mm de espesor, unidas mediante una lámina de butiral de polivinilo incolora de 0,38 mm de espesor, formando el conjunto un espesor total de 12,38 mm, con capa magnetrónica bajo emisiva colocada en la cara 2 del DA y un vidrio interior laminar de seguridad Stralami 1B1 66.1 compuesto por dos lunas Float incoloras recocidas de 6 mm de espesor, unidas mediante una lámina de butiral de polivinilo incolora de 0,38mm de espesor, formando el conjunto un espesor total de 12,38mm. Entre ambos acristalamientos aparecerá una cámara de gas argón al 90 % y aire deshidratado al 10 % mediante perfil de aluminio de 16 mm de espesor. Esta composición va a tener un factor solar con un valor de 0,48 y una transmitancia térmica o Valor-U de 1,1 W/m²K.

En cuanto a la simulación, el muro cortina se va a introducir mediante la creación de huecos que ocupen toda la fachada correspondiente. No obstante, existen zonas donde dicho muro no se podría dibujar como una ventana, que se corresponden con aquellos tramos de fachada referidos al espacio comprendido entre el forjado y el falso techo. En el caso de la fachada de urgencias, en esta zona se asignará la fachada ligera ventilada general definida anteriormente, mientras que en el caso de la fachada norte del vestíbulo de acceso y la fachada este de la planta sexta, la composición del muro correspondiente a esta zona se recoge en la siguiente tabla.

Tabla 5: Composición del muro cortina en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

MURO CORTINA	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Vidrio Ambiente Ariplak Super-E de Ariño Douglass, S.A. Float/Argón/Stralami	0,0424
Cámara de aire muro cortina 1	0,0200
Panel Sandwich aluminio y lana de roca	0,0400
Cámara de aire muro cortina 2	0,1200
Lana mineral Ultravent	0,0700



Fachada norte vestíbulo de acceso	
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150
Fachada este Planta 6	
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150

9.2.2.3 Fachada de los patios interiores

En aquellas fachadas del edificio que se correspondan con cerramientos en contacto con patios interiores, así como con terrazas, se va a sustituir la fachada ventilada por otro tipo de muro al que se denominará fachada de los patios interiores. Al igual que las tipologías anteriores, la composición de este tipo de muro va a variar en función del espacio en el que se encuentre, definiéndose así una composición general, una para los espacios que contienen instalaciones y otra para los quirófanos.

De esta manera, la composición general de este tipo de fachada sería: una capa de mortero de acabado acrílico de base sintética de 4 mm de espesor; mortero de regulación con malla de fibra de vidrio de 15,4 cm de espesor; aislamiento térmico a base de paneles de poliestireno extruido Danopren FS de 100 mm de espesor; enfoscado de mortero CS IV-W2 de 1 cm de espesor; fábrica de medio pie de ladrillo perforado; enfoscado de mortero Geocol de 5 mm de espesor; aislamiento térmico con placas de lana mineral Plus TP 138 o equivalente de espesor 60 mm; cámara de aire sin ventilar de 15 cm de espesor; aislamiento térmico con placas de lana mineral Plus Kraft TP 238 y un trasdosado autoportante de muros con doble placa de yeso laminado, la interior tipo STD y la exterior de dureza reforzada (70+15+15) de Knauf o equivalente de espesor 15 mm.

Si la fachada ventilada constituye un cerramiento en un espacio dedicado a instalaciones, se sustituirá el trasdosado por una fábrica de ladrillo de 8 cm de espesor y enfoscado de mortero hidrófugo de 15 mm. No obstante, si esta pertenece a alguno de los espacios que contienen quirófanos, se utilizará un tabique de distribución tipo RX (15+15+70+14,5+70+15+15) de Knauf o equivalente, formado por una placa antirradiaciones Plomo RX tipo DF con una cara revestida con lámina de celulosa y la otra con lámina de plomo de 2 mm (espesor total de 14,5 mm) y tras el perfil de la sala expuesta a radiación una doble placa compuesta por una Standard de 15 mm y otra de Dureza Reforzada de 15 mm de espesor por cada cara, estando además



dotadas de aislamiento interior acústico con doble panel semirrígido de lana de roca o equivalente de 40+30 mm de espesor por cada montante.

Este tipo de composición se va a recoger en la siguiente tabla.

Tabla 6: Composición de la fachada de los patios interiores en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

FACHADA PATIOS INTERIORES	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Mortero de acabado acrílico de base sintética	0,0040
Mortero de regulación con malla de fibra de vidrio	0,0154
Poliestireno extruido Danopren FS	0,1000
Enfoscado de mortero CS IV-W2	0,0100
Fábrica de 1/2 pie de ladrillo perforado	0,1150
Enfoscado de mortero Geocol	0,0050
Lana mineral Plus TP 138	0,0600
Cámara de aire sin ventilar	0,1500
General	
Lana mineral panel Plus Kraft TP 238	0,0700
Yeso laminado de dureza reforzada 70+15+15 Knauf	0,0150
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150
Instalaciones	
Ladrillo	0,0800
Enfoscado de mortero hidrófugo	0,0150
Quirófanos	
Yeso laminado de dureza reforzada 70+15+15 Knauf	0,0150
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150
Lana mineral panel Plus Kraft TP 238	0,0700
Placa antirradiación Knauf RX (celulosa/yeso/plomo)	0,0145
Cámara de aire sin ventilar	0,1200
Lana mineral panel Plus Kraft TP 238	0,0700
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150
Yeso laminado de dureza reforzada 70+15+15 Knauf	0,0150



9.2.2.4 Fachada de las escaleras

En la zona correspondiente a los bloques de escaleras que comunican las diferentes plantas del hospital, la composición de la fachada va a tener una composición distinta, estando formada por un muro de hormigón armado de 30 cm de espesor, aislamiento térmico con placas de lana mineral Plus Kraft TP 238 y un trasdosado autoportante de muros con doble placa de yeso laminado, la interior de tipo STD y la exterior de dureza reforzada (70+15+15) de Knauf o equivalente de espesor 15 mm.

La composición de esta fachada se resume en la siguiente tabla.

Tabla 7: Composición de la fachada de las escaleras en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

FACHADA ESCALERAS	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Muro de hormigón armado	0,3000
Lana mineral panel Plus Kraft TP 238	0,0700
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150

9.2.2.5 Fachada en contacto con el terreno

En la fachada norte del Sótano -1 que se encuentra en contacto con el terreno, aparecerá un muro formado por una capa drenante y filtrante de polipropileno Danopren H25 Plus; aislamiento térmico a base de paneles de poliestireno extruido (XPS) Danopren TR de 50 mm de espesor; una lámina de imprimición bituminosa Imprimidan 100 de 8 mm de espesor; hormigón armado con 30 cm de espesor; cámara de aire sin ventilar de 11 cm de espesor; aislamiento térmico con placas de lana mineral Plus Kraft TP 238 de 70 mm y un trasdosado autoportante de muros con doble placa de yeso laminado del tipo STD de Knauf o equivalente de espesor 15 mm.

Tabla 8: Composición de la fachada en contacto con el terreno en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

FACHADA CONTACTO TERRENO	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Capa drenante y filtrante Danopren H25 Plus: Polipropileno	0,0075
Poliestireno extruido XPS Danopren TR	0,0500



Imprimición bituminosa Imprimidan 100: Lámina de betún	0,0080
Muro de hormigón armado	0,3000
Cámara de aire	0,1100
Lana mineral panel Plus Kraft TP 238	0,0700
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150

9.2.2.6 Fachada de la cámara sanitaria

Además de la fachada anterior, existen una serie de muros ubicados en el Sótano -2 que también van a estar en contacto con el terreno y que tendrán una composición semejante a los anteriores. No obstante, al tratarse de una zona no habitada, no se presentarán las mismas exigencias que en otro tipo de espacios por lo que la composición del muro será igual que la de anterior, pero eliminando el yeso laminado, la lana mineral y la cámara de aire. De esta manera, la composición de este tipo de fachadas se recoge en la siguiente tabla.

Tabla 9: Composición de la fachada de la cámara sanitaria en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

FACHADA CÁMARA SANITARIA	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Capa drenante y filtrante Danopren H25 Plus: Polipropileno	0,0075
Poliestireno extruido XPS Danopren TR	0,0500
Imprimición bituminosa Imprimidan 100: Lámina de betún	0,0080
Muro de hormigón armado	0,3000

9.2.3 Particiones interiores verticales

Las divisiones interiores verticales van a estar compuestas en general por una doble placa de cartón yeso de 15 mm de Knauf, siendo la exterior de dureza reforzada sobre perfilera de acero galvanizado de 70 mm de espesor, y con un aislamiento en doble panel de lana mineral de 70 mm Rockplus E220 o equivalente. Todo esto se recoge en la siguiente tabla.



Tabla 10: Composición de las particiones interiores verticales en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PARTICIONES INTERIORES VERTICALES	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Yeso laminado de dureza reforzada 70+15+15 Knauf	0,0150
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150
Lana de roca Rockplus E220	0,0700
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150
Yeso laminado de dureza reforzada 70+15+15 Knauf	0,0150

No obstante, en los espacios dedicados a quirófanos, la composición de las particiones interiores verticales va a ser diferente, estando constituidas por un tabique de distribución tipo RX (15+15+70+14,5+70+15+15) de Knauf o equivalente, formado por una doble estructura a partir de una placa Antirradiaciones Plomo RX tipo DF (con una cara revestida con lámina de celulosa y la otra con lámina de plomo de 2 mm) de espesor total de 14,5 mm, que se compondrá en ambas caras por una doble placa, una Standard de 15 mm y otra de Dureza Reforzada de 15 mm de espesor de Knauf o equivalente, y aislamiento interior acústico con doble panel semirrígido de lana de roca o equivalente de 70 mm de espesor. En la cara interior, aparecerá además una cámara de aire sin ventilar de 12 cm de espesor entre la placa antirradiación y la lana mineral. Esta composición puede apreciarse en la siguiente tabla.

Tabla 11: Composición de las particiones interiores en los quirófanos en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PARTICIONES INTERIORES QUIRÓFANOS	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Yeso laminado de dureza reforzada 70+15+15 Knauf	0,0150
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150
Lana mineral panel plus Kraft TP 238	0,0700
Placa antirradiación Knauf RX (celulosa/yeso/plomo)	0,0145
Cámara de aire sin ventilar	0,1200
Lana mineral panel plus Kraft TP 238	0,0700
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150
Yeso laminado de dureza reforzada 70+15+15 Knauf	0,0150



Además de estos dos tipos de particiones, se introducirá una tercera denominada Airwall y que como su propio nombre indica, se corresponde con una pared de aire. Este tipo de construcción está definido en OpenStudio y se utilizará para aquellos muros auxiliares dibujados en el modelo que en la realidad no existirían, como son los que dividen la cámara sanitaria en varios espacios.

9.2.4 Particiones interiores horizontales

Este tipo de particiones se corresponden con las divisiones entre las distintas plantas que conforman los edificios, por lo que estarán constituidos por un pavimento, un forjado y un falso techo en el caso de existir (con su correspondiente espacio de aire).

En cuanto al tipo de pavimento, se van a utilizar tres tipos diferentes puesto que las distintas variantes se podrían agrupar en una misma tipología al presentar las mismas propiedades:

- Baldosas de terrazo microgramo, que se corresponde con el pavimento general del edificio y con 4 mm de espesor, estarán colocadas sobre una capa de mortero de cemento para nivelado M-5 de 3 cm.
- Pavimento vinílico de 2 mm de espesor en las zonas húmedas y en UCI.
- Baldosas de gres porcelánico de 8 mm de espesor en los pavimentos de las salas de espera.

Para la constitución del forjado, este estará formado por losas de hormigón armado de 30 cm de espesor.

Por último, en cuanto a los falsos techos, se van a utilizar dos tipologías distintas, existiendo para ambas una cámara de aire de 45 cm que representaría el espacio comprendido entre el falso techo y el forjado:

- Falso techo compuesto por placas de acero lisas Orcal 90-200x300 cm de Armstrong o equivalente y dotado de paneles de lana mineral de 15 mm de espesor en todas las circulaciones y pasillos del hospital.
- Falso techo continuo Pladur TC/40/400 o equivalente compuesto por placas de cartón-yeso de 15 mm de espesor para el resto de las zonas del edificio.

En los espacios de instalaciones, no aparecerá falso techo, esto es, el forjado de hormigón estará descubierto.



Con todo esto, tomando como referencia el tipo de pavimento, las distintas composiciones de las particiones interiores verticales se recogen en las siguientes tablas.

Tabla 12: Composición de las particiones interiores verticales con terrazo en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PARTICIONES INTERIORES HORIZONTALES TERRAZO	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Baldosas terrazo microgramo	0,0040
Mortero de cemento	0,0300
Losa estructural de hormigón armado	0,3000
Falso techo metálico	
Cámara de aire sin ventilar	0,4500
Lana mineral	0,0150
Placas metálicas lisas de chapa de acero Orcal de Armstrong 90-200x30	0,0005
Falso techo Pladur	
Cámara de aire sin ventilar	0,4500
Falso techo continuo Pladur TC/40/400 15 de cartón yeso	0,0150
Instalaciones	
-	-

Tabla 13: Composición de las particiones interiores verticales con pavimento vinílico en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PARTICIONES INTERIORES HORIZONTALES PAVIMENTO VINÍLICO	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Pavimento vinílico	0,0020
Mortero de cemento	0,0300
Losa estructural de hormigón armado	0,3000
Falso techo metálico	
Cámara de aire sin ventilar	0,4500
Lana mineral	0,0150
Placas metálicas lisas de chapa de acero Orcal de Armstrong 90-200x30	0,0005



Falso techo Pladur	
Cámara de aire sin ventilar	0,4500
Falso techo continuo Pladur TC/40/400 15 de cartón yeso	0,0150
Instalaciones	
-	

Tabla 14: Composición de las particiones interiores verticales con gres porcelánico en la ampliación.

Fuente: Elaboración propia.

PARTICIONES INTERIORES HORIZONTALES GRES PORCELÁNICO	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Baldosas gres porcelánico	0,0080
Mortero de cemento	0,0300
Losa estructural de hormigón armado	0,3000
Falso techo metálico	
Cámara de aire sin ventilar	0,4500
Lana mineral	0,0150
Placas metálicas lisas de chapa de acero Orcal de Armstrong 90-200x30	0,0005
Falso techo Pladur	
Cámara de aire sin ventilar	0,4500
Falso techo continuo Pladur TC/40/400 15 de cartón yeso	0,0150
Instalaciones	
-	

A todas estas particiones interiores horizontales anteriores, habría que sumar la que se encuentra entre el Sótano -1 y el Sótano -2, pues al corresponderse la segunda con una cámara sanitaria tendría una composición distinta, y aquellas que forman parte de los espacios destinados a terrazas.

9.2.4.1 Suelo Sótano -1

El suelo del Sótano -1 estaría formado por una capa drenante y filtrante de polipropileno Danopren H25 Plus; aislamiento térmico a base de paneles de poliestireno extruido (XPS) Danopren TR de 50 mm de espesor; una lámina de imprimición bituminosa Imprimidan 100 de 8 mm de espesor; hormigón armado con



30 cm de espesor; otra capa aislamiento térmico a base de paneles de poliestireno extruido (XPS) Danopren TR de 50 mm de espesor; mortero de cemento para nivelado M-5 de 3 cm y baldosas de terrazo microgramo con 4 mm de espesor.

Tabla 15: Composición de las particiones interiores verticales en el suelo del Sótano -1 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

SUELO SÓTANO -1	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Capa drenante y filtrante Danopren H25 Plus: Polipropileno	0,0075
Poliestireno extruido XPS Danopren TR	0,0500
Imprimición bituminosa Imprimidan 100: Lámina de betún	0,0080
Muro de hormigón armado	0,3000
Poliestireno extruido XPS Danopren TR	0,0500
Mortero de cemento	0,0300
Baldosas terrazo microgramo	0,0040

9.2.4.2 Particiones interiores horizontales en las terrazas

Como ya se explicó en apartados anteriores, las terrazas de la fachada sur de la ampliación se van a modelar como espacios independientes que, al tratarse de espacios no habitables, la composición de sus particiones va a ser distinta de la explicada al inicio de este apartado.

De esta manera, tendríamos tres tipos de particiones interiores horizontales, las que forman parte del suelo de un espacio habitable y están en contacto con la terraza, las que forman parte del suelo de una terraza y están en contacto con otra terraza y las que también forman parte del suelo de la terraza pero que están sobre un espacio habitable.

Respecto a las particiones que forman parte del suelo de un espacio habitable en contacto con una terraza, estarían compuestas por una capa de mortero de acabado acrílico de base sintética de 4 mm de espesor, mortero de regulación con malla de fibra de vidrio de 15,4 cm de espesor, aislamiento térmico a base de paneles de poliestireno extruido Danopren FS de 100 mm de espesor, hormigón armado con 30 cm de espesor, mortero de cemento para nivelado M-5 de 3 cm y baldosas de terrazo microgramo con 4 mm de espesor.



Todo esto se recoge en la siguiente tabla:

Tabla 16: Composición de los suelos en contacto con terrazas en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

SUELO EN CONTACTO CON TERRAZAS	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Mortero de acabado acrílico de base sintética	0,0040
Mortero de regulación con malla de fibra de vidrio	0,0154
Poliestireno extruido Danopren FS	0,1000
Muro de hormigón armado	0,3000
Mortero de cemento	0,0300
Baldosas terrazo microgramo	0,0040

Las particiones que forman el suelo de una terraza en contacto con espacios habitables están formadas por falso techo continuo Pladur TC/40/400 o equivalente compuesto por placas de cartón-yeso de 15 mm de espesor, una cámara de aire sin ventilar de 30 cm de espesor, aislamiento térmico a base de paneles de poliestireno extruido Danopren FS de 100 mm de espesor, hormigón armado con 30 cm de espesor, mortero de hidrófugo de 15,4 cm de espesor, impermeabilización Sikalastic 612 o equivalente a base de poliuretano de 2 mm de espesor y baldosas de gres porcelánico de 8 mm de espesor.

Esta composición se recoge en la siguiente tabla:

Tabla 17: Composición de los suelos de terrazas en contacto con espacios habitables en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

SUELO TERRAZAS CON HABITABLE	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Falso techo continuo Pladur TC/40/400 15 de cartón yeso	0,0150
Cámara de aire falso techo	0,3000
Poliestireno extruido Danopren FS	0,1000
Muro de hormigón armado	0,3000
Mortero hidrófugo	0,0154
Impermeabilización Sikalastic 612: Poliuretano	0,0020
Baldosas gres porcelánico	0,0080



Por último, las particiones que forman parte del suelo de una terraza y están en contacto con otra terraza, están constituidas por una capa de mortero de acabado acrílico de base sintética de 4 mm de espesor, mortero de regulación con malla de fibra de vidrio de 15,4 cm de espesor, aislamiento térmico a base de paneles de poliestireno extruido Danopren FS de 100 mm de espesor, hormigón armado con 30 cm de espesor, mortero de hidrófugo de 15,4 cm de espesor, impermeabilización Sikalastic 612 o equivalente a base de poliuretano de 2 mm de espesor y baldosas de gres porcelánico de 8 mm de espesor.

En la siguiente tabla se recoge esta composición:

Tabla 18: Composición de los suelos de terrazas en contacto con otras terrazas en la ampliación.

Fuente: Elaboración propia.

SUELO TERRAZAS CON OTRAS TERRAZAS	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Mortero de acabado acrílico de base sintética	0,0040
Mortero de regulación con malla de fibra de vidrio	0,0154
Poliestireno extruido Danopren FS	0,1000
Muro de hormigón armado	0,3000
Mortero hidrófugo	0,0154
Impermeabilización Sikalastic 612: Poliuretano	0,0020
Baldosas gres porcelánico	0,0080

9.2.5 Suelos en contacto con el exterior

En este apartado se van a explicar las distintas composiciones de aquellos suelos del hospital que están en contacto con el exterior, tanto con el terreno como con el aire (pasarelas).

Respecto a los suelos que están en contacto con el terreno, tenemos por un lado el correspondiente a la cámara sanitaria y por otro el que conforma espacios habitables.

En la cámara sanitaria, en la realidad no existiría ningún suelo, esto es, tras el aire que llenaría esta, aparecería directamente el terreno. No obstante, en la simulación es aconsejable introducir una capa de material, y para ello, lo más habitual en la mayoría de los proyectos en este tipo de espacios es modelar un suelo de pequeño espesor con una alta conductividad térmica, escogiendo habitualmente como



material el cemento. De esta manera, este suelo estará compuesto por una capa de cemento de 5 cm de espesor.

Por otro lado, los suelos de espacios habitables en contacto con el terreno estarían formados por una capa drenante y filtrante de polipropileno Danopren H25 Plus, aislamiento térmico a base de paneles de poliestireno extruido (XPS) Danopren TR de 50 mm de espesor, una lámina de imprimición bituminosa Imprimidan 100 de 8 mm de espesor, hormigón armado con 30 cm de espesor, aislamiento térmico a base de paneles de poliestireno extruido (XPS) Danopren TR de 50 mm de espesor, mortero de cemento para nivelado M-5 de 3 cm y baldosas de terrazo microgramo con 4 mm de espesor.

En la siguiente tabla se recoge la composición anterior:

Tabla 19: Composición de los suelos en contacto con el terreno en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

SUELO EN CONTACTO CON EL TERRENO	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Capa drenante y filtrante Danopren H25 Plus: Polipropileno	0,0075
Poliestireno extruido XPS Danopren TR	0,0500
Imprimición bituminosa Imprimidan 100: Lámina de betún	0,0080
Muro de hormigón armado	0,3000
Poliestireno extruido XPS Danopren TR	0,0500
Mortero de cemento	0,0300
Baldosas terrazo microgramo	0,0040

En lo referido a los suelos en contacto con el aire, estos van a ser los que aparezcan en las distintas pasarelas de la ampliación del hospital, estando formados por una capa de mortero de acabado acrílico de base sintética de 4 mm de espesor, mortero de regulación con malla de fibra de vidrio de 15,4 cm de espesor, aislamiento térmico a base de paneles de poliestireno extruido Danopren FS de 100 mm de espesor, hormigón armado con 30 cm de espesor, mortero de cemento para nivelado M-5 de 3 cm y baldosas de terrazo microgramo con 4 mm de espesor. Todo esto se recoge en la siguiente tabla.



Tabla 20: Composición de los suelos en contacto con el aire en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Mortero de acabado acrílico de base sintética	0,0040
Mortero de regulación con malla de fibra de vidrio	0,0154
Poliestireno extruido Danopren FS	0,1000
Muro de hormigón armado	0,3000
Mortero de cemento	0,0300
Baldosas terrazo microgramo	0,0040

9.2.6 Huecos

En este apartado se van a definir los principales huecos del edificio, de tal manera que se indicará la composición de las ventanas, puertas y celosías que conforman el hospital.

9.2.6.1 Ventanas

Para la simulación de las ventanas del edificio se va a suponer un tipo de construcción en el que se van a introducir las propiedades del vidrio. Dicho vidrio se va a escoger según la orientación del edificio, de tal forma que se podrían definir cuatro tipologías diferentes:

- Vidrios fachada norte: doble acristalamiento tipo Climalit Planiterm 4S de Saint Gobain o equivalente constituido por un vidrio exterior de baja emisividad Planiterm 4S de 6 mm de espesor, una cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral de 16 mm rellena con gas argón, y vidrio interior Planilux de 8 mm de espesor, teniendo con todo esto un valor para la transmitancia térmica de $U=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Vidrios fachada oeste: doble acristalamiento tipo Climalit Stadip Planiterm 4S de Saint Gobain o equivalente, formado por vidrio exterior de seguridad Stadip y de baja emisividad Planiterm 4S de 4+4 mm de espesor unidos mediante lámina de butiral de polivinilo incoloro, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral de 16 mm rellena con gas argón, y vidrio interior de seguridad Stadip de 4+4



- mm de espesor unidos mediante lámina de butiral de polivinilo incoloro, con una transmitancia térmica de $U=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Vidrios fachada sur: doble acristalamiento tipo Climalit Coolite de Saint Gobain o equivalente, formado por vidrio exterior de control solar Coolite Extreme 60/28 de 6 mm de espesor, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral de 16 mm rellena con gas argón, y vidrio interior Planilux de 8 mm de espesor, con un valor de la transmitancia térmica de $U=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.
 - Vidrios fachada este: doble acristalamiento tipo Climalit Stadip Coolite de Saint Gobain o equivalente, formado por vidrio exterior de seguridad Stadip y de control solar Coolite Extreme 60/28 de 4+4 mm de espesor unidos mediante lámina de butiral de polivinilo incoloro, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral de 16 mm rellena con gas argón, y vidrio interior de seguridad Stadip de 4+4 mm de espesor unidos mediante lámina de butiral de polivinilo incoloro, con un Valor-U de $U=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Estos tipos de vidrios serán los que se utilicen en todas las ventanas del edificio a excepción de las que aparecen en la fachada ligera ventilada, pues debido a que esta posee un vidrio templado de seguridad 10+10 con cuádruple polivinilo butiral y estructura de sujeción de aluminio 6063 TS que la cubre en su integridad, incluyendo las ventanas, para los huecos que apareciesen en estas fachadas habría que definir un vidrio para cada orientación donde se tuviese en cuenta el efecto de este vidrio templado en las propiedades de las tipologías anteriores.

En cuanto a los vidrios que forman los huecos dibujados para modelar el muro cortina, se utilizarán los vidrios explicados en el apartado correspondiente.

Las propiedades de los vidrios según la orientación de la fachada en la que se encuentren, con y sin modificaciones debido al vidrio templado de seguridad, se encuentran en el Anexo I.

9.2.6.2 Puertas

En el caso de las puertas exteriores, se van a utilizar puertas metálicas resistentes al fuego compuestas por una doble chapa de acero de 1,2 mm de espesor con relleno interior de fibra mineral intumescente con un espesor de 45 mm y un cerco de acero perfilado de 1,5 mm de espesor. Esta composición se recoge en la siguiente tabla.



Tabla 21: Composición de las puertas exteriores en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PUERTAS EXTERIORES	
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]
Chapa de acero	0,0015
Fibra mineral	0,0450
Chapa de acero	0,0015

9.2.6.3 Celosías

Los huecos correspondientes a los espacios de instalaciones van a estar formados por celosías de aluminio que formarían una estructura que se podría introducir como una capa de aluminio de 1,5 mm de espesor. Las propiedades de dicha estructura se recogen en el Anexo I.

9.3 Modelo térmico del hospital

Para la realización del modelo térmico de la ampliación del hospital, se tienen que definir dos parámetros importantes, por un lado, el tipo de espacios que se van a encontrar en la simulación y por otro, las distintas zonas térmicas.

9.3.1 Tipos de espacio

Los tipos de espacio se corresponden con categorías que se utilizan para introducir las cargas térmicas del edificio a simular al modelo, tales como ocupación, iluminación, ventilación o la correspondiente al funcionamiento de equipos.

Para la simulación del hospital, puesto que existen similitudes de funcionamiento, así como de cargas térmicas entre distintos espacios geométricos, se han definido 19 tipos de espacio que abarcarían los 84 espacios geométricos enumerados en el apartado anterior.

Estos tipos de espacio van a ser los siguientes:

- 1) Otros locales y circulaciones: se corresponden con todos aquellos espacios correspondientes a las conexiones entre las diferentes zonas del edificio, así como a aquellos locales inmediatamente próximos a estas cuyo uso se puede asimilar a ellas, tales como pequeños almacenes o locales cuya función todavía no ha sido especificada en el proyecto del hospital.



- 2) Almacenes: este tipo de espacio se va a asignar a aquellos locales que se utilicen para almacenar grandes cantidades de material que tienen que estar disponibles las 24 horas del día durante todo el año, tales como material estéril o medicamentos.
- 3) Vestuarios: se corresponde con los distintos vestuarios destinados al personal hospitalario y que se encuentran repartidos a lo largo de las distintas plantas de la ampliación.
- 4) Estéril: esta tipología de espacio abarcará todos los locales correspondientes a la zona de esterilización del Sótano -1.
- 5) Laboratorios/Farmacia: se va a asignar este tipo de espacio a todos aquellos locales destinados a zonas de laboratorio cuyo funcionamiento se corresponda con el de jornadas laborales de mañana y de tarde, tales como farmacia, bioquímica o microbiología.
- 6) Laboratorios urgencias: se va a corresponder con los laboratorios que tengan que funcionar durante las 24 horas los 365 días del año, asignándose este únicamente a los laboratorios de urgencia.
- 7) BOX: los espacios correspondientes con esta tipología van a ser aquellos cuyo principal uso sea el de mantener a pacientes en camillas durante largos periodos de tiempo o durante las 24 horas del día, apareciendo de esta manera los distintos boxes del hospital como sería los de urgencias, los de cuidados críticos, los destinados a URPA, UCI o incluso los de diálisis. Este tipo de locales se han agrupado en esta tipología porque tanto los niveles de ocupación, como la iluminación o el tipo de equipos utilizados van a ser muy semejantes.
- 8) Hospital de día: este tipo de espacio se asignará únicamente al Hospital de día oncohematológico debido a sus horarios o al tipo de actividades que alberga.
- 9) Salas de TAC-RMN-RX: en este tipo de espacio se van a agrupar los distintos locales destinados a TAC o RMN de la Planta 0 debido a la semejanza de su uso o de los equipos que albergan en su interior.
- 10) Espera urgencias: se asignará este tipo de espacio únicamente a la sala de espera de urgencias debido a que su funcionamiento será el de 24 horas al día durante todo el año.
- 11) Espera: esta tipología de espacio se utilizará para todas aquellas salas de espera destinadas a consultas a lo largo de las distintas plantas del hospital.
- 12) Consultas urgencias: en este tipo de espacio se van a introducir todos aquellos locales destinados a la atención de pacientes de urgencias que tengan que funcionar las 24 horas del día durante todo el año, tales como consultas, los despachos de los laboratorios de urgencias o los locales destinados a médicos guardia.



- 13) Consultas: se corresponden con todos aquellos locales cuya función sea la de consulta, independientemente de la especialidad que desarrolle.
- 14) Preparación quirófanos: se aplicará a las tres zonas destinadas a la preparación de pacientes para operación de la Planta 3.
- 15) Quirófanos: este tipo de espacio se corresponde con los tres bloques quirúrgicos de las Planta 3.
- 16) Salas de Trabajo: se asignará esta tipología de espacio a todas aquellas salas de trabajo del edificio indiferentemente de la especialidad.
- 17) Instalaciones: este tipo de espacio se aplicará a todos aquellos locales destinados a albergar instalaciones eléctricas, mecánicas o de climatización repartidos entre el Sótano -1, la Planta 1 y la Planta 4.
- 18) Terrazas: se corresponden con todos aquellos espacios no habitables construidos como una terraza cubierta que se encuentran en la fachada sur del edificio.
- 19) Cámara Sanitaria: será también otro tipo de espacio no habitable que se asignará a los dos espacios geométricos que componen la cámara sanitaria del Sótano -2.

En la siguiente tabla, se recoge la asignación del tipo de espacio a los distintos espacios geométricos dibujados para el modelo a simular.

Tabla 22: Tipos de espacio en los distintos espacios geométricos de la ampliación. Fuente: Elaboración propia

Espacio		Tipo de espacio	
1	Conexiones Sótano -2	1	Otros locales y circulaciones
2	Cámara Sanitaria 1 Sótano -2	19	Cámara Sanitaria
3	Cámara Sanitaria 2 Sótano -2	19	Cámara Sanitaria
4	Vestuarios y Circulaciones Sótano -1	3	Vestuarios
5	Instalaciones Sótano -1	17	Instalaciones
6	Preparación Estéril Sótano -1	4	Estéril
7	Material Estéril Sótano -1	4	Estéril
8	Almacén Estéril Sótano -1	2	Almacenes
9	Limpieza Carros Sótano -1	4	Estéril
10	Vestuarios Urgencias Sótano -1	3	Vestuarios
11	Sala Blanca Sótano -1	5	Laboratorios/Farmacia
12	Farmacia Sótano -1	5	Laboratorios/Farmacia



13	Almacén Medicamentos Sótano -1	2	Almacenes
14	Otros Locales y Circulaciones Sótano -1	1	Otros locales y circulaciones
15	Despachos Radiológicos Planta 0	13	Consultas
16	TAC Planta 0	9	Salas de TAC-RMN-RX
17	Radiología Planta 0	9	Salas de TAC-RMN-RX
18	Espera Radiología Planta 0	11	Espera
19	Conexiones y Otros Locales Planta 0	1	Otros locales y circulaciones
20	Conexiones Planta 0	1	Otros locales y circulaciones
21	Aislados Planta 0	7	BOX
22	Espera Urgencias Planta 0	10	Espera Urgencias
23	Consultas Urgencias Planta 0	12	Consultas urgencias
24	Urgencias Trauma Planta 0	12	Consultas urgencias
25	Consultas Urgencias 2 Planta 0	12	Consultas urgencias
26	Box Urgencias Planta 0	7	BOX
27	Conexiones Planta 1	1	Otros locales y circulaciones
28	Instalaciones 1 Planta 1	17	Instalaciones
29	Instalaciones 2 Planta 1	17	Instalaciones
30	Instalaciones 3 Planta 1	17	Instalaciones
31	Conexiones 1 Planta 2	1	Otros locales y circulaciones
32	Consultas 1 Planta 2	13	Consultas
33	Consultas 2 Planta 2	13	Consultas
34	Espera Planta 2	11	Espera
35	Consultas 3 Planta 2	13	Consultas
36	Espera Pediatría Planta 2	11	Espera
37	Salas de trabajo Planta 2	16	Salas de Trabajo
38	Consultas Diálisis Planta 2	13	Consultas
39	Diálisis Planta 2	7	BOX
40	Box Agudos Planta 2	7	BOX
41	Quirófanos Planta 2	15	Quirófanos
42	Conexiones 2 Planta 2	1	Otros locales y circulaciones
43	Preparación 1 Planta 3	14	Preparación quirófanos
44	Quirófanos 1 Planta 3	15	Quirófanos
45	Preparación 2 Planta 3	14	Preparación quirófanos



46	Quirófanos 2 Planta 3	15	Quirófanos
47	Preparación 3 Planta 3	14	Preparación quirófanos
48	Quirófanos 3 Planta 3	15	Quirófanos
49	Ud. Cuidados Críticos Post Planta 3	7	BOX
50	Espera Planta 3	11	Espera
51	URPA 1 Planta 3	7	BOX
52	Médicos de Guardia Planta 3	12	Consultas urgencias
53	Conexiones 1 Planta 3	1	Otros locales y circulaciones
54	Espera camillas 1 Planta 3	11	Espera
55	Vestuarios Planta 3	3	Vestuarios
56	Espera camillas 2 Planta 3	11	Espera
57	Conexiones 2 Planta 3	1	Otros locales y circulaciones
58	Conexiones Planta 4	1	Otros locales y circulaciones
59	Instalaciones 1 Planta 4	17	Instalaciones
60	Instalaciones 2 Planta 4	17	Instalaciones
61	Instalaciones 3 Planta 4	17	Instalaciones
62	Hospital de día oncohematológico Planta 5	8	Hospital de día
63	Consultas Oncología Planta 5	13	Consultas
64	Espera Planta 5	11	Espera
65	Consultas Digestivo/Trauma Planta 5	13	Consultas
66	Salas de Trabajo Digestivo/Trauma Planta 5	16	Salas de Trabajo
67	Conexiones Planta 5	1	Otros locales y circulaciones
68	Consultas Planta 5	13	Consultas
69	Conexiones 2 Planta 5	1	Otros locales y circulaciones
70	Despachos Laboratorios Planta 5	12	Consultas urgencias
71	Laboratorios Urgencias Planta 5	6	Laboratorios urgencias
72	Bioquímica Planta 5	5	Laboratorios/Farmacia
73	Microbiología Planta 5	5	Laboratorios/Farmacia
74	Box Planta 6	7	BOX
75	Conexiones Planta 6	1	Otros locales y circulaciones
76	Salas de Trabajo Planta 6	16	Salas de Trabajo
77	Médicos de Guardia Planta 6	12	Consultas urgencias
78	Conexiones Planta 7	1	Otros locales y circulaciones



79	Instalaciones Planta 7	17	Instalaciones
80	Conexiones Planta 8	1	Otros locales y circulaciones
81	Terraza Planta 4	18	Terrazas
82	Terraza Planta 2	18	Terrazas
83	Terraza Planta 1	18	Terrazas
84	Terraza Planta 0	18	Terrazas

La distribución por planta de estos tipos de espacio se recoge en las siguientes imágenes:

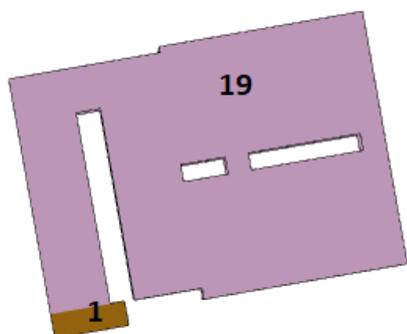


Ilustración 25: Tipos de espacio en el Sótano -2 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

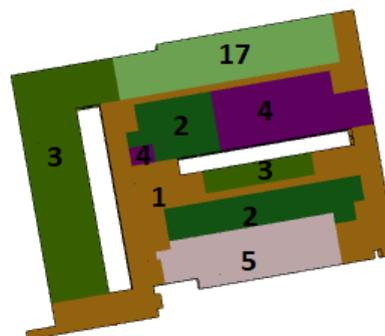


Ilustración 26: Tipos de espacio en el Sótano -1 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

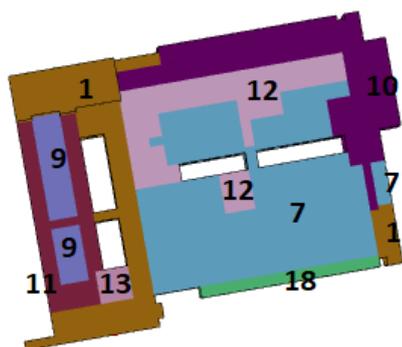


Ilustración 27: Tipos de espacio en la Planta 0 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

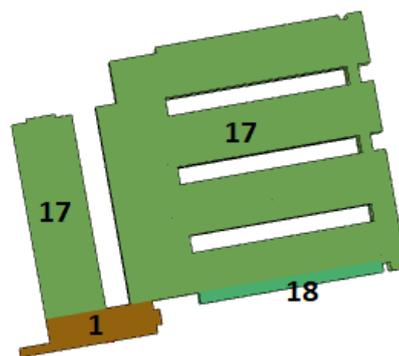


Ilustración 28: Tipos de espacio en la Planta 1 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

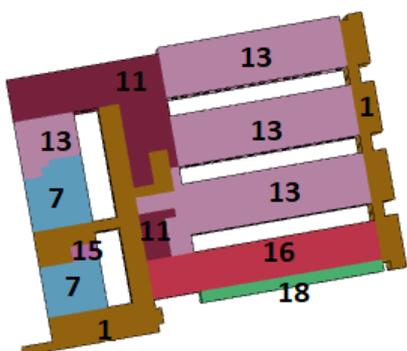


Ilustración 29: Tipos de espacio en la Planta 2 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

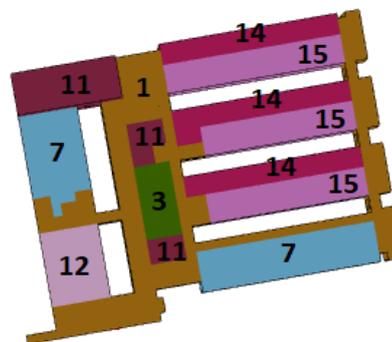


Ilustración 30: Tipos de espacio en la Planta 3 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

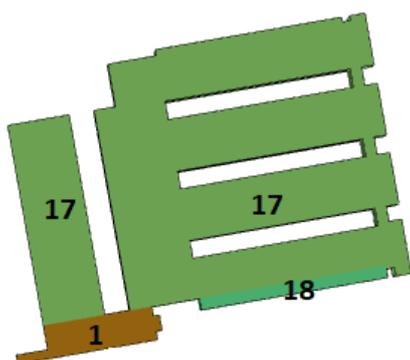


Ilustración 31: Tipos de espacio en la Planta 4 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

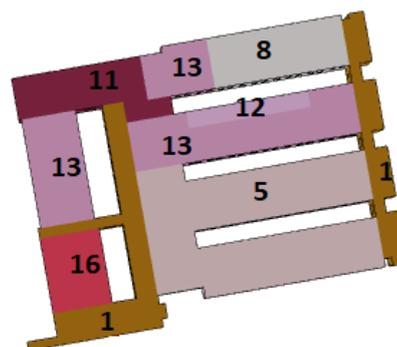


Ilustración 32: Tipos de espacio en la Planta 4 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

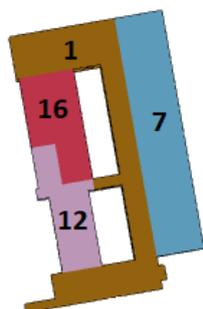


Ilustración 33: Tipos de espacio en la Planta 6 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

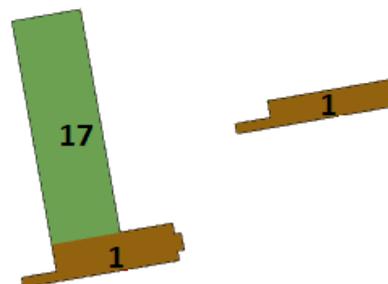


Ilustración 34: Tipos de espacio en las Plantas 7 y 8 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.



9.3.2 Condiciones de contorno

Un aspecto de los más importantes que hay que definir en la simulación a la hora de crear el modelo van a ser las condiciones de contorno de las distintas superficies del edificio. De esta manera, los distintos tipos de condiciones de contorno que se van a poder definir son:

- Exterior: existe transferencia de calor con el aire exterior. Se utilizará para todas aquellas superficies exteriores que están en contacto con el aire.
- Superficie: existe transferencia de calor con el aire del interior de una habitación. Se va a aplicar a todas aquellas superficies interiores que están en contacto con las superficies de otros espacios interiores.
- Contacto con el terreno: existe transferencia de calor con un terreno isotérmico. Se asignará a todas aquellas superficies en contacto con el terreno, tanto suelos como muros.
- Adiabática: no existe un flujo de calor. Se utilizará en aquellas superficies exteriores que estarían en contacto con las superficies de otras edificaciones, pero de las cuales no se conocen las condiciones interiores. En el caso del de la ampliación, se corresponde con aquellos muros en contacto con el actual hospital.

En las siguientes ilustraciones se van a mostrar las distintas condiciones de contorno, representándose con el exterior de color azul, en contacto con el terreno de color marrón y adiabática rosa. Las superficies en contacto con otra superficie no se aprecian en las imágenes, pero en el programa, se indicarían en color verde y se corresponderían con todas las particiones y forjados interiores

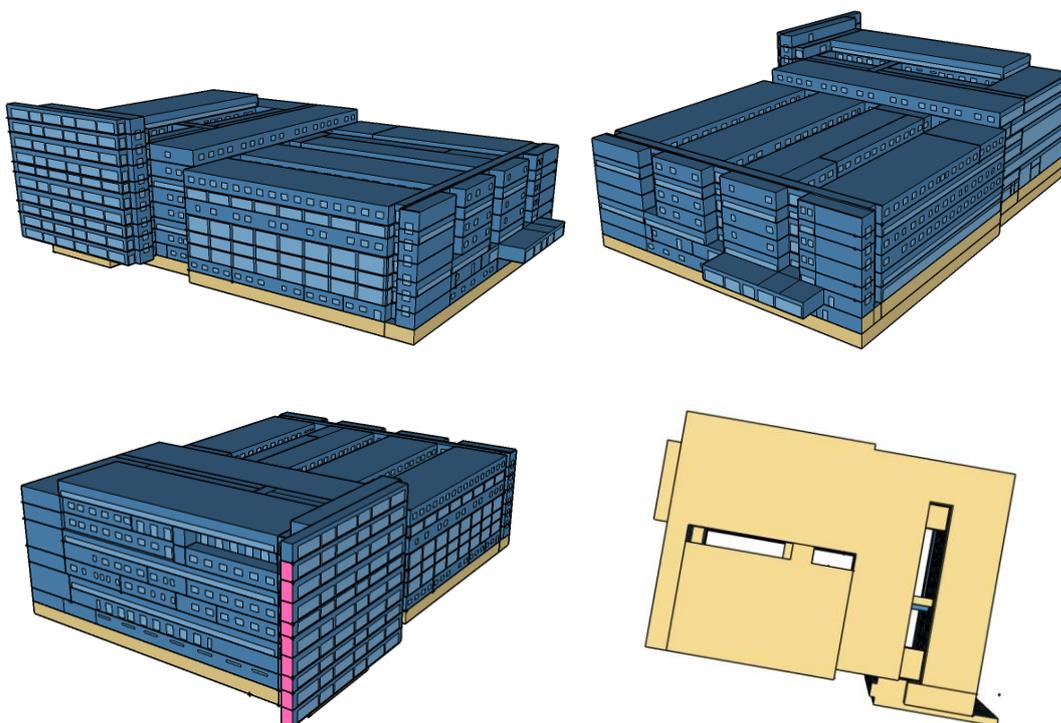


Ilustración 35: Condiciones de contorno de la ampliación en SketchUp 1. Fuente: Elaboración propia.

9.3.3 Zonas térmicas

Las zonas térmicas son categorías que se utilizan para incorporar termostatos y sistemas de calefacción o refrigeración. Como ocurría con los tipos de espacio, una misma zona térmica puede aplicarse a varios espacios geométricos, pero en este caso la distribución va a ser más importante puesto que esto significaría que compartirían el mismo sistema de climatización.

De esta manera, a la hora de definir las distintas zonas térmicas del modelo a simular, se va a tener en cuenta tanto la ubicación de los espacios geométricos (tanto la planta como la distribución de esta) como las condiciones ambientales (consignas) o horarios que requerirían dichos espacios, obteniendo para el modelo a simular un total de 56 zonas térmicas.

No obstante, muchas de estas zonas térmicas van a tener las mismas características, esto es, sus temperaturas de consigna y sus horarios van a ser iguales, por lo que podríamos definir para el modelo 7 tipos distintos de zonas térmicas.



Además de las temperaturas, también se podrían definir unas consignas de humedad para cada zona térmica del edificio, de tal forma que se establecería cuando funcionarían los distintos sistemas de control de la humedad del edificio.

En cuanto a la deshumectación, se van a definir unos valores para los distintos tipos de zona térmica del edificio, mientras que, en el caso de la humectación, sólo se va a considerar para aquellas zonas en las que en el proyecto de ampliación se define humectación y deshumectación por vapor.

Con todo esto, los distintos tipos de zonas térmicas que van a aparecer en el edificio van a ser:

- Tipo 1: serán aquellas que se asignen a espacios no habitados. Puesto que estas zonas no necesitarían ningún tipo de sistema, se definirá solamente una zona térmica para todos estos espacios y no se asignarán ni consignas ni horarios.
- Tipo 2: con una consigna de temperatura para calefacción de 24 °C, una de refrigeración de 26 °C y una consigna de deshumectación con una humedad relativa del 55%. En cuanto a los horarios, se supondrá un funcionamiento de 6.00 a 20.00 de lunes a viernes.
- Tipo 3: con una consigna de temperatura de calefacción de 24 °C, una de refrigeración de 26 °C y una consigna de deshumectación con una humedad relativa del 55%. En cuanto a los horarios, se supondrá un funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.
- Tipo 4: con una consigna temperatura para calefacción de 22 °C, una de refrigeración de 26 °C y una consigna de deshumectación con una humedad relativa del 55%. En cuanto a los horarios, se supondrá un funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.
- Tipo 5: con una consigna de temperatura para calefacción de 24 °C, una de refrigeración de 26 °C y una consigna de deshumectación con una humedad relativa del 55%. En cuanto a los horarios, se supondrá un funcionamiento de 6.00 a 22.00 todos los días de la semana.
- Tipo 6: con una consigna de temperatura para calefacción de 24 °C, una de refrigeración de 26 °C y una consigna de deshumectación con una humedad relativa del 55%. En cuanto a los horarios, se supondrá un funcionamiento de 5.00 a 19.00 los lunes y de 6.00 a 19.00 de martes a domingo.
- Tipo 7: con una consigna de temperatura para calefacción de 24 °C, una de refrigeración de 26 °C y una consigna de deshumectación con una humedad relativa del 55%. En cuanto a los horarios, se supondrá un funcionamiento de 1.00 a 21.00 de martes a viernes, de 00.00 a 21.00 los lunes y de 20.00 a 24.00 los domingos.



En lo referido a la definición de estos parámetros, para la temperatura y humedad se siguieron las recomendaciones de la norma UNE 100713: Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales (AENOR, 2005) y para los horarios, se preguntó al personal de mantenimiento del hospital y se consultó el sistema de climatización del hospital actual.

La correspondencia entre las distintas zonas térmicas y los espacios geométricos que conforman el modelo se recoge en la siguiente tabla.

Tabla 23: Zonas térmicas en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

	Espacio	Zona Térmica	Tipo
1	Conexiones Sótano -2	Zona Térmica 1 Conexiones Sótano -2	3
2	Cámara Sanitaria 1 Sótano -2	Zona Térmica 2 No climatizado	1
3	Cámara Sanitaria 2 Sótano -2	Zona Térmica 2 No climatizado	1
4	Vestuarios y Circulaciones Sótano -1	Zona Térmica 3 Vestuarios 1 Sótano -1	3
5	Instalaciones Sótano -1	Zona Térmica 2 No climatizado	1
6	Preparación Estéril Sótano -1	Zona Térmica 4 Estéril Sótano -1	3
7	Material Estéril Sótano -1	Zona Térmica 4 Estéril Sótano -1	3
8	Almacén Estéril Sótano -1	Zona Térmica 4 Estéril Sótano -1	3
9	Limpieza Carros Sótano -1	Zona Térmica 4 Estéril Sótano -1	3
10	Vestuarios Urgencias Sótano -1	Zona Térmica 5 Vestuarios urgencias Sótano -1	3
11	Sala Blanca Sótano -1	Zona Térmica 6 Farmacia Sótano -1	5
12	Farmacia Sótano -1	Zona Térmica 6 Farmacia Sótano -1	5
13	Almacén Medicamentos Sótano -1	Zona Térmica 7 Almacenes Medicamentos Sótano -1	3
14	Otros Locales y Circulaciones Sótano -1	Zona Térmica 8 Conexiones Sótano -1	3
15	Despachos Radiológicos Planta 0	Zona Térmica 9 Despachos Radiología Planta 0	2
16	TAC Planta 0	Zona Térmica 10 Radiología Planta 0	3
17	Radiología Planta 0	Zona Térmica 10 Radiología Planta 0	3
18	Espera Radiología Planta 0	Zona Térmica 11 Espera Radiología Planta 0	3
19	Conexiones y Otros Locales Planta 0	Zona Térmica 12 Conexiones y otros locales Planta 0	3
20	Conexiones Planta 0	Zona Térmica 13 Espera urgencias Planta 0	3
21	Aislados Planta 0	Zona Térmica 14 Box urgencias Planta 0	3
22	Espera Urgencias Planta 0	Zona Térmica 13 Espera urgencias Planta 0	3
23	Consultas Urgencias Planta 0	Zona Térmica 15 Consultas urgencias Planta 0	3
24	Urgencias Trauma Planta 0	Zona Térmica 15 Consultas urgencias Planta 0	3



25	Consultas Urgencias 2 Planta 0	Zona Térmica 15 Consultas urgencias Planta 0	3
26	Box Urgencias Planta 0	Zona Térmica 14 Box urgencias Planta 0	3
27	Conexiones Planta 1	Zona Térmica 16 Conexiones Planta 1	3
28	Instalaciones 1 Planta 1	Zona Térmica 2 No climatizado	1
29	Instalaciones 2 Planta 1	Zona Térmica 2 No climatizado	1
30	Instalaciones 3 Planta 1	Zona Térmica 2 No climatizado	1
31	Conexiones 1 Planta 2	Zona Térmica 17 Conexiones Planta 2 1	3
32	Consultas 1 Planta 2	Zona Térmica 18 Consultas Planta 2 1	2
33	Consultas 2 Planta 2	Zona Térmica 19 Consultas Planta 2 2	2
34	Espera Planta 2	Zona Térmica 20 Espera Planta 2	3
35	Consultas 3 Planta 2	Zona Térmica 21 Consultas Planta 2 3	2
36	Espera Pediatría Planta 2	Zona Térmica 19 Consultas Planta 2 3	3
37	Salas de trabajo Planta 2	Zona Térmica 22 Salas de trabajo Planta 2	2
38	Consultas Diálisis Planta 2	Zona Térmica 23 Consultas Diálisis Planta 2	2
39	Diálisis Planta 2	Zona Térmica 24 Diálisis Planta 2	3
40	Box Agudos Planta 2	Zona Térmica 24 Diálisis Planta 2	3
41	Quirófanos Planta 2	Zona Térmica 24 Diálisis Planta 2	3
42	Conexiones 2 Planta 2	Zona Térmica 25 Conexiones Planta 2 2	3
43	Preparación 1 Planta 3	Zona Térmica 26 Preparación 1 Planta 3	4
44	Quirófanos 1 Planta 3	Zona Térmica 27 Quirófanos 1 Planta 3	4
45	Preparación 2 Planta 3	Zona Térmica 28 Preparación 2 Planta 3	4
46	Quirófanos 2 Planta 3	Zona Térmica 29 Quirófanos 2 Planta 3	4
47	Preparación 3 Planta 3	Zona Térmica 30 Preparación 3 Planta 3	4
48	Quirófanos 3 Planta 3	Zona Térmica 31 Quirófanos 3 Planta 3	4
49	Ud. Cuidados Críticos Post Planta 3	Zona Térmica 32 Ud. Cuidados críticos post Planta 3	3
50	Espera Planta 3	Zona Térmica 33 Espera Planta 3	3
51	URPA 1 Planta 3	Zona Térmica 34 URPA 1 Planta 3	3
52	Médicos de Guardia Planta 3	Zona Térmica 35 Médicos de guardia Planta 3	3
53	Conexiones 1 Planta 3	Zona Térmica 36 Conexiones Planta 3 1	3
54	Espera camillas 1 Planta 3	Zona Térmica 36 Conexiones Planta 3 1	3
55	Vestuarios Planta 3	Zona Térmica 37 Vestuarios Planta 3	3
56	Espera camillas 2 Planta 3	Zona Térmica 38 Conexiones Planta 3 2	3
57	Conexiones 2 Planta 3	Zona Térmica 38 Conexiones Planta 3 2	3



58	Conexiones Planta 4	Zona Térmica 39 Conexiones Planta 4	3
59	Instalaciones 1 Planta 4	Zona Térmica 2 No climatizado	1
60	Instalaciones 2 Planta 4	Zona Térmica 2 No climatizado	1
61	Instalaciones 3 Planta 4	Zona Térmica 2 No climatizado	1
62	Hospital de día oncohematológico Planta 5	Zona Térmica 40 Hospital de día oncohematológico Planta 5	7
63	Consultas Oncología Planta 5	Zona Térmica 41 Consultas oncología Planta 5	2
64	Espera Planta 5	Zona Térmica 42 Espera Planta 5	3
65	Consultas Digestivo/Trauma Planta 5	Zona Térmica 43 Consultas digestivo/trauma Planta 5	2
66	Salas de Trabajo Digestivo/Trauma Planta 5	Zona Térmica 44 Salas de trabajo digestivo/trauma Planta 5	2
67	Conexiones Planta 5	Zona Térmica 45 Conexiones Planta 5	3
68	Consultas Planta 5	Zona Térmica 46 Consultas Planta 5	2
69	Conexiones 2 Planta 5	Zona Térmica 47 Conexiones Planta 5 2	3
70	Despachos Laboratorios Planta 5	Zona Térmica 48 Laboratorios urgencias Planta 5	3
71	Laboratorios Urgencias Planta 5	Zona Térmica 48 Laboratorios urgencias Planta 5	3
72	Bioquímica Planta 5	Zona Térmica 49 Bioquímica Planta 5	6
73	Microbiología Planta 5	Zona Térmica 50 Microbiología Planta 5	6
74	Box Planta 6	Zona Térmica 51 Box Planta 6	3
75	Conexiones Planta 6	Zona Térmica 52 Conexiones Planta 6	3
76	Salas de Trabajo Planta 6	Zona Térmica 53 Salas de trabajo Planta 6	2
77	Médicos de Guardia Planta 6	Zona Térmica 54 Médicos de guardia Planta 6	3
78	Conexiones Planta 7	Zona Térmica 55 Conexiones Planta 7	3
79	Instalaciones Planta 7	Zona Térmica 2 No climatizado	1
80	Conexiones Planta 8	Zona Térmica 56 Conexiones Planta 8	3
81	Terraza Planta 4	Zona Térmica 2 No climatizado	1
82	Terraza Planta 2	Zona Térmica 2 No climatizado	1
83	Terraza Planta 1	Zona Térmica 2 No climatizado	1
84	Terraza Planta 0	Zona Térmica 2 No climatizado	1



Para la consigna de humectación, se establece un valor para la humedad relativa del 45% y va a aparecer en las siguientes zonas térmicas, donde se establecerá un horario de humectación igual al del tipo de zona correspondiente:

- Zona Térmica 14: Box urgencias Planta 0.
- Zona Térmica 24: Diálisis Planta 2.
- Zona Térmica 26: Preparación 1 Planta 3.
- Zona Térmica 27: Quirófanos 1 Planta 3.
- Zona Térmica 28: Preparación 2 Planta 3.
- Zona Térmica 29: Quirófanos 2 Planta 3.
- Zona Térmica 30: Preparación 3 Planta 3.
- Zona Térmica 31: Quirófanos 3 Planta 3.
- Zona Térmica 32: Ud. Cuidados críticos post. Planta 3.
- Zona Térmica 34: URPA 1 Planta 3.
- Zona Térmica 38: Conexiones Planta 3 2.
- Zona Térmica 40: Hospital de día oncohematológico Planta 5.
- Zona Térmica 51: Box Planta 6.

En las siguientes imágenes, se recoge la distribución de las zonas térmicas por plantas para de esta manera apreciar mejor su ubicación.

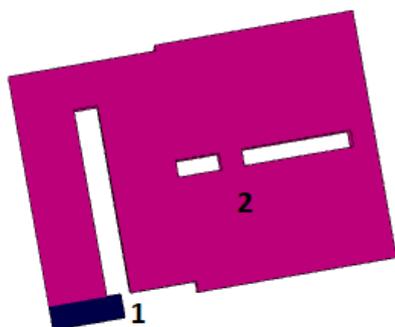


Ilustración 36: Zonas Térmicas en el Sótano -2 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

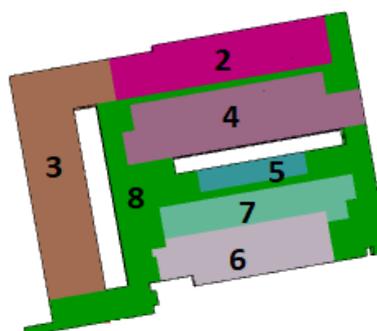


Ilustración 37: Zonas Térmicas en el Sótano -1 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 38: Zonas Térmicas en la Planta 0 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

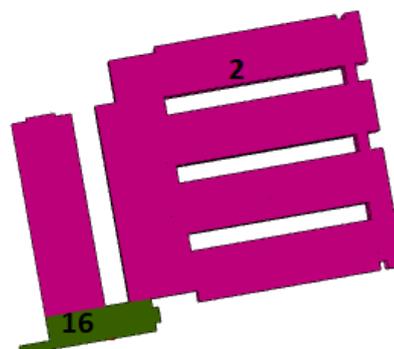


Ilustración 39: Zonas Térmicas en la Planta 1 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

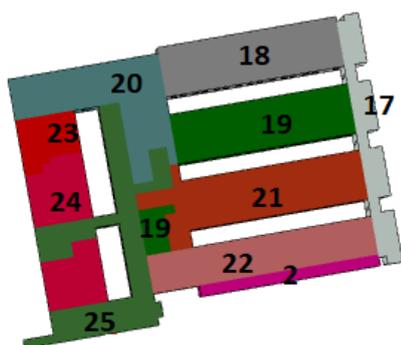


Ilustración 40: Zonas Térmicas en la Planta 2 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

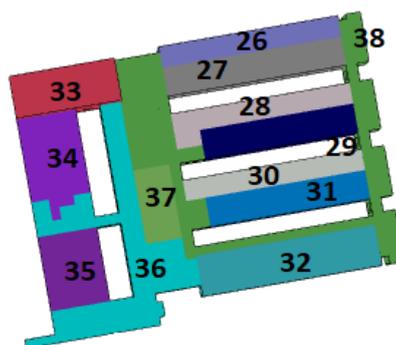


Ilustración 41: Zonas Térmicas en la Planta 3 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

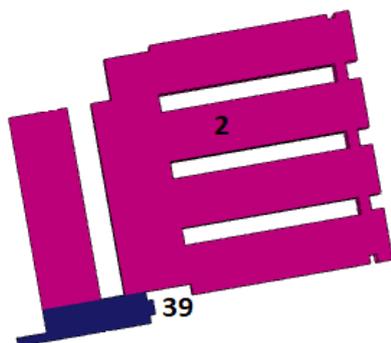


Ilustración 42: Zonas Térmicas en la Planta 4 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

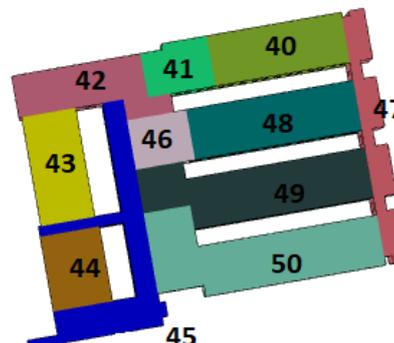


Ilustración 43: Zonas Térmicas en la Planta 5 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

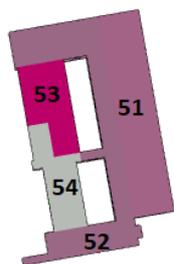


Ilustración 44: Zonas Térmicas en la Planta 6 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

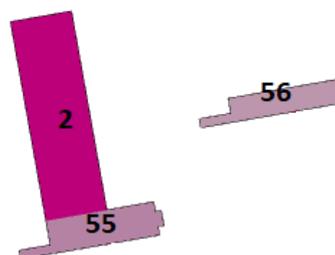


Ilustración 45: Zonas Térmicas en las Plantas 7 y 8 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

9.4 Modelo de cargas internas del hospital

A la hora de realizar la simulación energética de un edificio, uno de los parámetros que más van a repercutir en los resultados son las cargas internas que posea dicho edificio, pues van a afectar a la demanda tanto de calefacción como de refrigeración. Todas estas cargas se van a introducir de una manera similar en OpenStudio, pues primero se definirá el tamaño de la carga, como sería la potencia de los equipos eléctricos o la cantidad de personas y después, se introducirá un horario, donde se indicará el porcentaje de esa carga que hay a lo largo del tiempo, pudiendo aplicar valores distintos según el día de la semana o incluso según el momento del año.

En los siguientes apartados van a describirse los distintos tipos de cargas térmicas que posee el hospital y que afectarán a los resultados de la simulación.

9.4.1 Carga de ocupación

Mediante esta carga térmica se va a introducir el calor que generarían las personas en el interior del hospital. Esta cantidad de calor va a depender de factores como serían la edad o la constitución física, pero va a ser también importante el tipo de actividad que estén realizando. Suele expresarse con la unidad de medida “met”, que se correspondería al metabolismo de una persona sana, sentada y sin trabajar, pero como esta actividad se corresponde con $58,2 \text{ W/m}^2$, la UNE EN ISO 8996 nos proporciona unos valores expresados en Vatios.



De esta manera, tomando como referencia los valores de dicha norma expresados en la documentación del IDAE (Quintero, 2017), se definirían para el modelo del hospital los siguientes tipos de actividad:

- Caminando: con un nivel de actividad de 1,6 met/160 W se introducirá en espacios destinados a la circulación de personas, como serían las distintas conexiones del hospital.
- Trabajo ligero: con un nivel de actividad de 1,2 met/115 W se asignará a la mayoría de los espacios del hospital, como serían consultas, despachos o laboratorios.
- Tumbado: con un nivel de actividad de 0,86 met/85 W se aplicará a aquellos espacios en los que los ocupantes estén tumbados en camillas como serían los distintos boxes del hospital.
- Sentado: con un nivel de actividad de 1 met/100 W se corresponderá con aquellos espacios en los que los ocupantes estén sentados sin trabajar, tales como las distintas salas de espera del hospital.

Estos niveles de actividad se introducirán en el modelo como unos horarios de valor constante y se asignarán a los distintos niveles de ocupación según corresponda.

Además de la actividad, la carga por ocupación también va a depender del número de personas que haya en cada espacio así como del tiempo que estén en el. De esta manera, se va a definir para cada tipo de espacio los m² que corresponderían por persona y los horarios de ocupación, en los que se reflejará el porcentaje de ocupación que habría en el espacio en función del periodo en el que se encuentre el hospital.

Para definir todo esto, se han tomado como referencia los datos proporcionados en el proyecto de ampliación del hospital (López-Fando de Castro & López-Fando Hernando, 2018) y la información proporcionada por el personal del hospital. De esta manera, para cada uno de los tipos de espacio que se han definido en apartados anteriores, los m²/persona, la actividad y el horario de ocupación (donde se da el nivel de ocupación por periodo) se recogen en la siguiente tabla, donde no se muestran aquellos espacios en los que no aparecen cargas internas por ocupación

Tabla 24: Carga de ocupación en los distintos tipos de espacio en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de espacio	m ² /persona	Horario	Actividad [W]
Otros locales y circulaciones	20	23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65	160
Almacenes	40	24h: 0,4	115
Vestuarios	3	7-8h 1; 8-14h 0,4; 14-15h 1; 15-22h 0,4; 22-23h 1; 23-7h 0,4	115



Estéril	5	23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65	115
Laboratorios/Farmacia	5	6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05	115
Laboratorios urgencias	5	19-11h 0,7; 11-19h 0,8	115
BOX	23	19-11h 0,7; 11-19h 0,8	85
Hospital de día	9,68	L-V: 7-8h 0,2; 8-20h 0,9; 20-21h 0,1	115
Salas de TAC-RMN-RX	15	L-V: 6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05	115
Espera Urgencias	7,43	19-11h 0,7; 11-19h 0,8	100
Espera	5	L-V: 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ SD: 0,05	100
Consultas urgencias	9	19-11h 0,7; 11-19h 0,8	115
Consultas	9	L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9	115
Preparación quirófanos	21,43	LV: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8 0,2/ SD 0,2	115
Quirófanos	9	LV: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8 0,2/ SD 0,2	115
Salas de Trabajo	5	6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05	115

9.4.2 Carga de iluminación

Con esta carga se introduciría en el modelo el aporte térmico causado por las luces del edificio, donde debido al rendimiento de estas, la energía no aprovechada se liberaría en forma de calor. También habría que tener en cuenta en este sentido que la energía luminosa se absorbe y se refleja en los distintos muros del edificio hasta que finalmente se acaba transformando en energía térmica. De esta manera, la iluminación del edificio va a afectar de forma considerable a la demanda de calefacción y de refrigeración, especialmente en aquellos espacios donde las luces van a estar encendidas las 24 horas del día.

De esta manera, a partir de la información sobre iluminación recogida en el proyecto de ampliación del hospital (López-Fando de Castro & López-Fando Hernando, 2018), la distribución de la carga debida a la iluminación en los distintos tipos de espacio definidos para el modelo a simular se recoge en la siguiente tabla, donde se mostrará el nivel de iluminación por periodo.

Tabla 25: Carga de iluminación en los distintos tipos de espacio en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de espacio	W/m ²	Horario
Otros locales y circulaciones	5,41	23-7h 0,8; 7-23h 0,9
Almacenes	6,26	24h: 0,8
Vestuarios	4,79	7-8h 1; 8-14h 0,2; 14-15h 1; 15-22h 0,2; 22-23h 1; 23-7 0,2
Estéril	5,68	23-7h 0,8; 7-23h 0,9



Laboratorios/Farmacia	5,68	0-6h 0,05; 6-7h 0,1; 7-8h 0,3; 8-20h 0,9; 20-21h 0,5; 21-22h 0,3; 22-23h 0,2; 23-0h 0,1
Laboratorios urgencias	5,68	24h: 0,8
BOX	10,39	23-5h 0,5; 5-7h 0,7; 7-19h 0,9; 19-23h 0,7
Hospital de día	6,46	L-V: 7-21h 0,9; 21-22h 0,1
Salas de TAC-RMN-RX	10,32	L-V: 0-6h 0,05; 6-7h 0,1; 7-8h 0,3; 8-20h 0,9; 20-21h 0,5; 21-22h 0,3; 22-23h 0,2; 23-0h 0,1
Espera Urgencias	4,31	24h: 0,9
Espera	3,10	23-7h 0,7; 7-23h 0,9
Consultas urgencias	13,38	24h: 0,9
Consultas	13,38	L-V: 7-15h 1
Preparación quirófanos	5,89	L-V: 8-15h 0,9; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2
Quirófanos	22,55	L-V: 8-15h 0,9; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2
Salas de Trabajo	5,68	0-6h 0,05; 6-7h 0,1; 7-8h 0,3; 8-20h 0,9; 20-21h 0,5; 21-22h 0,3; 22-23h 0,2; 23-0h 0,1

9.4.3 Carga de equipamiento

Mediante la carga de equipamiento, se va a modelar el aporte de energía debido al funcionamiento de los distintos equipamientos eléctricos y electrónicos que conforman el hospital. Este tipo de carga va a tener una gran importancia debido a que, en el hospital, además de aparecer dispositivos de pequeño tamaño tales como ordenadores o el equipamiento de boxes, van a aparecer equipos de mayor potencia como serían los empleados en los distintos laboratorios del hospital o en salas como las de rayos o quirófanos.

En la memoria del proyecto de ampliación del hospital se recogen los valores de carga interna para algunos de los principales equipamientos de diagnóstico y tratamiento, así como el empleado en salas de consulta, talleres o despachos donde se considerará al menos la potencia disipada por un ordenador (López-Fando de Castro & López-Fando Hernando, 2018). Todos estos valores se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 26: Principales valores de la carga disipada por equipamiento en la ampliación. Fuente: Proyecto Básico y de Ejecución Fase I Ampliación y Reforma Cabueñes Hospital Universitario (CAHU), Gijón, Principado de Asturias.

Local	Carga máxima disipada
Ecógrafo	1500 W
Box urgencias	350 W
RCP	1400 W
Sala examen radiología convencional	6900 W
Sala examen TAC	6000 W



Sala control TAC	2000 W
Sala examen RNM	3000 W
Sala control RNM	575 W
Sala equipos RNM	5500 W
Box UCI	500 W
Sala de reunión (administración)	11 W/m ²
Consultas, despachos y talleres	350 W

El resto de los valores se obtuvieron a partir de los anexos del propio proyecto de ampliación, concretamente del referente a los cálculos de climatización, y los valores referidos a espacios tales como laboratorios o zonas de esterilización, se calcularon a partir del documento *Large Hospital 50% Energy Savings: Technical Support Document* del Departamento de Energía de los Estados Unidos (Bonnema, Studer, Parker, Pless, & Torcellini, 2010), donde se dan valores tipo para las cargas de equipamiento para hospitales.

Con todo esto, las cargas internas debido al funcionamiento de los equipos del hospital para cada uno de los tipos de espacio definidos en el modelo a simular, así como sus niveles y horarios, se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 27: Carga de equipamiento en los distintos tipos de espacio en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de espacio	W/m ²	Horario
Estéril	53,82	21-5h 0,5; 5-7h 0,8; 7-19h 1; 19-21h 0,8
Laboratorios/Farmacia	32,3	20-8h 0,4; 8-19h 0,9; 19-20h 0,65
Laboratorios urgencias	32,3	24h: 0,8
BOX	21,73	24h: 0,9
Hospital de día	5,34	L-V: 8-20h 0,9; 20-21h 0,2
Salas de TAC-RMN-RX	107	L-V 21-8h 0,05; 8-18h 0,9; 18-19h 0,65; 19-20h 0,5; 20-21h 0,2
Espera Urgencias	15	19-11h 0,7; 11-19h 0,8
Espera	15	L-V 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ S-D 0,05
Consultas urgencias	19,5	19-11h 0,7; 11-19h 0,8
Consultas	19,5	L-V: 8-15h 1
Preparación quirófanos	6,67	L-V: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2
Quirófanos	24,9	L-V: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2
Salas de Trabajo	10	21-8h 0,05; 8-19h 0,9; 19-20h 0,65; 20-21h 0,4
Instalaciones	30	24h



9.5 Carga de ventilación

Además de todas las cargas internas anteriores, va a ser necesario introducir en el modelo el efecto que van a tener sobre la demanda los distintos sistemas de ventilación del complejo hospitalario debido a los intercambios de flujos de aire entre el interior y el exterior del edificio, provocando una ganancia o pérdida de energía según el momento del año.

Para la definición de este parámetro, se han tomado los valores definidos en el proyecto de ampliación del hospital (López-Fando de Castro & López-Fando Hernando, 2018), donde se recogen los valores de las normas UNE 100713 y UNE 13779 y del ITE 1.1.4.2 del RITE (IDA 1 o IDA 2). Estos valores, teniendo en cuenta la ocupación de la ampliación, se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 28: Ventilación en los distintos tipos de espacio en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de espacio	Ventilación
Otros locales y circulaciones	0,625 l/sm ²
Almacenes	0,83 l/sm ²
Vestuarios	5 ren/h
Estéril	4 l/sm ²
Laboratorios/Farmacia	4 l/sm ²
Laboratorios urgencias	4 l/sm ²
BOX	12 ren/h
Hospital de día	2,07 l/sm ²
Salas de TAC-RMN-RX	2,8 l/sm ²
Espera Urgencias	1,68 l/sm ²
Espera	2,5 l/sm ²
Consultas urgencias	2,2 l/sm ²
Consultas	2,2 l/sm ²
Preparación quirófanos	20 ren/h
Quirófanos	20 ren/h
Salas de Trabajo	2,5 l/sm ²
Instalaciones	5 ren/h
Terrazas	5 ren/h
Cámara Sanitaria	0,5 ren/h



Todos estos valores se introducirán en cada una de las zonas térmicas del edificio en función del tipo de espacio que tengan asignado. No obstante, en lo referido a la Zona Térmica 14 Box urgencias Planta 0, los requerimientos de ventilación son inferiores al del espacio asignado, por lo que su ventilación se fija en 6 ren/h.

En cuanto a los horarios de ventilación, así como a sus niveles, ambos van a estar regulados por la ocupación del edificio, de tal manera que, a la hora de introducir los horarios en la herramienta de simulación, se tendrá en cuenta el porcentaje de ocupación a cada hora del día según el tipo de espacio, controlándose así la cantidad de aire exterior que entra a lo largo del día. En los espacios no habitados referidos a Instalaciones, Terrazas o a la Cámara sanitaria, la ventilación asignada se supone constante durante las 24 horas.

Otro aspecto importante que va a tener una repercusión importante en los resultados de la simulación va a ser el de la aparición de recuperadores de calor.

Según el IDAE, los recuperadores de calor del aire de extracción son equipamientos que forman parte de los sistemas de climatización que permiten mantener una adecuada calidad del aire interior sin penalizar energéticamente los sistemas de adecuación higrotérmica del aire impulsado a los locales. Estos intercambiadores van a permitir utilizar el calor sensible y latente residual del propio proceso, consiguiendo así reducir la central energética o costes de inversión y el consumo de energía o costes de explotación (Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración, 2012).

En el caso del proyecto de ampliación, para las distintas unidades de tratamiento de aire, se van a utilizar recuperadores de placa de flujos cruzados y los recuperadores rotativos entálpicos de rueda entálpica.

Los recuperadores de placas se corresponden con intercambiadores estáticos constituidos por una carcasa de forma rectangular abierta por sus extremos cuya sección transversal aparece dividida en múltiples pasajes en una configuración celular que está formada por una matriz de placas de diferentes materiales, de tal forma que cada dos placas adyacentes forman un pequeño conducto para la circulación del aire de extracción o impulsión. De esta manera, el aire de impulsión pasa a través de un lado de la placa y el de extracción por el otro, realizándose el intercambio de calor pertinente entre ambos flujos y produciéndose en un funcionamiento normal del recuperador, una variación de la temperatura manteniéndose la humedad específica constante (aunque en condiciones particulares podría aprovecharse el calor latente).



Este tipo de intercambiadores pueden ser de flujo cruzado o de flujo paralelo y en el caso del proyecto, se van a utilizar recuperadores de acero inoxidable del primer tipo de tal manera que estos evitarían la mezcla entre las corrientes de aire, permitiendo la recuperación de calor sensible entre corrientes.

En cuanto a los recuperadores rotativos, estos están formados por una carcasa que contiene una rueda o tambor que gira y que está construida por un material permeable al aire y resistente a la abrasión, de tal forma que aparecen dos sectores que separan el flujo de aire exterior del de impulsión. Según las características higroscópicas del rotor, estos intercambiadores pueden ser de calor sensible o de calor sensible y latente (entálpicos), utilizándose los segundos en el proyecto de ampliación del hospital, de tal manera que en los recuperadores definidos en el proyecto se va a producir una variación de la humedad y de la temperatura del aire al tomarse vapor de agua de la corriente de aire más húmeda y cederse a la corriente más seca.

A continuación, se recogen en la siguiente tabla el factor de recuperación de calor latente y sensible según corresponda en las distintas zonas térmicas de la ampliación.

Tabla 29: Factores de recuperación de calor en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

Zona Térmica	Factor de recuperación de calor sensible [%]	Factor de recuperación de calor latente [%]
Zona Térmica 1 Conexiones Sótano -2	76	-
Zona Térmica 2 No climatizado	-	-
Zona Térmica 3 Vestuarios 1 Sótano -1	78	-
Zona Térmica 4 Estéril Sótano -1	77	-
Zona Térmica 5 Vestuarios urgencias Sótano -1	75	-
Zona Térmica 6 Farmacia Sótano -1	77	-
Zona Térmica 7 Almacenes Medicamentos Sótano -1	77	-
Zona Térmica 8 Conexiones Sótano -1	82	-
Zona Térmica 9 Despachos Radiología Planta 0	79	-
Zona Térmica 10 Radiología Planta 0	79	-
Zona Térmica 11 Espera Radiología Planta 0	78	78
Zona Térmica 12 Conexiones y otros locales	76	-



Planta 0		
Zona Térmica 13 Espera urgencias Planta 0	78	79
Zona Térmica 14 Box urgencias Planta 0	78	-
Zona Térmica 15 Consultas urgencias Planta 0	75	-
Zona Térmica 16 Conexiones Planta 1	76	-
Zona Térmica 17 Conexiones Planta 2 1	77	-
Zona Térmica 18 Consultas Planta 2 1	78	-
Zona Térmica 19 Consultas Planta 2 2	75	-
Zona Térmica 20 Espera Planta 2	77	-
Zona Térmica 21 Consultas Planta 2 3	77	-
Zona Térmica 22 Salas de trabajo Planta 2	80	82
Zona Térmica 23 Consultas Diálisis Planta 2	77	-
Zona Térmica 24 Diálisis Planta 2	78	-
Zona Térmica 25 Conexiones Planta 2 2	77	-
Zona Térmica 26 Preparación 1 Planta 3	76	-
Zona Térmica 27 Quirófanos 1 Planta 3	78	-
Zona Térmica 28 Preparación 2 Planta 3	76	-
Zona Térmica 29 Quirófanos 2 Planta 3	75	-
Zona Térmica 30 Preparación 3 Planta 3	77	-
Zona Térmica 31 Quirófanos 3 Planta 3	75	-
Zona Térmica 32 Ud Cuidados críticos post Planta 3	78	-
Zona Térmica 33 Espera Planta 3	77	-
Zona Térmica 34 URPA 1 Planta 3	76	-
Zona Térmica 35 Médicos de guardia Planta 3	72	-
Zona Térmica 36 Conexiones Planta 3 1	78	-
Zona Térmica 37 Vestuarios Planta 3	77	-
Zona Térmica 38 Conexiones Planta 3 2	75	-
Zona Térmica 39 Conexiones Planta 4	76	-
Zona Térmica 40 Hospital de día oncohematológico Planta 5	78	-
Zona Térmica 41 Consultas oncología Planta 5	78	-



Zona Térmica 42 Espera Planta 5	79	79
Zona Térmica 43 Consultas digestivo/trauma Planta 5	76	-
Zona Térmica 44 Salas de trabajo digestivo/trauma Planta 5	80	82
Zona Térmica 45 Conexiones Planta 5	76	-
Zona Térmica 44 Consultas Planta 5	76	-
Zona Térmica 47 Conexiones Planta 5 2	83	-
Zona Térmica 48 Laboratorios urgencias Planta 5	77	-
Zona Térmica 49 Bioquímica Planta 5	77	-
Zona Térmica 50 Microbiología Planta 5	77	-
Zona Térmica 51 Box Planta 6	78	-
Zona Térmica 52 Conexiones Planta 6	76	-
Zona Térmica 53 Salas de trabajo Planta 6	81	83
Zona Térmica 54 Médicos de guardia Planta 6	77	-
Zona Térmica 55 Conexiones Planta 7	76	-
Zona Térmica 56 Conexiones Planta 8	76	-

Además de los efectos que puede tener la ventilación en el valor de la demanda de la ampliación, el sistema de ventilación va a poseer una serie de ventiladores que, al mover el aire por los distintos conductos, van a disipar energía térmica que se considerará como una carga interna que tendrá efecto tanto en la demanda de refrigeración como de calefacción. Esto va a producir un aumento en el primer caso y una disminución en el segundo que, en ciertos momentos, como en aquellos momentos en los que aparezca control de la humedad, puede ser de manera simultánea.

Este incremento o decremento de la demanda de refrigeración o calefacción se producirá según las necesidades del edificio en cada momento del día y la cantidad energía aportada o extraída a cada una de las demandas se asimila al consumo energético de los ventiladores (W_{vent}), que va a depender de la masa de aire movida cada hora en el sistema de ventilación (m_{aire}); de la caída de presión del sistema de ventilación (ΔP_{vent}), donde habría que tener en cuenta la pérdida de carga en conducciones (ΔP_{cond}), la pérdida de carga en recuperadores (ΔP_{rec}), la pérdida de carga



en filtros ($\Delta P_{\text{filtros}}$) y la pérdida de carga en baterías (ΔP_{bat}); de la densidad del aire (ρ_{aire}) y del rendimiento del propio ventilador (η_{vent}).

$$W_{\text{vent}} = \frac{\Delta P_{\text{vent}} \times m_{\text{aire}}}{\eta_{\text{vent}} \times \rho_{\text{aire}}} \quad (9.1)$$

Donde la caída de presión del sistema de ventilación se calcula como:

$$\Delta P_{\text{vent}} = \Delta P_{\text{cond}} + \Delta P_{\text{rec}} + \Delta P_{\text{filtros}} + \Delta P_{\text{bat}} \quad (9.2)$$

En cuanto a los parámetros introducidos en las ecuaciones anteriores, su valor se expresa en el capítulo del cálculo de consumos.

9.6 Datos climáticos

Para modelar el clima de la zona en la que se encuentra el edificio a simular, se va a utilizar un archivo .epw obtenido de la herramienta Metenorm, en el que aparecerá el tiempo meteorológico medio de la zona del Hospital de Cabueñes definido a partir de variables como serían, la temperatura de bulbo seco, la radiación difusa, la radiación global, las precipitaciones, la velocidad del viento o la humedad.

Meteonorm es una base de datos meteorológicos que contiene los datos climáticos para distintas aplicaciones de ingeniería tales como la simulación energética de edificios para todas las localizaciones del mundo, de forma que se podrían obtener datos para un año tipo a partir de la interpolación de medidas de una gran cantidad de meses gracias a sus 8325 estaciones meteorológicas y sus cinco satélites geoestacionarios (Remund, y otros, 2017).

A continuación, se representan algunos de los principales datos meteorológicos de la zona del Hospital de Cabueñes obtenidos mediante la versión 7.2 de Meteonorm.

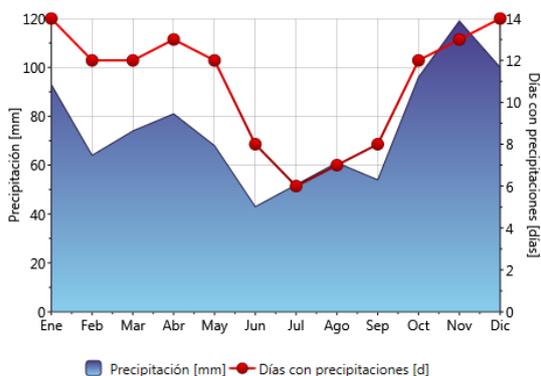


Ilustración 46: Precipitaciones en la zona del Hospital de Cabueñes. Fuente: Meteonorm 7.2.

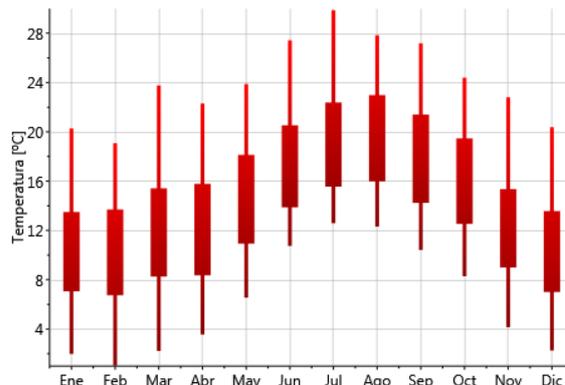


Ilustración 47: Temperaturas en la zona del Hospital de Cabueñes. Fuente: Meteonorm 7.2.

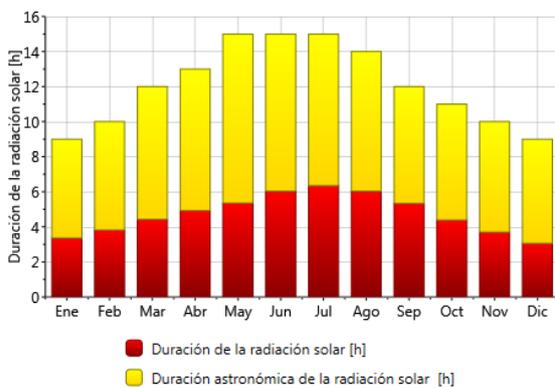


Ilustración 48: Duración de la radiación solar en la zona del Hospital de Cabueñes. Fuente: Meteonorm 7.2.

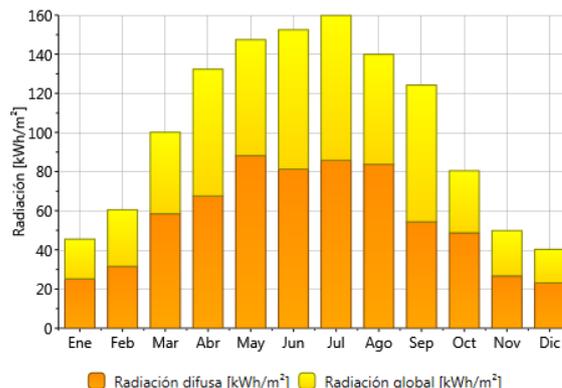


Ilustración 49: Radiación en la zona del Hospital de Cabueñes. Fuente: Meteonorm 7.2.

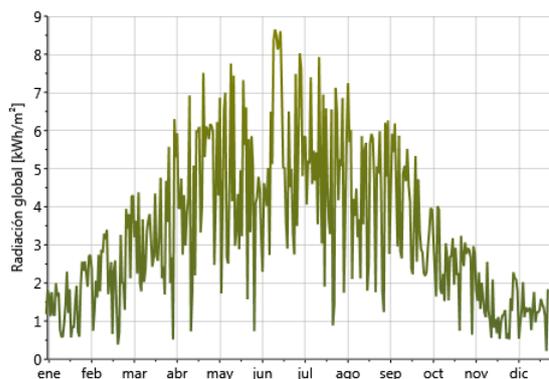


Ilustración 50: Radiación global en la zona del Hospital de Cabueñes. Fuente: Meteonorm 7.2.

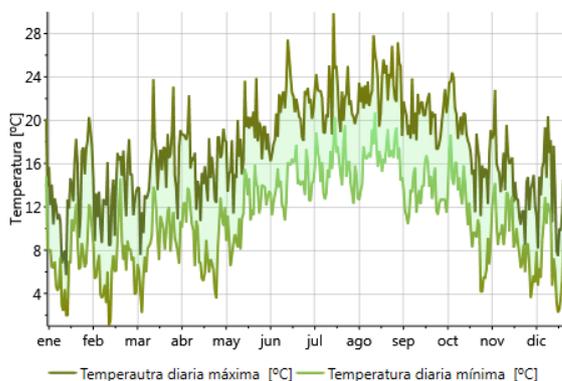


Ilustración 51: Temperatura diaria media en la zona del Hospital de Cabueñes. Fuente: Meteonorm 7.2.



10. RESULTADOS DE LA DEMANDA

Una vez finalizado el modelado constructivo, geométrico y térmico, así como el correspondiente al tiempo meteorológico, se va a obtener tanto la demanda de calefacción como de refrigeración para las distintas zonas térmicas del hospital para las 8760 horas del año.

De esta manera, el valor mensual para cada tipo de demanda, así como el total de toda la ampliación puede apreciarse en la siguiente gráfica.

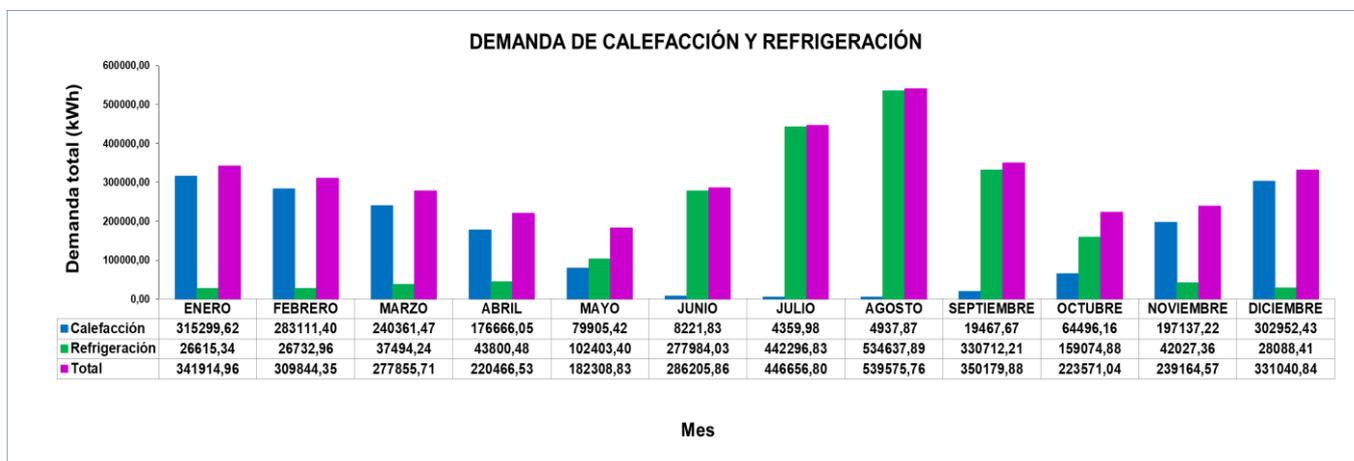


Ilustración 52: Demanda de calefacción y de refrigeración (kWh) en la ampliación del Hospital de Cabueñes. Fuente: Elaboración propia.

Si se expresa esta demanda en valores porcentuales, se obtendría lo siguiente.

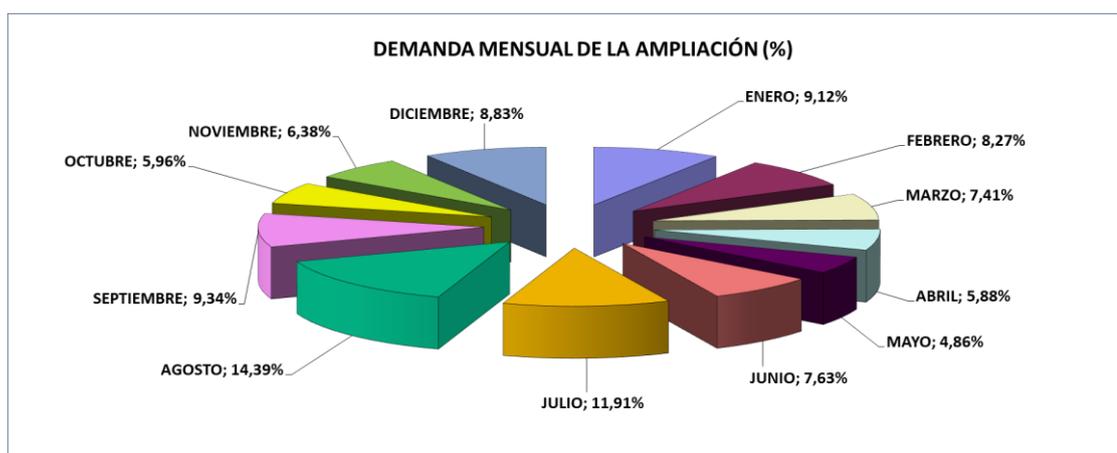


Ilustración 53: Distribución mensual de la demanda (kWh) en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.



Tabla 30: Distribución de la demanda (kWh) de calefacción y refrigeración a lo largo del año. Fuente: Elaboración propia.

Mes	% Calefacción	% Refrigeración
ENERO	92,22%	7,78%
FEBRERO	91,37%	8,63%
MARZO	86,51%	13,49%
ABRIL	80,13%	19,87%
MAYO	43,83%	56,17%
JUNIO	2,87%	97,13%
JULIO	0,98%	99,02%
AGOSTO	0,92%	99,08%
SEPTIEMBRE	5,56%	94,44%
OCTUBRE	28,85%	71,15%
NOVIEMBRE	82,43%	17,57%
DICIEMBRE	91,52%	8,48%
ANUAL	45,27%	54,73%

Como puede apreciarse en las gráficas anteriores y en la tabla superior, va a aparecer una clara tendencia en la evolución la demanda, pues esta va a alcanzar sus valores más elevados en los meses de verano.

Esto es debido a que, para la ampliación, la demanda de refrigeración va a ser más elevada que la de calefacción, de tal forma que, al llegar los meses más calurosos del año, esta aumentaría.

Además de la clara influencia de las condiciones meteorológicas en la demanda, se puede apreciar en la tabla anterior como van a ser de gran importancia las cargas del edificio explicadas en apartados anteriores, pues el porcentaje de calefacción y de refrigeración no se va a distribuir de igual manera entre los meses de invierno y de verano. Así, mientras que en los meses de verano la demanda de refrigeración alcanza valores por encima del 90% de la demanda total, en los meses de invierno la refrigeración se situaría por debajo del 10%, mientras que en el caso de calefacción ocurría lo contrario, llegando en verano a valores casi despreciables inferiores al 1%.

Esta diferencia de porcentajes va a deberse principalmente a las elevadas cargas internas que penalizarían la demanda de refrigeración y disminuirían la de calefacción. No obstante, la demanda de calefacción en invierno no se verá tan reducida en los meses más fríos debido a los elevados valores de ventilación de algunas zonas.



A continuación, se muestran todos los valores indicados anteriormente por unidad de superficie.

Tabla 31: Demanda de la ampliación por superficie. Fuente: Elaboración propia.

Superficie Sin climatizar [m ²]	18882
Superficie Total Climatizada [m ²]	35862
Superficie Total Simulación [m ²]	54744
Demanda Total Calefacción [kWh]	1696917
Demanda Total Calefacción [kWh/m ²] Superficie Zona Climatizada	47,32
Demanda Total Refrigeración [kWh]	2051868
Demanda Total Refrigeración [kWh/m ²] Superficie Zona Climatizada	57,22
Demanda Total [kWh]	3748785
Demanda Total [kWh/m ²] Superficie Zona Climatizada	104,53

10.1 Demanda por planta

Con todo esto, conocida la demanda de toda la ampliación, sería conveniente expresar dicha demanda para las distintas plantas del edificio para tener así una visión general de aquellas zonas con valores más elevados. Estas demandas se recogen en las siguientes gráficas.

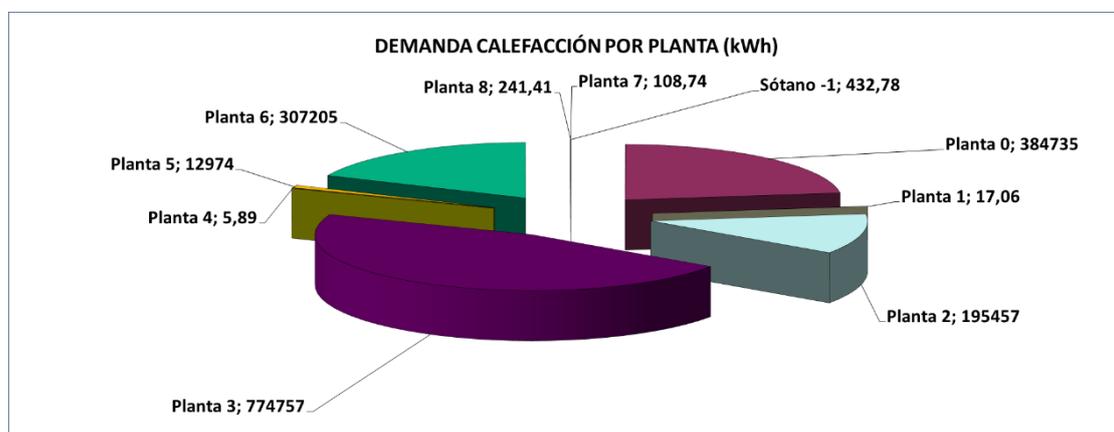


Ilustración 54: Demanda de calefacción (kWh) por planta en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

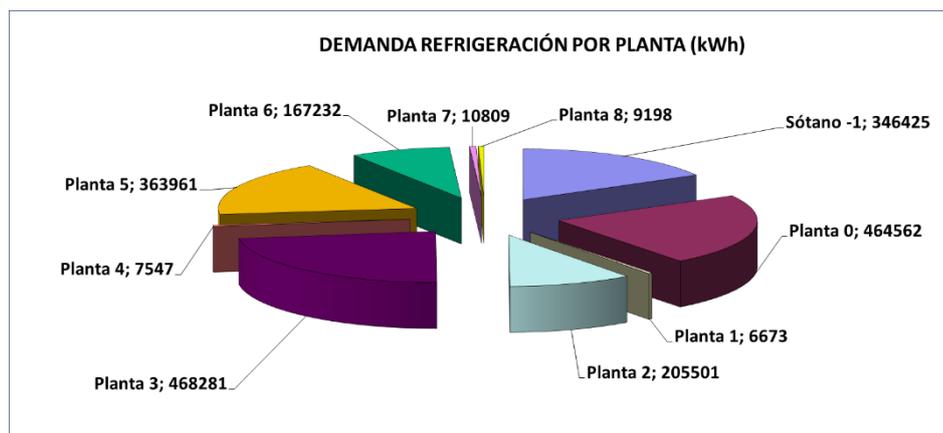


Ilustración 55: Demanda de refrigeración (kWh) por planta en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

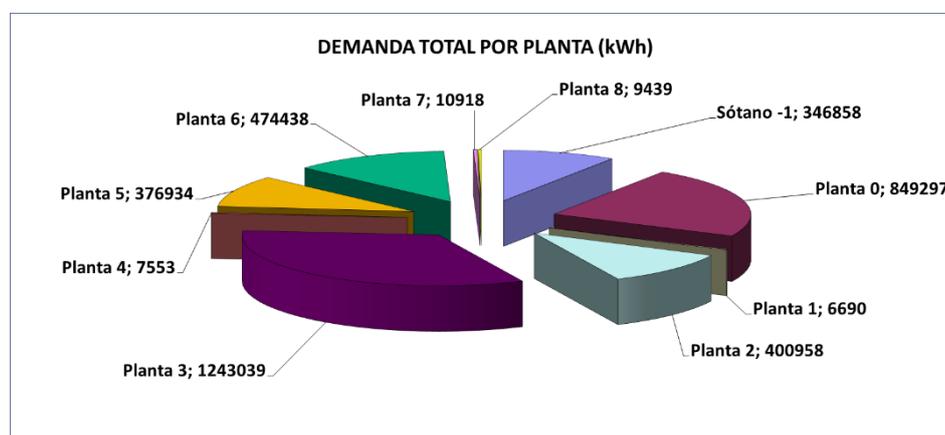


Ilustración 56: Demanda total (kWh) por planta en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

Como puede comprobarse en las tres gráficas anteriores, si se analiza la demanda total o la de calefacción y la de refrigeración por separado, las plantas en las que aparecen los valores más elevados no van a ser las mismas. De esta manera, plantas como la 5 o el Sótano -1, en las que aparece una baja demanda de calefacción, presentan de las demandas más elevadas de refrigeración, mientras que en otras como las plantas 3 o 6 aparece una demanda de calefacción mucho más elevada que la de refrigeración. De esta manera, sería conveniente analizar cada una de las plantas por separado para identificar el origen de estas diferencias.

A continuación, se presenta la demanda para cada una de las plantas que conforman el edificio simulado a excepción de las plantas 1, 4, 7 y 8 pues estas zonas van a tratarse únicamente de pequeños espacios de conexión del núcleo de ascensores utilizados para acceder a espacios no habitados o de instalaciones.



10.1.1 Sótano -1

En esta planta la demanda de calefacción se corresponde con el 0,03% de la total de este tipo, la de refrigeración con el 16,88% de la total de refrigeración y en cuanto a la demanda total de la planta, esta se corresponderá con el 9,25% de la demanda total de la ampliación. De esta manera, la demanda de calefacción va a ser muy pequeña comparada con la de otras plantas, y esto se debe a que en esta planta van a aparecer espacios con elevadas cargas de equipamiento con extensos horarios de funcionamiento como sería los correspondientes a la zona de esterilización o de farmacia. En cuanto a la demanda de refrigeración, esta va a ser la cuarta planta que más demanda de refrigeración presente por los motivos ya nombrados y va a ser superior a la demanda de calefacción en todos los meses del año.

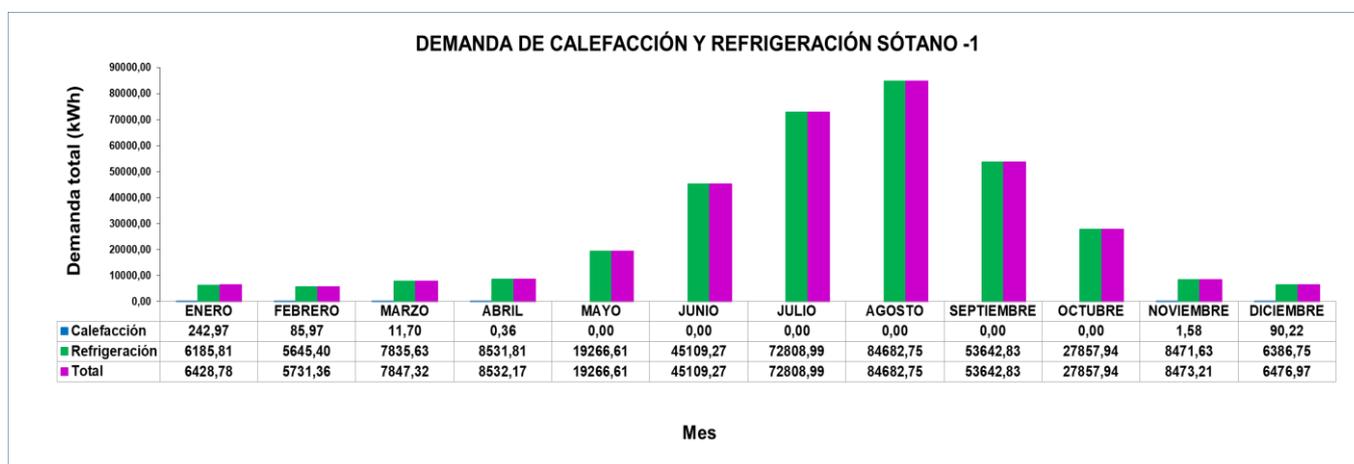


Ilustración 57: Demanda del Sótano -1 (kWh) en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

10.1.2 Planta 0

En la planta baja de la ampliación, se va a alcanzar el 22,67% de la demanda total de calefacción del edificio, el 22,64% de la demanda total de refrigeración y el 22,66% de la demanda total. De esta manera, tanto la demanda de calefacción como la de refrigeración y la total se corresponden con las segundas más elevadas de la simulación.

En esta planta, de noviembre a marzo, esto es, en los meses más fríos del año, la demanda de calefacción va a ser superior a la de refrigeración. Esto se debe a que, en esta planta, van a aparecer zonas como sería la referida al box de urgencias donde los valores de la demanda de calefacción van a ser muy elevados debido a que van a tener un funcionamiento durante las 24 horas con cargas internas no muy elevadas, además de poseer un control de la humedad por vapor que elevaría de forma considerada la demanda. En cuanto a la demanda de refrigeración, esta planta va a poseer el segundo valor más elevado puesto que posee zonas como la correspondiente a radiología con una



elevada carga de equipamientos que elevará la demanda de refrigeración tanto en verano como en invierno.

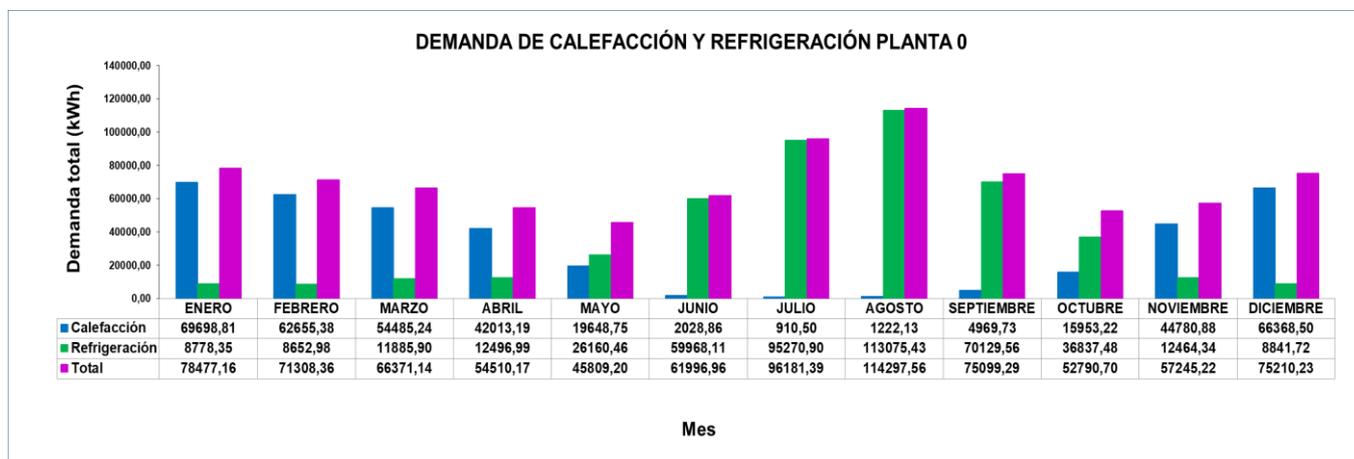


Ilustración 58: Demanda de la Planta 0 (kWh) en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

10.1.3 Planta 2

En la segunda planta de la ampliación, se va a alcanzar un 11,52% de la demanda de calefacción, un 10,02% de la demanda de refrigeración y un 10,70% de la demanda total. En esta planta se alcanzarán valores inferiores a los del resto puesto que la mayoría de los espacios van a estar dedicados a consultas, zonas donde el funcionamiento no es las 24 horas por lo que aparecerá una demanda inferior. Además, debido a esto las cargas internas no van a ser muy elevadas y la demanda de calefacción será más elevada en los meses más fríos y la de refrigeración en los más calurosos.

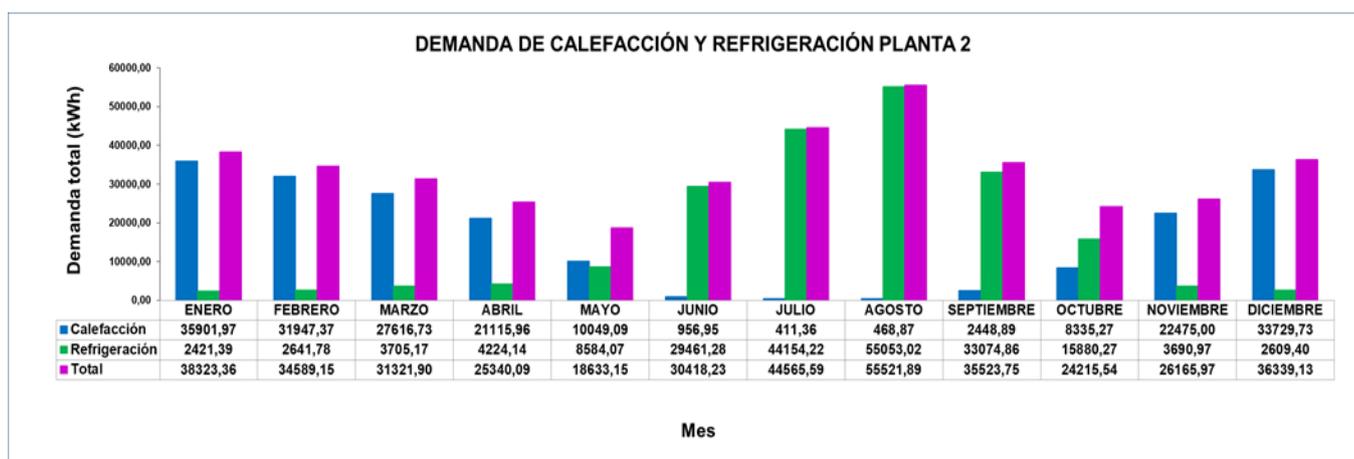


Ilustración 59: Demanda de la Planta 2 (kWh) en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.



10.1.4 Planta 3

En cuanto a la tercera planta de la ampliación, se van a alcanzar los valores más altos de la demanda de calefacción, pues va a aparecer un 45,66% de la total, de refrigeración con un 22,82% de la demanda total de refrigeración y de la total, donde se necesitará un 33,16% de la demanda total de la ampliación.

Esta elevada demanda de calefacción se debe a que van a aparecer en esta planta varias zonas con humectación, teniendo algunas un funcionamiento de las 24 horas del día tal como sería la correspondiente a la Unidad de Cuidados Críticos Postoperatorios. Además, también estarán ubicados en esta planta los quirófanos que, a pesar de tener una elevada carga de equipamientos, poseen una elevada ventilación que elevará las necesidades de calor en los meses más fríos, aunque debido a esa misma carga, en los meses más calurosos también aparecerá una elevada demanda de refrigeración.

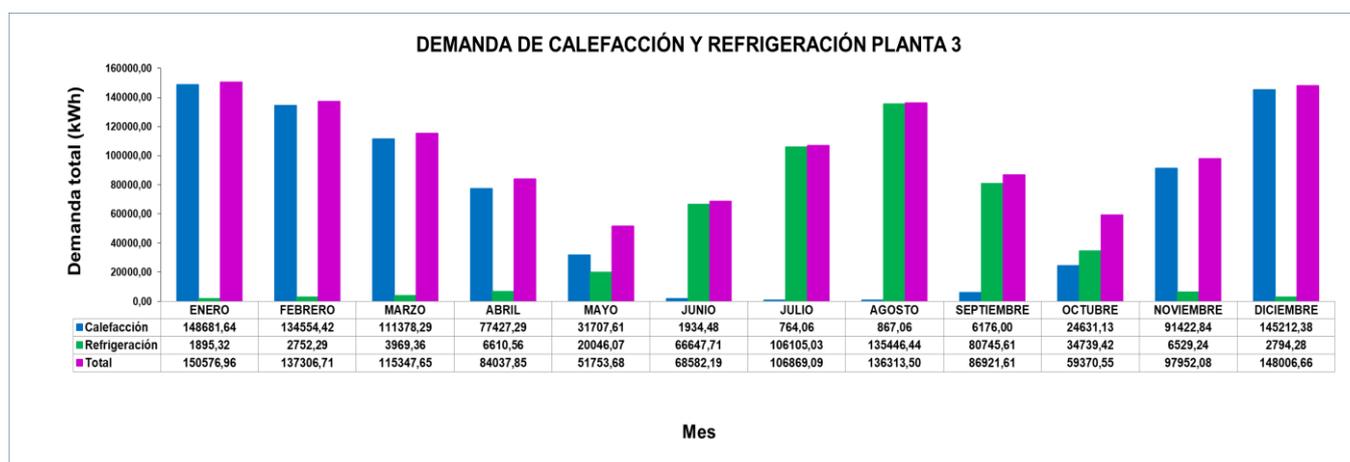


Ilustración 60: Demanda de la Planta 3 (kWh) en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

10.1.5 Planta 5

En la quinta planta del edificio simulado, aparecerá el 0,76% de la demanda de calefacción total, el 17,74% de la de refrigeración y el 10,05% de la demanda total. De esta manera, en esta planta la demanda de calefacción va a ser inferior a la de las plantas anteriores, y esto es debido a que, al igual que en el Sótano -1, aparecen espacios con una elevada carga de equipamiento referida a laboratorios que hará que en sus zonas térmicas correspondientes se reduzca la demanda de calefacción. Debido a esto, en los meses más fríos la demanda de calefacción y de refrigeración van a tener valores muy parecidos, siendo mayor para todos los meses la de refrigeración. Por estas mismas cargas internas, en los meses más calurosos se alcanzarán valores elevados en la demanda de refrigeración.

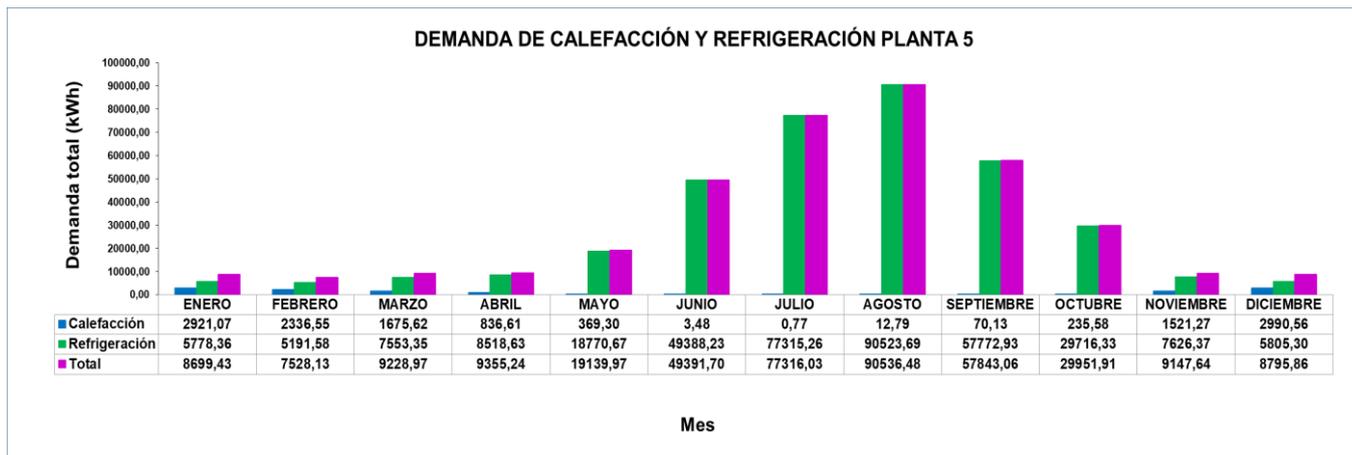


Ilustración 61: Demanda de la Planta 5 (kWh) en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

10.1.6 Planta 6

En cuanto a la Planta 6, se alcanza el 18,10% de la demanda de calefacción total, el 8,15% de la demanda de refrigeración y el 12,66% de la total. De esta manera, a pesar de ser una de las plantas de menor tamaño, va a presentar una demanda de calefacción superior a varias de las plantas anteriores, pues en ella va a aparecer la zona de boxes de UCI, donde además de funcionar las 24 horas del día, se va a disponer de control de la humedad por humectación.

Todo esto puede apreciarse en la siguiente gráfica, donde para los meses más fríos del año, la demanda de calefacción va a ser muy superior a la de refrigeración, ocurriendo lo contrario en los meses más calurosos correspondientes a verano.

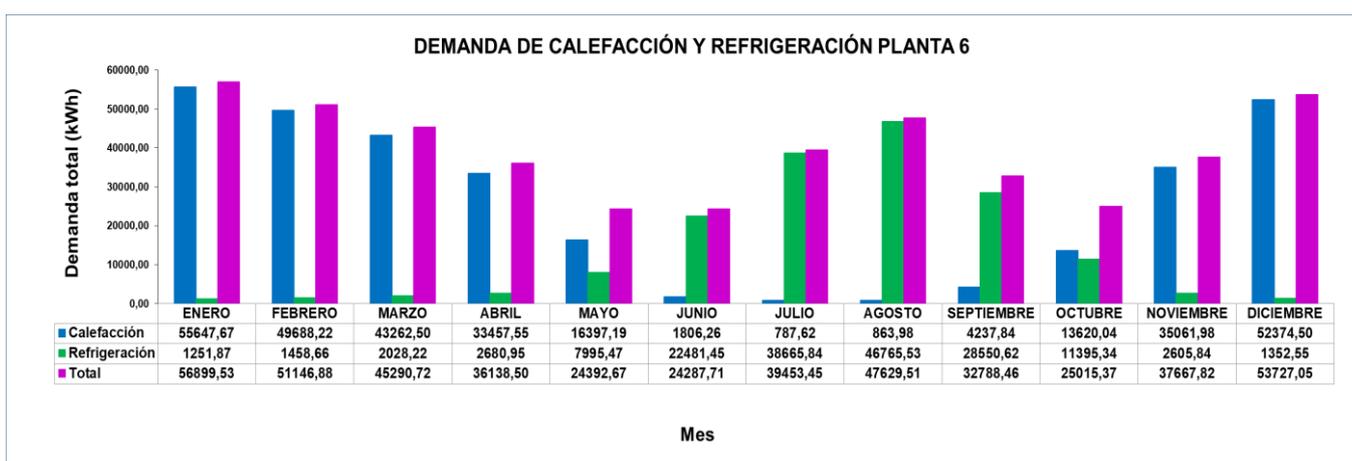


Ilustración 62: Demanda de la Planta 6 (kWh) en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.



10.2 Demanda por zonas

Una vez expuesta la demanda para cada planta, como puede comprobarse en el apartado anterior, los valores más elevados de esta van a deberse a determinadas zonas de la ampliación, por lo que va a ser conveniente explicar la demanda para dichas zonas.

De esta manera, las zonas que poseerían una demanda de calefacción más elevada serían las correspondientes a los espacios Tipo 7 de Box, Tipo 15 Quirófanos o Tipo 14 Preparación quirófanos. En el primero aparecerían zonas térmicas como la de Box urgencias Planta 0, Box Planta 6 (UCI), Ud. Cuidados críticos post. Planta 3, Diálisis Planta 2, o URPA 1 Planta 3, en el segundo aparecerían la de Quirófanos 1, 2, y 3 de la Planta 3 y en la tercera Preparación 1,2,3 de la Planta 3.

En cuanto a la demanda de refrigeración, también van a alcanzar unos valores altos las zonas correspondientes al espacio Tipo 7, como sería la de Box urgencias Planta 0 y la de Ud. Cuidados críticos post. Planta 3. No obstante, las que van a alcanzar un valor más elevado son las del espacio Tipo 4 Estéril, con la Zona Térmica 4, las del Tipo 5 Laboratorios/ Farmacia, como serían Microbiología Planta 5, Farmacia Sótano -1 o Bioquímica Planta 5, y las referidas a Urgencias, tanto las de Laboratorio Urgencias Planta 5 como Consultas urgencias Planta 0.

Además de todas estas zonas, también presentarían una demanda elevada de calefacción algunas de las correspondientes a conexiones, o en el caso de la refrigeración, las de radiología, pues la de Radiología Planta 0 presenta el valor más elevado por unidad de superficie, alcanzando 245,98 kWh/m².

Con todo esto, a continuación, se mostrará la evolución anual de la demanda de los tipos de espacios (en función de la zona térmica) más característicos de un edificio de uso hospitalario cuyo valor sea más elevado y entre los que aparecerán algunos de los definidos anteriormente. El resto de los valores de la demanda para las otras zonas térmica se encuentra en el Anexo II.

10.2.1 Espacio Tipo 7 BOX

Para este tipo de espacio, como ya se ha explicado en este capítulo, se presentarán tanto una demanda de calefacción como de refrigeración elevadas, estando la primera para las diferentes zonas térmicas que lo integran entre 145,05 y 332,57 kWh/m², y la segunda entre los 52,38 y los 83,22 kWh/m².



Tabla 32: Demanda (kWh) para las distintas zonas térmicas del espacio tipo 7 BOX. Fuente: Elaboración propia.

Zona Térmica	Calefacción Anual [kWh]	Calefacción Anual [kWh/m ²]	Refrigeración Anual [kWh]	Refrigeración Anual [kWh/m ²]	Total Anual [kWh]	Total Anual [kWh/m ²]
Zona Térmica 34 URPA 1 Planta 3	147308	332,57	36860	83,22	184168	415,78
Zona Térmica 51 Box Planta 6	306909	331,42	76717	82,84	383626	414,27
Zona Térmica 32 Ud. Cuidados críticos post Planta 3	204588	329,35	51375	82,70	255963	412,05
Zona Térmica 24 Diálisis Planta 2	191508	328,97	48149	82,71	239658	411,68
Zona Térmica 14 Box urgencias Planta 0	383808	145,05	138593	52,38	522402	197,42

Como puede comprobarse en la tabla anterior, estas zonas térmicas van a tener una demanda tanto de refrigeración como de calefacción semejante al pertenecer al mismo tipo de espacio, apareciendo diferencias principalmente en función del tamaño de estas o en el caso del box de urgencias debido a la menor ventilación, pues el valor de las renovaciones a la hora es la mitad del resto de zonas.

A continuación, se presenta la evolución de la demanda en Ud. Críticos post Planta 3 como zona representativa de este tipo de espacio, donde puede apreciarse como la demanda de calefacción será más elevada en invierno y la de refrigeración en verano, apreciándose claramente la influencia de la ventilación.

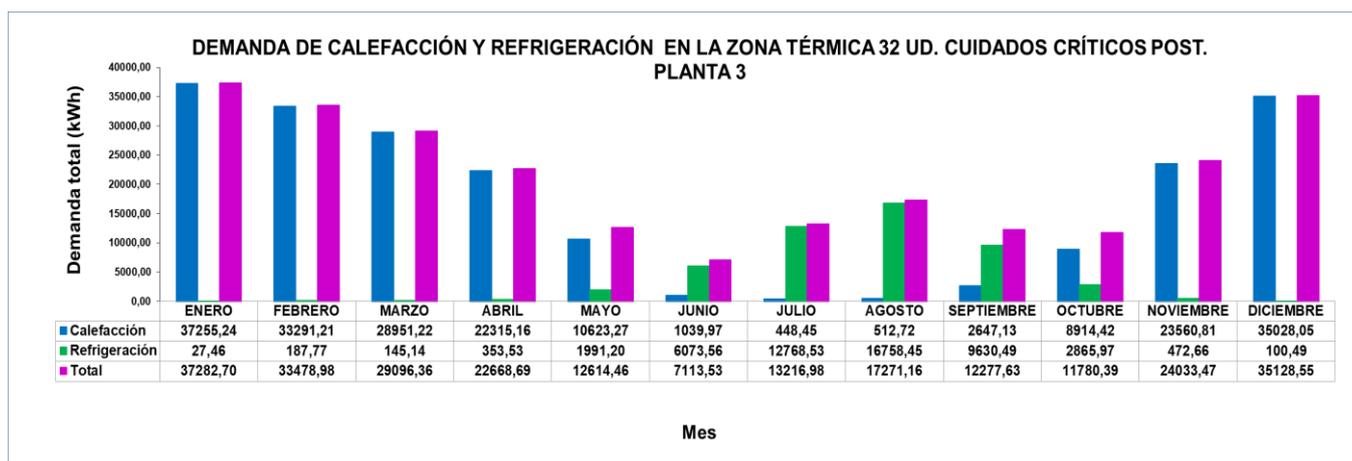


Ilustración 63: Demanda (kWh) de la Zona Térmica 32 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.



10.2.2 Espacio Tipo 15 Quirófanos

En este tipo de espacio, la demanda de calefacción estará comprendida entre 169,32 y 172,57 kWh/m², mientras que en el caso de la correspondiente a la de refrigeración, esta estará entre 115,24 y 117,17 kWh/m², apareciendo pequeñas diferencias entre los valores de la demanda que van a deberse principalmente a la ubicación de dichos quirófanos.

Tabla 33: Demanda (kWh) para las distintas zonas térmicas del espacio tipo 15 Quirófanos. Fuente: Elaboración propia.

Zona Térmica	Calefacción Anual [kWh]	Calefacción Anual [kWh/m ²]	Refrigeración Anual [kWh]	Refrigeración Anual [kWh/m ²]	Total Anual [kWh]	Total Anual [kWh/m ²]
Zona Térmica 31 Quirófanos 3 Planta 3	67568	172,57	45877	117,17	113445	289,73
Zona Térmica 29 Quirófanos 2 Planta 3	64823	172,41	43999	117,03	108823	289,44
Zona Térmica 27 Quirófanos 1 Planta 3	73326	169,32	49906	115,24	123232	284,56

En la siguiente gráfica se muestra la demanda de la Zona Térmica 29 a lo largo del año para mostrar su evolución. Como puede comprobarse, para este caso la demanda de calefacción va a ser superior a la de refrigeración debido a la elevada ventilación de estas zonas térmicas, aunque alcanzarán valores máximos semejantes en sus respectivos meses de demanda más elevada.

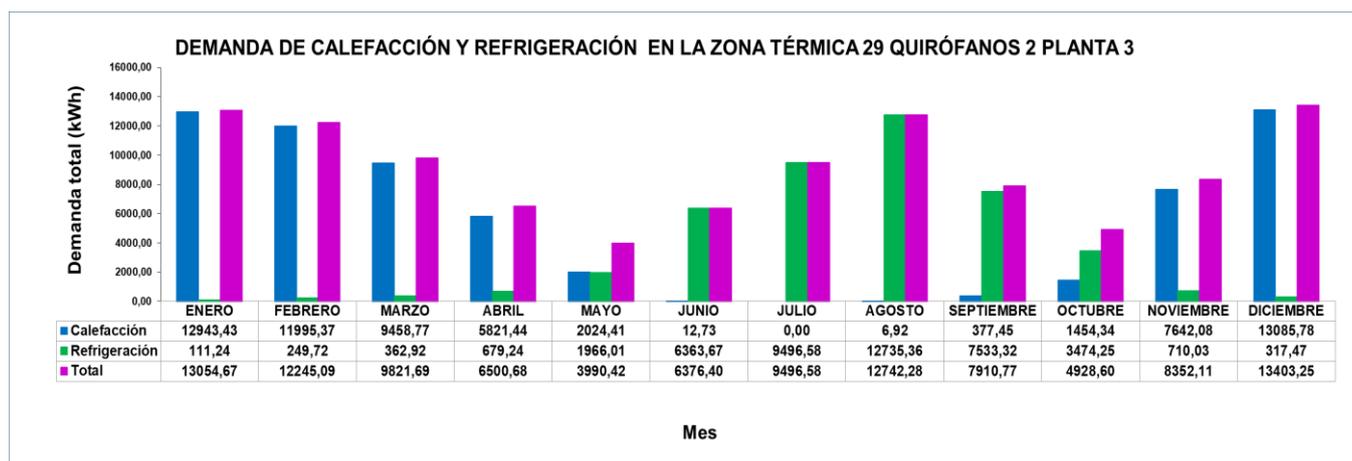


Ilustración 64: Demanda (kWh) de la Zona Térmica 29 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.



10.2.3 Espacios Tipo 4, 5, 6 y 12

En cuanto a los espacios referidos a Estéril, Laboratorios/Farmacia, Laboratorio Urgencias y Consultas Urgencias, se agrupan en este punto debido a que además de presentar las demandas de refrigeración más elevadas, no van a presentar demanda de calefacción en sus respectivas zonas térmicas. Esto va a deberse principalmente a que todas estas zonas van a presentar unas cargas internas de equipamiento con valores muy elevados, que hasta anularían el efecto que tiene la ventilación, que llegaba a ser bastante importante en los espacios explicados anteriormente.

Los valores correspondientes a la demanda de refrigeración se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 34: Demanda de refrigeración (kWh) para las distintas zonas térmicas de los espacios 4,5,6 y 12. Fuente: Elaboración propia

Zona Térmica	Refrigeración Anual [kWh]	Refrigeración Anual [kWh/m ²]
Zona Térmica Estéril Sótano -1	172889	146,12
Zona Térmica 50 Microbiología Planta 5	97763	91,93
Zona Térmica 49 Bioquímica Planta 5	84136	91,38
Zona Térmica 6 Farmacia Sótano -1	83219	108,84
Zona Térmica 15 Consultas urgencias Planta 0	116736	121,87
Zona Térmica 48 Laboratorios urgencias Planta 5	87499	125,63

A continuación, se presenta la evolución a anual de todas las zonas térmicas recogidas en la tabla anterior, donde se puede apreciar el importante aumento de la demanda de refrigeración en los meses más cálidos respecto a los meses más fríos del año.

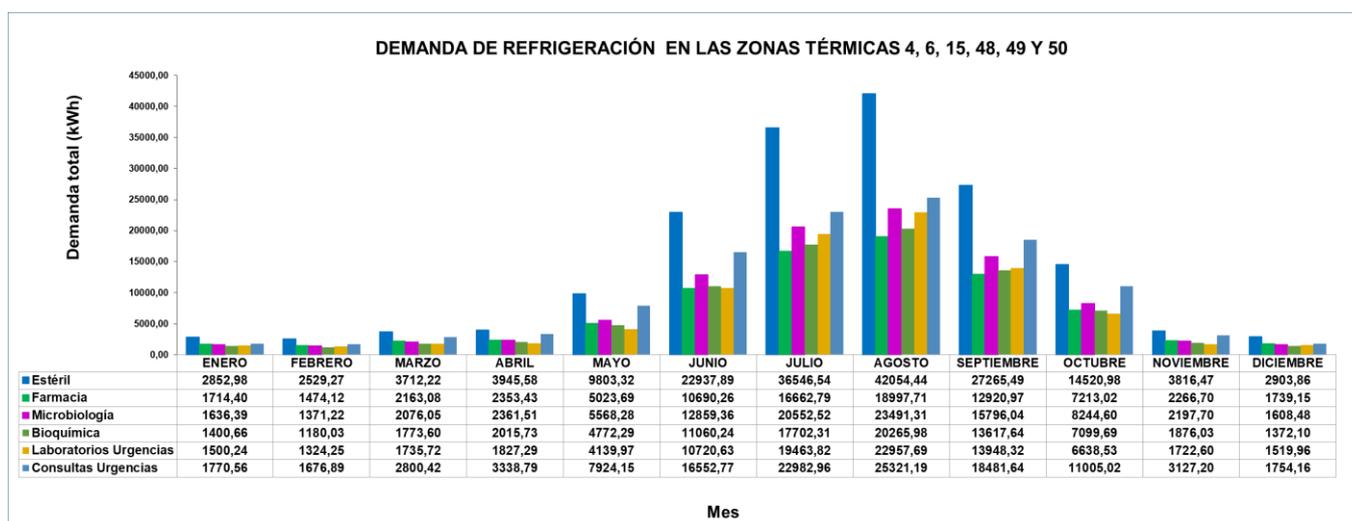


Ilustración 65: Demanda de refrigeración (kWh) de las Zonas Térmicas 4,6,15,48,49 y 50 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.



Como puede comprobarse en la gráfica anterior, para todos los meses la demanda de la zona de Estéril va a ser la más elevada de todo el edificio mientras que para los otros casos, va a depender del momento del año. De esta manera, para el caso de los meses más fríos, las zonas con una mayor demanda de refrigeración van a ser aquellas cuya carga de equipamiento sea superior, mientras que, en el caso de los meses de verano, zonas como la de Consultas Urgencias van a presentar valores más elevados, pudiendo comprobarse en este caso la influencia de la ocupación. Además de estos parámetros, para aquellas zonas con una carga de equipamiento similar, tales como Microbiología, Bioquímica o Farmacia, se aprecia la repercusión de la planta en la que se encuentren, pues mientras que Farmacia presenta valores más elevados de demanda en invierno que las otras dos zonas, en verano va a ocurrir lo contrario.

10.2.4 Espacio Tipo 13 Consultas

Además de todos los espacios anteriores, a pesar de no presentar las demandas más elevadas de la simulación, también se van a mostrar los resultados de las consultas del edificio simulado al tratarse de uno de los espacios más característicos de un hospital.

De esta manera, para las distintas zonas térmicas destinadas a consultas, se muestran a continuación los valores correspondientes a su demanda de calefacción y refrigeración.

Tabla 35: Demanda (kWh) para las distintas zonas térmicas del espacio tipo 13 Consultas. Fuente: Elaboración propia.

Zona Térmica	Calefacción Anual [kWh]	Calefacción Anual [kWh/m ²]	Refrigeración Anual [kWh]	Refrigeración Anual [kWh/m ²]	Total Anual [kWh]	Total Anual [kWh/m ²]
Zona Térmica 21 Consultas Planta 2 3	1315	1,45	25632	28,26	26948	29,71
Zona Térmica 18 Consultas Planta 2 1	1297	1,73	21029	28,08	22325	29,81
Zona Térmica 19 Consultas Planta 2 2	597	0,70	22846	26,81	23443	27,51
Zona Térmica 41 Consultas oncología Planta 5	423	1,57	8411	31,19	8834	32,75
Zona Térmica 43 Consultas digestivo/trauma Planta 5	359	0,73	15822	32,30	16182	33,04
Zona Térmica 23 Consultas Diálisis Planta 2	194	0,83	6920	29,43	7114	30,26
Zona Térmica 46 Consultas Planta 5	143	0,58	7623	30,85	7765	31,43



Como puede comprobarse en la tabla anterior, la principal diferencia que va a haber en estas zonas térmicas es su ubicación, pudiendo apreciarse como aquellas que son interiores presentan menores demandas de calefacción, mientras que las que poseen muro cortina o están en la fachada norte, presentarían valores superiores. En el caso de la refrigeración, se van a presentar valores muy superiores a los de calefacción que serán mayores en la Planta 2.

Puesto que la demanda de calefacción presenta valores bajos y sólo aparece en los meses más fríos, a continuación, se representa la evolución de la demanda de refrigeración a lo largo del año para las distintas zonas térmicas presentadas en la tabla anterior, donde se pueden apreciar los valores más elevados de los meses cálidos.

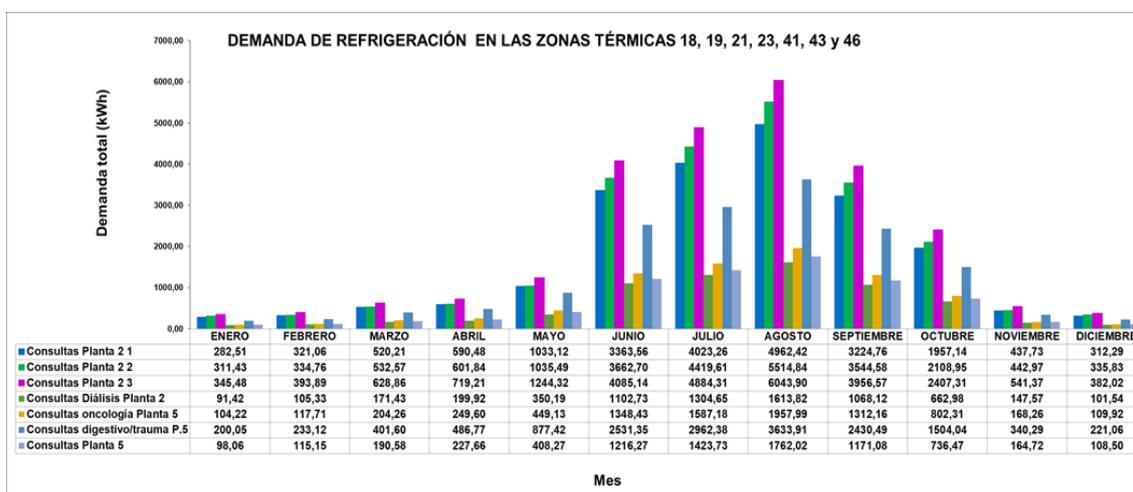


Ilustración 66: Demanda de refrigeración (kWh) de las Zonas Térmicas 18, 19, 21, 23, 41, 43 y 46 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

11. CÁLCULO DE CONSUMOS Y ALTERNATIVAS DE SISTEMAS

Una vez obtenida la demanda tanto de calefacción como de refrigeración, el siguiente paso a llevar a cabo va a ser la obtención del consumo del edificio, esto es, de la energía que se necesitaría para satisfacer dichas demandas.

Para obtener este consumo, se necesitarían definir los distintos sistemas que proporcionarían esta energía, donde teniendo en cuenta una gran diversidad de factores como serían los rendimientos, las pérdidas térmicas o de carga e incluso valores de temperatura, se obtendrían unos valores de energía necesarios para alcanzar las necesidades de confort deseadas en el edificio simulado.

Con todo esto, va a ser necesario analizar en un primer lugar el tipo de sistema de climatización que se utilizaría para realizar el acondicionamiento o control de variables como la humedad y la temperatura en cada una de las zonas térmicas definidas en el edificio, que en nuestro caso será todo aire. No obstante, el objetivo de este apartado no es diseñar los distintos sistemas de climatización, sino que se propone un modelo simplificado para calcular el valor del consumo.

De esta manera, se asimila el sistema de climatización a un sistema todo aire que trataría el aire exterior de ventilación atendiendo las cargas de calefacción y refrigeración en un sistema ideal de baterías. El caudal de aire de ventilación varía siguiendo el perfil de ocupación tal como se detalló en la descripción de la carga de ventilación y una vez tratado se distribuye mediante un sistema de conductos hacia la zona térmica correspondiente. Se incluye la recuperación de calor mediante intercambiadores, los filtros y los ventiladores necesarios para mover el caudal de aire de renovación a través del sistema. El sistema estaría formado por una serie de climatizadores distribuidos a lo largo del edificio con sus respectivos circuitos de distribución.

Los componentes de estos climatizadores se pueden apreciar en el siguiente esquema:

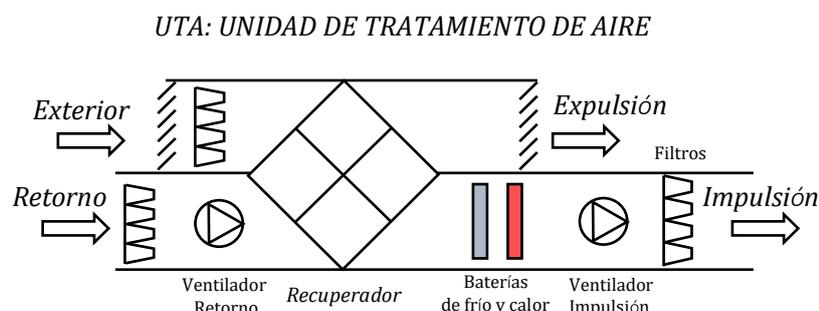


Ilustración 67: Esquema de la unidad de tratamiento de aire que atiende las demandas.

Fuente: Elaboración propia.



Como puede comprobarse en esta distribución modular, van a aparecer dos baterías, una de frío y otra de calor, mediante las cuales se intercambiaría calor entre el aire del climatizador y un fluido (que en este caso será agua) que ganaría o perdería calor según la batería.

En cuanto a las alternativas de sistemas, se estudiarán mediante diferentes unidades de producción de energía que suministrarán en las baterías de calor y de frío la potencia térmica necesaria para atender la demanda correspondiente al periodo de tiempo considerado mediante circuitos de circulación que alimentan con agua fría o caliente las baterías.

De esta manera, para el caso de estudio de este documento, se proponen dos tipos de sistemas de producción distintos, por un lado, uno más convencional compuesto por una caldera y una máquina frigorífica de compresión mecánica con torre de refrigeración, y por otro, uno compuesto por una bomba de calor agua-agua que satisfaría simultáneamente tanto la de demanda de frío como de calor.

Con todo esto, se obtendría tanto la energía térmica como eléctrica que se consumiría en el edificio de ampliación, realizando cálculos para periodos de tiempo de una hora durante un año al presentarse en este formato los datos de la demanda obtenida de la simulación. Una vez hecho esto, a partir de estos valores, se podría determinar la cantidad de energía primaria no renovable y de kilogramos de dióxido de carbono emitidos a la atmosfera

11.1 Sistema 1: Caldera y máquina frigorífica con torre de refrigeración

Como ya se ha explicado en la introducción de este capítulo, el primero de los sistemas de producción de energía va a estar compuesto por una caldera de combustión para la parte de la producción de calor y por una máquina frigorífica compuesta por un ciclo de compresión mecánica con condensación mediante una torre de refrigeración.

En la siguiente imagen, mediante un diagrama de bloques se puede apreciar un sistema simplificado del primero de ellos, esto es, del Sistema 1.

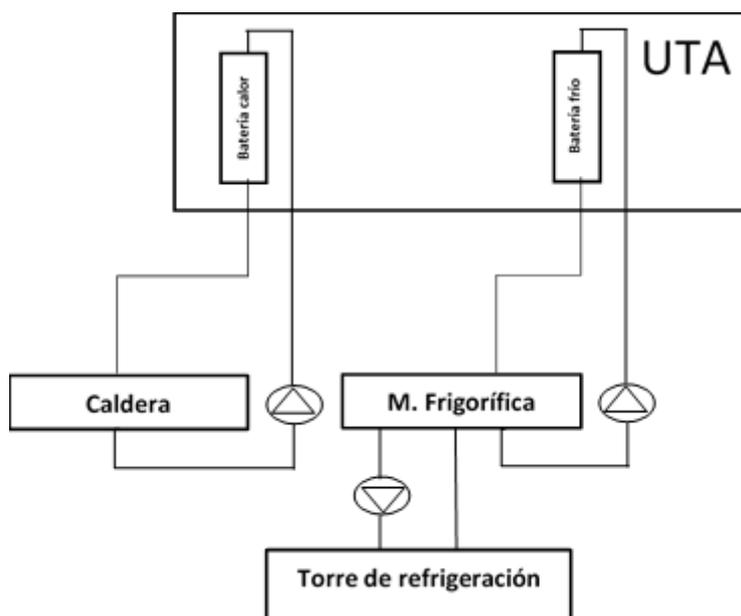


Ilustración 68: Esquema del Sistema 1. Fuente: Elaboración propia.

Como puede comprobarse en el esquema anterior, podríamos dividir el sistema anterior en cuatro subsistemas, que serían la caldera, la máquina frigorífica, la torre de refrigeración y los circuitos de distribución.

De esta manera, siguiendo esta distribución, se van a explicar los distintos elementos que componen el sistema de producción tanto de frío como de calor, desarrollando las ecuaciones que nos permitirían obtener los consumos de energía térmica y eléctrica para esta primera alternativa.

11.1.1 Caldera

El primero de los subsistemas a analizar se corresponde con el elemento destinado a la producción de calor, esto es, la caldera.

Las calderas son los elementos más habituales de generación de calor en las instalaciones de calefacción y en ellas, el calor producido en la combustión se transfiere al agua de la instalación que, en este caso, sería enviada a la batería del climatizador.

De esta manera, la combustión consiste en un proceso de oxidación rápida con desprendimiento de energía entre dos elementos, el combustible, que puede estar en estado sólido, líquido y gaseoso y que suele ser un hidrocarburo, y el comburente, que se corresponde con el oxígeno. Además de estos dos elementos, también tendría que existir una energía de activación para que se llevase a cabo la reacción, sirviendo como desencadenante.



En cuanto a la clasificación de las calderas, esto puede hacerse de la siguiente manera:

- Por el tipo de combustible, que como se ha dicho anteriormente puede ser sólido, líquido o gaseoso, pudiendo incluso utilizarse energía eléctrica.
- Por los servicios cubiertos: puede dedicarse únicamente a calefacción o puede incluir también la producción de ACS.
- Por la limitación de la temperatura del agua de retorno: donde aparecen las calderas estándar (55 °C), las de baja temperatura (35-40 °C) y las de condensación (30-40 °C).
- Por la aportación de aire en la caldera: donde la cámara de combustión puede tomar aire del local donde se encuentra el equipo o del exterior.
- Por la manera de evacuar los gases de combustión: que puede ser por tiro natural o por tiro forzado.

Con todo esto, para obtener el consumo dedicado a la producción de calor, se tomarán los valores horarios de la demanda de calefacción a lo largo del año (Q_{ci}), esto es, la demanda total de calefacción obtenida mediante la simulación (Q_{cal}), para lo que se usa la siguiente ecuación:

$$Q_{cal} = \sum_{i=1}^{56} Q_{ci} \quad (11.1)$$

Una vez hecho esto, para poder calcular el consumo a partir de esta demanda, se tienen que tener en cuenta tanto el rendimiento de la caldera (η_{cal}) como las pérdidas térmicas ocasionadas por las tuberías (ε_{tubCal}), de tal manera que se obtendría mediante la siguiente ecuación, el consumo térmico total del hospital (Q_{th}):

$$Q_{th} = Q_{cal} \times (1 + \varepsilon_{tubCal}) \times \frac{1}{\eta_{cal}} \quad (11.2)$$

En cuanto a los parámetros utilizados para obtener estos consumos, se expondrán en el apartado correspondiente a las hipótesis de cálculo tomadas para los dos sistemas propuestos. Así mismo, el resto de los parámetros de la caldera referidos a las temperaturas o a los sistemas de bombeo, se recogen en el apartado del sistema de distribución.



11.1.2 Máquina frigorífica

Para la producción de frío destinada a la refrigeración del sistema de climatización, la batería de frío va a estar alimentada por una máquina frigorífica compuesta por un ciclo frigorífico de compresión mecánica y una torre de refrigeración.

Un ciclo frigorífico por compresión mecánica está fundamentado en un ciclo inverso de Carnot (máquina frigorífica ideal), por lo que funciona entre dos fuentes de temperatura, una de baja temperatura donde absorbe el calor y otra de alta temperatura donde disipa el calor al medio ambiente, utilizando para todo ello energía mecánica o eléctrica.

De esta manera, los principales componentes de este ciclo serán los que se exponen a continuación (González Sierra, 2013):

- Evaporador: serviría como punto de intercambio de calor con el sistema de distribución que alimenta la batería de frío.
- Tubería de succión: transporta el vapor a baja presión desde el evaporador hasta el compresor.
- Compresor: donde se eleva la temperatura y la presión del vapor para que este pueda ser condensado.
- Tubería de descarga: transporta el vapor desde el compresor hacia el condensador.
- Condensador: donde se transfiere el calor del vapor hacia un medio condensante. En este punto aparecería el circuito de la torre de refrigeración que será explicado en el siguiente apartado.
- Tubería de líquido: transporta el líquido condensado hacia la válvula de expansión y hacia el evaporador.
- Válvula de expansión: donde se reduce la presión del líquido condensado y se regula la cantidad que llega al evaporador.

Todos estos elementos pueden apreciarse en el siguiente esquema simplificado.

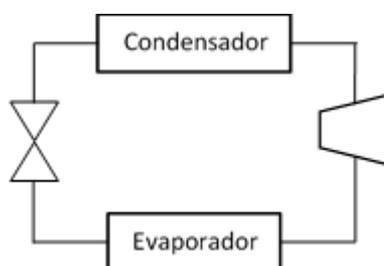


Ilustración 69: Esquema de un ciclo frigorífico por compresión mecánica. Fuente: Elaboración propia.



Una vez explicados los distintos elementos que componen el ciclo, se tienen que definir una serie de ecuaciones que permitirían obtener parte de los consumos eléctricos del sistema. De esta manera, al igual que en el subsistema anterior, lo primero que se tiene que calcular es la demanda total de refrigeración (Q_{ref}), para lo que se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_{ref} = \sum_{i=1}^{56} Q_{fi} \quad (11.3)$$

Con el resultado de esta demanda, y teniendo en cuenta las pérdidas térmicas ocasionadas por las tuberías (ε_{TubRef}), se podría calcular el calor que se absorbe en el evaporador como consecuencia de la carga frigorífica (Q_{ev}):

$$Q_{ev} = Q_{ref} \times (1 + \varepsilon_{TubRef}) \quad (11.4)$$

El otro intercambio de calor importante que se realizaría en este ciclo sería el realizado entre el condensador y el subsistema de la torre de refrigeración, definiéndose el calor que se cedería al exterior del ciclo como (Q_{cond}):

$$Q_{cond} = Q_{ev} \times \left(1 + \frac{1}{EER}\right) \quad (11.5)$$

Como puede comprobarse en la ecuación anterior, al calor de condensación va a ser función de la Relación de Eficiencia Energética o EER (Energy Efficiency Ratio), que definiría la relación entre el frío producido por la máquina frigorífica (Q_{ev}) y la energía consumida para producirlo (W_{comp}), expresándose de la siguiente manera:

$$EER = \frac{Q_{ev}}{W_{comp}} = \frac{Q_{ev}}{Q_{cond} - Q_{ev}} \quad (11.6)$$

Generalmente, en equipos comerciales, el valor de esta relación suele estar indicado, pero en el caso de estudio de este trabajo, puesto que se está modelando un sistema cuyos parámetros no se han escogido de un modelo comercial, se tiene que calcular.



De esta manera, el EER se va a estimar mediante una aproximación al valor máximo teórico que tendría una máquina ideal que funcionase con un ciclo ideal de Carnot mediante un factor de aproximación ζ_C , obteniendo lo siguiente:

$$EER_t = \zeta_C \times EER_{Carnot} \quad (11.7)$$

$$EER_{Carnot} = \frac{T_f}{T_c - T_f} \quad (11.8)$$

Donde T_c y T_f van a ser la temperatura absoluta del fluido de enfriamiento o depósito de calor y la temperatura absoluta de fluido enfriado o depósito frío respectivamente, que se calculan en función de las temperaturas de ida y retorno a la batería ($T_{idaBatRef}$ y $T_{retornoBatRef}$), de las temperaturas de ida y retorno a la torre ($T_{idaTorre}$ y $T_{retornoTorre}$), del incremento de temperatura en el evaporador y en el condensador (ΔT_{evap} y ΔT_{cond}), de la temperatura húmeda del exterior (T_{HumExt}) y de la aproximación de la torre ($Aprox_{Torre}$):

$$T_f = \frac{T_{idaBatRef} + T_{retornoBatRef}}{2} - \Delta T_{evap} \quad (11.9)$$

$$T_c = \frac{T_{idaTorre} + T_{retornoTorre}}{2} + \Delta T_{cond} \quad (11.10)$$

$$T_{retornoTorre} = T_{HumExt} - Aprox_{Torre} \quad (11.11)$$

Con todo esto, como se ha explicado al inicio de este apartado, para que funcione el ciclo frigorífico se necesitaría un suministro de energía mecánica o eléctrica, y esto se va a realizar mediante el compresor, por lo que sin tener en cuenta el consumo en bombas, el consumo eléctrico de la máquina frigorífica (W_{elFrio}) sería el de dicho



compresor (W_{comp}), que teniendo en cuenta su rendimiento eléctrico (η_{elComp}), se calcula con la siguiente ecuación.

$$W_{comp} = \frac{Q_{ev}}{EER} \quad (11.12)$$

$$W_{elFrio} = \frac{W_{comp}}{\eta_{elComp}} \quad (11.13)$$

El resto de los consumos del sistema de refrigeración se van a explicar en sus apartados correspondientes, así como los conceptos introducidos sobre la torre de refrigeración. En cuanto a los parámetros introducidos en estas ecuaciones, al igual que ocurría en el apartado anterior, se van a indicar en el apartado correspondiente a la hipótesis de cálculo.

11.1.3 Torre de refrigeración

Como se explicó en el apartado anterior, la máquina frigorífica está compuesta por un ciclo frigorífico por compresión mecánica, ciclo que posee un condensador que debe disponer de un suministro continuo de agua fría, por lo que se necesitará una torre de refrigeración.

Una torre de refrigeración es un sistema mecánico destinado a enfriar masas de agua en procesos que requieren una disipación de calor, estando normalmente asociados a sistemas de refrigeración (Marcó Gratacós, Martí Costa, Martín Zorraquino, Pastor Pérez, & Rodríguez Tarodo, s.f.).

El enfriamiento de estos equipos se basa en la evaporación, esto es, el equipo produce una nube de gotas con el agua caliente que llega del condensador por pulverización o por caída libre que se pone en contacto con una corriente de aire tras atravesar un relleno, que sirve para mantener este contacto el mayor tiempo posible. De esta manera, aparece una evaporación superficial de una parte del agua debido al contacto con el aire que da lugar al enfriamiento del resto del agua, que se recoge en una balsa inferior, donde estará a una temperatura inferior a la de climatización. Desde esta balsa, se movería el agua de condensación hasta el condensador, donde el gas refrigerante se condensaría, volviendo el agua del circuito de la torre otra vez hacia la parte superior de esta donde se llevaría a cabo el proceso de pulverización anteriormente descrito.



Este tipo de equipos pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Según el tipo de tiro: donde aparecen las torres de tiro inducido, que poseerían el ventilador en la descarga, o los de tiro forzado, donde el ventilador aparecería en uno de los laterales de la envolvente.
- Según el tipo de circuito: que puede ser abierto, donde aparece un relleno donde se pulveriza el agua, o cerrado, que sustituye el relleno por una batería de serpentines que permite la circulación por su interior del líquido a refrigerar.

Respecto a los principales parámetros de la torre de refrigeración, se podrían definir aquellos que expresan la diferencia entre las temperaturas de este elemento:

- Aproximación: es la diferencia entre la temperatura del agua que sale de la torre y la temperatura de bulbo húmedo del aire que llega a la torre.
- Rango: es la diferencia entre la temperatura del agua que entra en la torre y la que saldría de esta.

En cuanto a la representación del circuito del subsistema referido a la torre de refrigeración y que estaría conectado a la máquina frigorífica mediante el condensador, se recoge en el siguiente esquema.

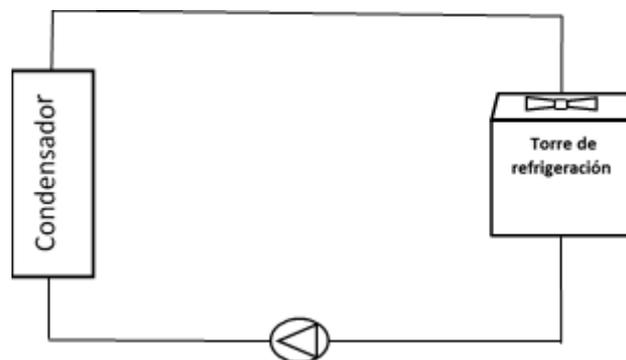


Ilustración 70: Esquema del circuito de la torre de refrigeración. Fuente: Elaboración propia.

Con todo esto, los principales consumos eléctricos para este subsistema van a ser el referido al ventilador de la torre y al de la bomba de circulación.

El consumo del ventilador de la torre de refrigeración ($W_{\text{ventTorre}}$) va a depender del calor evacuado por el condensador (Q_{cond}), del cambio de la entalpía entre el aire de salida de la torre (h_{aireSal}) y del de entrada que viene del exterior (h_{aireExt}), de la caída de presión dentro de la torre ($\Delta P_{\text{aireTorre}}$), de la densidad del aire (ρ_{aire}) y del rendimiento del propio ventilador ($\eta_{\text{ventTorre}}$), obteniendo lo siguiente.



$$W_{ventTorre} = \frac{\Delta P_{aireTorre} \times Q_{cond}}{\eta_{ventTorre} \times \rho_{aire} \times (h_{aireSal} - h_{aireExt})} \quad (11.14)$$

En cuanto al consumo de la bomba de circulación ($W_{bombTorre}$), este va a depender de la gravedad (g), de las pérdidas de carga del circuito (ΔH_{torre}), del calor evacuado por el condensador (Q_{cond}), del rendimiento de bombeo ($\eta_{bombTorre}$), del calor específico del agua (C_p) y del salto de temperatura dentro de la torre (ΔT_{torre}), que a su vez depende de la temperatura de ida hacia la torre ($T_{idaTorre}$) y de la de retorno ($T_{retornoTorre}$), obteniendo lo siguiente:

$$W_{bombTorre} = \frac{g \times \Delta H_{torre}}{\eta_{bombTorre}} \times \frac{Q_{cond}}{C_p \times \Delta T_{torre}} \quad (11.15)$$

$$\Delta T_{torre} = T_{idaTorre} - T_{retornoTorre} \quad (11.16)$$

Todos los parámetros introducidos en estas ecuaciones se van a indicar en el apartado correspondiente a la hipótesis de cálculo.

11.1.4 Circuitos de distribución

Además de todos los consumos anteriores, también se tendrían que tener en cuenta el de los distintos circuitos de distribución que llevan los fluidos desde la caldera y la máquina frigorífica hasta las baterías del climatizador.

Este consumo eléctrico va a aparecer principalmente debido a los equipos de bombeo, por lo que se obtendría el consumo debido a la bomba del circuito de calor y el referido a la bomba del circuito de frío.

En cuanto al consumo debido a la bomba del circuito de calor ($W_{bombCal}$), este va a depender de la gravedad (g), de las pérdidas de presión del circuito (ΔH_{cal}), de la demanda total de calefacción (Q_{cal}), de las pérdidas térmicas ocasionadas por las tuberías (ϵ_{tubCal}), del rendimiento de bombeo ($\eta_{bombCal}$), del calor específico del agua (C_p) y del salto de temperatura en la batería de calor (ΔT_{cal}), que a su vez depende de la temperatura de ida hacia la batería ($T_{idaBatCal}$) y de la de retorno de esta ($T_{retornoBatCal}$) obteniendo lo siguiente.



$$W_{bombCal} = \frac{g \times \Delta H_{cal}}{\eta_{bombCal}} \times \frac{Q_{cal} \times (1 + \varepsilon_{TubCal})}{Cp \times \Delta T_{cal}} \quad (11.17)$$

$$\Delta T_{cal} = T_{idaBatCal} - T_{retornoBatCal} \quad (11.18)$$

Por otro lado, el consumo debido a la bomba del circuito de frío ($W_{bombRef}$), va a depender de la gravedad (g), de las pérdidas de presión del circuito (ΔH_{ref}), del calor que se absorbe en el evaporador como consecuencia de la carga frigorífica (Q_{ev}), de las pérdidas térmicas ocasionadas por las tuberías (ε_{tubRef}), del rendimiento de bombeo ($\eta_{bombRef}$), del calor específico del agua (Cp) y del salto de temperatura en la batería de frío (ΔT_{ref}), que a su vez depende de la temperatura de ida hacia la batería ($T_{idaBatRef}$) y de la de retorno de esta ($T_{retornoBatRef}$) obteniendo lo siguiente:

$$W_{bombRef} = \frac{g \times \Delta H_{ref}}{\eta_{bombRef}} \times \frac{Q_{ev}}{Cp \times \Delta T_{ref}} \quad (11.19)$$

$$\Delta T_{ref} = T_{idaBatRef} - T_{retornoBatRef} \quad (11.20)$$

Todos los parámetros introducidos en estas ecuaciones se van a indicar en el apartado correspondiente a la hipótesis de cálculo.

11.2 Sistema 2: Bomba de calor agua-agua

El segundo de los sistemas propuestos para obtener el consumo de la ampliación del hospital va a ser una bomba de calor agua-agua.

Una bomba de calor es una máquina térmica capaz de absorber el calor de un depósito frío y cederlo a un depósito caliente mediante el aporte de trabajo desde el exterior con una gran eficiencia, esto es, la cantidad de energía consumida es relativamente pequeña en comparación con la energía desprendido. Esta va a clasificarse en función del tipo de medio del que extrae calor o depósito frío y del medio al que se cede el calor o depósito caliente, apareciendo de esta manera los siguientes tipos: bomba de calor aire-aire, bomba de calor aire-agua, bomba de calor agua-aire, bomba de calor agua-agua, bomba de calor tierra-aire y bomba de calor tierra-agua.

Con todo esto, el sistema propuesto se puede apreciar en el siguiente esquema.

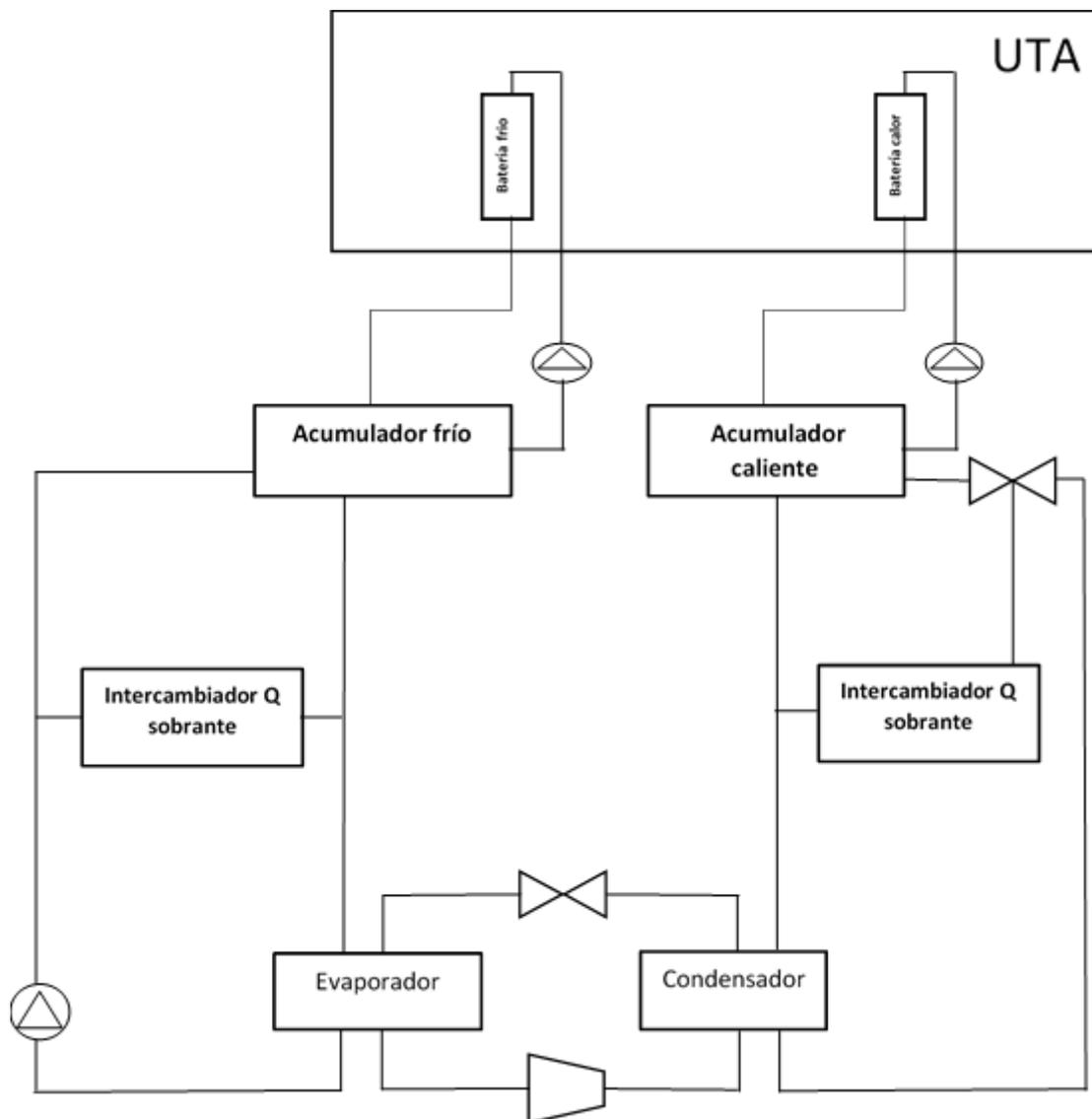


Ilustración 71: Esquema del Sistema 2. Fuente: Elaboración propia.

Como puede comprobarse en el esquema anterior, igual que ocurría con la máquina frigorífica, una bomba de calor se asimila a un ciclo de compresión mecánica accionado por un motor o compresor eléctrico y compuesto por un condensador y un evaporador, de tal forma que se cedería el calor al depósito caliente y se absorbería calor desde la fuente fría.

Este ciclo compresión mecánica estaría conectado a dos depósitos acumuladores, uno de agua fría y otro de agua caliente desde los cuales se mandaría agua a las baterías del climatizador. Además, también aparecerían dos intercambiadores de calor que mandarían al ambiente la energía sobrante de los procesos de climatización.



Al igual que en el sistema anterior, habrá que calcular el consumo eléctrico tanto en el compresor como en los distintos elementos que compondrían la instalación, por lo que se tienen que dar unas ecuaciones que, en función de una serie de parámetros cuyo valor se expresará en el apartado de las hipótesis, nos darían la energía consumida en el hospital.

No obstante, este cálculo va a ser más complejo que los anteriores puesto que se utilizará un algoritmo con unas determinadas ecuaciones y condiciones cuyos resultados variarán según las condiciones de funcionamiento. Este algoritmo se puede resolver mediante hojas de cálculo con sus respectivas fórmulas y se explicará a continuación paso a paso de forma detallada.

Lo primero que se va a calcular va a ser el Coeficiente de Funcionamiento o COP (Coefficient Of Performance), que se corresponde con el cociente entre el calor producido (Q_{cond}) por un ciclo de compresión mecánica y la energía consumida para producirlo (W_{comp}). Este coeficiente se puede expresar de la siguiente manera:

$$COP = \frac{Q_{cond}}{W_{comp}} = \frac{Q_{ev}}{Q_{cond} - Q_{ev}} \quad (11.21)$$

Al igual que ocurría en apartados anteriores con el cálculo del EER, en el caso del COP, también se va a estimar mediante la aproximación a un valor máximo teórico a partir de un ciclo ideal de Carnot utilizando un factor de aproximación ζ_c , obteniendo lo siguiente:

$$COP_t = \zeta_c \times COP_{carnot} \quad (11.22)$$

$$COP_{carnot} = \frac{T_c}{T_c - T_f} \quad (11.23)$$

Donde T_c y T_f van a ser la temperatura absoluta del fluido de enfriamiento o depósito de calor y la temperatura absoluta de fluido enfriado o depósito frío respectivamente, que se calculan a partir de las temperaturas en los acumuladores de calor y frío sin aporte de la bomba de calor ($T_{sinapbcAC}$ y $T_{sinapbcAF}$), y de las variaciones de temperatura en el condensador y en el evaporador (ΔT_{cond} y ΔT_{evap}).



$$T_f = T_{sinapbcAF} + \Delta T_{evap} \quad (11.24)$$

$$T_c = T_{sinapbcAC} + \Delta T_{cond} \quad (11.25)$$

En cuanto a las temperaturas en los acumuladores de calor y frío sin aporte de la bomba de calor ($T_{sinapbcAC}$ y $T_{sinapbcAF}$) se van a calcular a partir de la temperatura de ida a las baterías de calor y frío ($T_{idaBatCal}$ y $T_{idaBatRef}$), de las demandas de calefacción y refrigeración (Q_{cal} y Q_{ref}), de las pérdidas térmicas ocasionadas por las tuberías (ε_{TubRef} y ε_{TubCal}), del calor específico del agua (C_p) y de la masa de los acumuladores (M_{ac} y M_{af}).

$$T_{sinapbcAC} = T_{idaBatCal} - \frac{Q_{cal} \times (1 + \varepsilon_{TubCal})}{M_{ac} \times C_p} \quad (11.26)$$

$$T_{sinapbcAF} = T_{idaBatRef} + \frac{Q_{ref} \times (1 + \varepsilon_{TubRef})}{M_{af} \times C_p} \quad (11.27)$$

Con estos valores de temperatura, se va a poder calcular la energía necesaria que se debería aportar o extraer para mantener la masa de los acumuladores de calor o de frío en el rango de temperaturas deseado ($Q_{cNecesario}$ y $Q_{fNecesario}$). No obstante, puede haber situaciones en las que se tenga que aportar o extraer un valor de energía superior a la necesaria, apareciendo de esta manera un valor de la energía máximo para no salir del rango de temperaturas (Q_{cMax} y Q_{fMax}).

En el caso del acumulador de calor, siempre que la temperatura sin aporte de la bomba de calor ($T_{sinapbcAC}$) sea inferior a la temperatura mínima permitida en este acumulador (T_{minAC}), el $Q_{cNecesario}$ se calculará con la ecuación que se muestra a continuación, siendo cero en el caso contrario.

$$Q_{cNecesario} = (T_{minAC} - T_{sinapbcAC}) \times C_p \times M_{ac} \text{ si } T_{sinapbcAC} < T_{minAC} \quad (11.28)$$

$$Q_{cNecesario} = 0 \text{ si } T_{sinapbcAC} > T_{minAC} \quad (11.29)$$



Respecto al valor de la energía máximo que se podría proporcionar al acumulador de calor, este va a depender de la temperatura máxima permitida en este (T_{maxAc}) y se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{cMax} = (T_{maxAc} - T_{sinapbcAc}) \times C_p \times M_{ac} \quad (11.30)$$

De manera semejante, en el caso del acumulador de frío, siempre que la temperatura sin aporte de la bomba de calor ($T_{sinapbcAF}$) sea superior a la máxima permitida en el acumulador (T_{maxAF}), el $Q_{fNecesario}$ se va a calcular mediante la ecuación que se muestra a continuación, siendo el caso contrario cero.

$$Q_{fNecesario} = (T_{sinapbcAF} - T_{maxAF}) \times C_p \times M_{af} \text{ si } T_{sinapbcAF} > T_{maxAF} \quad (11.31)$$

$$Q_{fNecesario} = 0 \text{ si } T_{sinapbcAF} < T_{maxAF} \quad (11.32)$$

Para este caso, el valor de la energía máximo que se podría extraer del acumulador de frío (Q_{fmax}) va a depender de la temperatura mínima permitida en el acumulador (T_{minAf}) y se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{fMax} = (T_{sinapbcAF} - T_{minAf}) \times C_p \times M_{af} \quad (11.33)$$

El siguiente paso va a ser el cálculo de la energía disponible que se puede aportar o extraer en el acumulador de calor (Q_{cDisp}) y en el de frío (Q_{fDisp}). Para esto, se va a necesitar definir la relación entre la energía que se intercambia en el condensador (Q_{cond}) y en el evaporador (Q_{ev}) de la bomba de calor, que se expresará en función del COP. Todo esto viene recogido por las siguientes ecuaciones:

$$\frac{Q_{cond}}{Q_{ev}} = \frac{COP}{COP - 1} \quad (11.34)$$



$$Q_{cDisp} = \frac{Q_{cond}}{Q_{ev}} \times Q_{fNecesario} \quad (11.35)$$

$$Q_{fDisp} = \frac{Q_{ev}}{Q_{cond}} \times Q_{cNecesario} \quad (11.36)$$

Con todos los valores de temperatura y energía calculados mediante las ecuaciones anteriores, podría calcularse la energía aportada al acumulador de calor (Q_c) y la energía absorbida del acumulador de frío (Q_f) para cada uno de los valores de la demanda obtenidos mediante la simulación y según las condiciones de funcionamiento.

Para el caso del acumulador de calor, la energía aportada va a ser:

- Si la energía necesaria ($Q_{cNecesario}$) es mayor que la energía disponible de calor (Q_{cDisp}):

$$Q_c = Q_{cNecesario} \text{ si } Q_{cNecesario} > Q_{cDisp} \quad (11.37)$$

- Si la energía necesaria ($Q_{cNecesario}$) es menor que la energía disponible de calor (Q_{cDisp}), cuando la energía disponible (Q_{cDisp}) sea menor que la máxima energía que se puede aportar al acumulador (Q_{cMax}):

$$Q_c = Q_{cDisp} \text{ si } Q_{cNecesario} < Q_{cDisp} < Q_{cMax} \quad (11.38)$$

Y cuando la energía disponible sea superior a la máxima que se puede aportar:

$$Q_c = Q_{cMax} \text{ si } Q_{cNecesario} < Q_{cDisp} \text{ y } Q_{cDisp} > Q_{cMax} \quad (11.39)$$

En este caso, como se tiene que extraer la energía necesaria en el acumulador frío $Q_{fNecesario}$ pero en el de calor ya no se puede aportar más energía pues se ha llegado al valor máximo, va a aparecer una energía sobrante $Q_{cSobrante}$ que se intercambiará con el exterior y cuyo valor viene dado por la siguiente ecuación.



$$Q_{cSobrante} = Q_{cDisp} - Q_{cMax} \quad (11.40)$$

Una vez obtenida la energía que se aportaría al acumulador de calor, se podría determinar su temperatura final ($T_{finalAC}$) mediante la siguiente ecuación:

$$T_{finalAC} = T_{sinapbcAC} + \frac{Q_c}{M_{ac} \times C_p} \quad (11.41)$$

En el caso del acumulador de frío, la energía extraída va a ser:

- Si la energía necesaria en el acumulador de calor ($Q_{cNecesario}$) es menor que la energía disponible de calor (Q_{cDisp}):

$$Q_f = Q_{fNecesario} \text{ si } Q_{cNecesario} < Q_{cDisp} \quad (11.42)$$

- Si la energía necesaria en el acumulador de calor ($Q_{cNecesario}$) es mayor que la energía disponible de calor (Q_{cDisp}), cuando la energía disponible (Q_{fDisp}) sea menor que la máxima energía que se puede extraer al tanque (Q_{fMax}):

$$Q_f = Q_{fDisp} \text{ si } Q_{cNecesario} > Q_{cDisp} \text{ y } Q_{fDisp} < Q_{fMax} \quad (11.43)$$

Y cuando la energía disponible sea superior a la máxima que se puede extraer:

$$Q_f = Q_{fMax} \text{ si } Q_{cNecesario} > Q_{cDisp} \text{ y } Q_{fDisp} > Q_{fMax} \quad (11.44)$$

En este caso, como se tiene que aportar la energía necesaria en el acumulador de calor $Q_{cNecesario}$ pero en el de frío ya no se puede extraer más energía pues se ha llegado al valor máximo, va a aparecer una energía sobrante $Q_{fSobrante}$ que se intercambiará con el exterior y cuyo valor viene dado por la siguiente ecuación:

$$Q_{fSobrante} = Q_{fDisp} - Q_{fMax} \quad (11.45)$$



Una vez obtenida la energía que se aportaría al acumulador de calor, se podría determinar su temperatura final ($T_{finalAC}$) mediante la siguiente ecuación:

$$T_{finalAF} = T_{sinapbcAF} - \frac{Q_f}{M_{af} \times C_p} \quad (11.46)$$

Con todo esto, se podría calcular la energía necesaria para el funcionamiento de la bomba de calor (W_{elBC}), donde se tendrá en cuenta un rendimiento eléctrico (η_{elBC}), de la siguiente manera:

$$W_{elBC} = \frac{Q_c + Q_{cSobrante}}{COP} \times \frac{1}{\eta_{elBC}} = \left((Q_c + Q_{cSobrante}) - (Q_f + Q_{fSobrante}) \right) \times \frac{1}{\eta_{elBC}} \quad (11.47)$$

Además del consumo eléctrico de a bomba de calor, también habría que considerar el del sistema de bombeo de los circuitos de distribución hacia las baterías de calor y de frío, pero este se va a calcular de la misma manera que en el sistema anterior, por lo que no se van a dar las ecuaciones.

Al igual que en los apartados anteriores, todos los parámetros introducidos en estas ecuaciones se van a indicar en el apartado correspondiente a la hipótesis de cálculo, aunque en el caso de este sistema, se realizará un pequeño análisis paramétrico de algunas de las variables para ver su efecto sobre el consumo.

11.3 Sistema de ventilación

Una vez calculado el consumo eléctrico y térmico para cada uno de los dos sistemas propuestos, habría que calcular el consumo eléctrico de los ventiladores (W_{vent}) encargados de mover el aire en el sistema de ventilación, que será el mismo para ambos sistemas.

Este consumo va a depender de la masa de aire movida cada hora en el sistema de ventilación (m_{aire}); de la caída de presión del sistema de ventilación (ΔP_{vent}), donde habría que tener en cuenta la pérdida de carga en conducciones (ΔP_{cond}), la pérdida de carga en recuperadores (ΔP_{rec}), la pérdida de carga en filtros ($\Delta P_{filtros}$) y la pérdida de carga en baterías (ΔP_{bat}); de la densidad del aire (ρ_{aire}) y del rendimiento del propio ventilador (η_{vent}).

$$W_{vent} = \frac{\Delta P_{vent} \times m_{aire}}{\eta_{vent} \times \rho_{aire}} \quad (11.48)$$



Donde la caída de presión del sistema de ventilación se calcula como:

$$\Delta P_{vent} = \Delta P_{cond} + \Delta P_{rec} + \Delta P_{filtros} + \Delta P_{bat} \quad (11.49)$$

En cuanto a los parámetros introducidos en las ecuaciones anteriores, su valor se expresa en el siguiente apartado.

11.4 Hipótesis de cálculo

Como ya se ha dicho en apartados anteriores de esta memoria, el objetivo de este capítulo no es diseñar un sistema de climatización, si no proponer un modelo simplificado de sistemas reales para de esta manera obtener el consumo de energía de la ampliación.

De esta manera, para los dos sistemas propuestos se desarrollaron una serie de ecuaciones para obtener los distintos consumos en las cuales se tienen que dar una serie de parámetros para así poder resolverlas.

Puesto que no se están utilizando equipamientos comerciales, a la hora de definir estos parámetros, se van a introducir los valores más típicos que puedan aparecer para cada elemento del sistema. Dichos valores se van a obtener de la bibliografía utilizada para la redacción de este proyecto que ya ha sido introducida anteriormente, así como de la experiencia de profesionales en el sector de la climatización a los que se les ha consultado.

Con todo esto, los valores de los parámetros introducidos en las ecuaciones explicadas en apartados anteriores se exponen a continuación para los dos tipos de sistemas y para el sistema de ventilación.

En cuanto al Sistema 1, los valores de los parámetros seleccionados son los siguientes:

- Las pérdidas térmicas ocasionadas por las tuberías de calefacción (ϵ_{tubCal}) se consideran del 4% según RITE.
- El rendimiento de la caldera (η_{cal}) toma el valor del 92%, un valor común en las calderas convencionales.
- Las temperaturas de ida y de retorno a la batería de calefacción ($T_{idaBatCal}$ y $T_{retornoBatCal}$) alcanzan los valores de 70 y 50 °C respectivamente.
- Las pérdidas de carga del circuito de calefacción (ΔH_{cal}) y de refrigeración (ΔH_{ref}) se fijan en 8 mca.
- El rendimiento de bombeo del circuito de calefacción ($\eta_{bombCal}$) y de refrigeración ($\eta_{bombRef}$) se considera del 80%.



- El factor de aproximación de Carnot (ζ_c) se toma del 0,5.
- Las temperaturas de ida y de retorno a la batería de refrigeración ($T_{idaBatRef}$ y $T_{retornoBatRef}$) alcanzan los valores de 7 y 12 °C respectivamente.
- Las pérdidas térmicas ocasionadas por las tuberías de refrigeración (ϵ_{tubRef}) se consideran del 2% según RITE.
- El rendimiento eléctrico del compresor (η_{elComp}) tiene un valor del 95%.
- La temperatura de ida hacia la torre de refrigeración ($T_{idaTorre}$) tiene un valor de 50 °C y la aproximación ($Aprox_{Torre}$) de 4 °C.
- La variación de temperatura en el evaporador (ΔT_{evap}) y en el condensador (ΔT_{cond}) se fija en 12 °C.
- La temperatura del aire saturado de salida se fija en 35 °C, por lo que la entalpía del aire de salida de la torre ($h_{aireSal}$) alcanza un valor de 129539,836 J/kgAs.
- La caída de presión dentro de la torre ($\Delta P_{aireTorre}$) vale 250 Pa.
- El rendimiento del ventilador de la torre ($\eta_{ventTorre}$) es del 70%.
- Las pérdidas de carga del circuito de la torre (ΔH_{torre}) alcanzan los 12 mca.
- El rendimiento de bombeo de la torre ($\eta_{bombTorre}$) es del 80%.
- El calor específico del agua (C_p) posee un valor de 4,18 J/(gK) y la densidad del aire (ρ_{aire}) tiene un valor de 1,2 kg/m³.

En el segundo sistema, los principales parámetros que se van a utilizar para modelarlo van a ser:

- El factor de aproximación de Carnot (ζ_c), al igual que en el caso anterior, se toma del 0,5.
- Las variaciones de temperatura en el condensador y en el evaporador (ΔT_{cond} y ΔT_{evap}) tienen un valor de 7 °C.
- Las pérdidas térmicas ocasionadas por las tuberías de calefacción (ϵ_{tubCal}) se consideran del 4% y las de refrigeración (ϵ_{tubRef}) se consideran del 2% según RITE.
- La temperatura de ida a las baterías de calor y frío ($T_{idaBatCal}$ y $T_{idaBatRef}$) alcanza valores de 70 y 8 °C respectivamente.
- La masa de los acumuladores de calor y de frío (M_{ac} y M_{af}) es de 15000 y 50000 kg respectivamente, analizándose el efecto de su variación sobre el consumo en el apartado de resultados.
- La temperatura mínima permitida en el acumulador de calor (T_{minAC}) y máxima (T_{maxAC}) tiene un valor de 60 y 75 °C respectivamente. En cuanto a estos parámetros, también se analizará su variación en el apartado de resultados.
- La temperatura mínima permitida en el acumulador de frío (T_{minAF}) y máxima (T_{maxAF}) tiene un valor de 6 y 12 °C respectivamente. En el caso de la temperatura máxima, se analizará su variación.
- El calor específico del agua (C_p) posee un valor de 4,18 J/(gK) y la densidad del aire (ρ_{aire}) tiene un valor de 1,2 kg/m³.



- El rendimiento eléctrico de la bomba de calor (η_{elBC}) es del 95%.

Para el caso del cálculo del consumo de ventilación, los valores de los parámetros utilizados van a ser los siguientes:

- La pérdida de carga en conducciones (ΔP_{cond}) tiene un valor de 150 Pa, en recuperadores (ΔP_{rec}) de 300 Pa, en filtros ($\Delta P_{filtros}$) de 150 Pa y en las baterías de calor y de frío (ΔP_{bat}) de 120 Pa. Para la definición de estos valores se tienen en cuenta valores típicos de equipos comerciales y los definidos en el proyecto de ampliación.
- La densidad del aire (ρ_{aire}) tiene un valor de 1,2 kg/m³.
- El rendimiento del propio ventilador (η_{vent}) es del 75%.

11.5 Resultados

Una vez explicadas las ecuaciones que determinan el consumo para cada uno de los sistemas y los parámetros seleccionados, se puede obtener el consumo eléctrico (W_{el}) y térmico (Q_t) para cada uno de los sistemas.

Tras esto, se van a utilizar tres parámetros que indicarían el impacto ambiental de los sistemas, para lo que se calculará la energía primaria no renovable (EPNR), la energía primaria renovable (EPR) y las emisiones de dióxido de carbono. Para ello, se van a utilizar los factores de conversión proporcionados por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2016), donde si se considera que la energía térmica se obtiene a partir del gas natural y que la eléctrica se corresponde con la electricidad convencional peninsular, se obtendrían las siguientes ecuaciones:

$$EPNR = 1,190 \times Q_t + 1,954 \times W_{el} \quad (11.50)$$

$$EPR = 0,005 \times Q_t + 0,414 \times W_{el} \quad (11.51)$$

$$CO_2(kg) = 0,252 \times Q_t + 0,331 \times W_{el} \quad (11.52)$$



11.5.1 Consumo con el Sistema 1

En cuanto al Sistema 1, el consumo de energía térmica y eléctrica se recoge en la siguiente tabla:

Tabla 36: Consumo anual de energía en el Sistema 1. Fuente: Elaboración propia.

Consumo Térmico [kWh]	1918254
Consumo Térmico Superficie Zona Climatizada [kWh/m ²]	53,49
Consumo Eléctrico [kWh]	1450765
Consumo Eléctrico Superficie Zona Climatizada [kWh/m ²]	40,45
Compresor Enfriadora [kWh]	745764
Bombeo circuito calefacción [kWh]	2071
Bombeo circuito refrigeración [kWh]	9824
Bombeo circuito torre refrigeración [kWh]	2655
Ventilador Torre Refrigeración [kWh]	10234
Sistema de ventilación [kWh]	680217

Como puede comprobarse en la tabla anterior, el consumo de energía térmica utilizada para calefacción se corresponderá con el 57% de la energía total, mientras que el eléctrico será del 43%. Dentro del eléctrico, el utilizado para el compresor de la enfriadora será del 51,4%, el del sistema de ventilación del 46% y el referido a los distintos sistemas de bombeo, así como al ventilador de la torre apenas llegará al 1,71%. De esta manera, el consumo del sistema de ventilación sería el 20,19% del total, que sería una cantidad de energía bastante significativa.

Para los indicadores anteriormente descritos, se va a obtener lo siguiente:

Tabla 37: EPNR, EPR y emisiones de dióxido de carbono en el Sistema 1. Fuente: Elaboración propia.

Energía primaria no renovable [kWh]	5117516
Energía primaria no renovable Superficie Zona Climatizada [kWh/m ²]	142,70
Energía primaria renovable [kWh]	610208
Energía primaria renovable Superficie Zona Climatizada [kWh/m ²]	17,02
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂]	963603
Emisiones de CO ₂ Superficie Zona Climatizada [kgCO ₂ /m ²]	26,87



11.5.2 Consumo con el Sistema 2

Para el caso del Sistema 2, se obtendrían los siguientes resultados:

Tabla 38: Consumo de energía en el Sistema 2. Fuente: Elaboración propia.

Consumo Eléctrico [kWh]	1928793
Consumo Eléctrico Superficie Zona Climatizada [kWh/m ²]	53,78
Compresor Bomba de calor [kWh]	1236682
Bombeo circuito calefacción [kWh]	2070,89
Bombeo circuito refrigeración [kWh]	9823,64
Sistema de ventilación [kWh]	680217

En este sistema, no va a aparecer un consumo de energía térmica, por lo que la total va a coincidir con la eléctrica. De esta manera, el consumo del compresor de la bomba de calor será del 64,12%, el del sistema de ventilación del 35,27% y el de los sistemas de bombeo apenas alcanzará el 0,62%.

Para los indicadores anteriormente descritos, en el caso del Sistema 2 se recogen sus valores en la siguiente tabla:

Tabla 39: EPNR, EPR y emisiones de dióxido de carbono en el Sistema 2. Fuente: Elaboración propia.

Energía primaria no renovable [kWh]	3768862
Energía primaria no renovable Superficie Zona Climatizada [kWh/m ²]	105,09
Energía primaria renovable [kWh]	798520
Energía primaria renovable Superficie Zona Climatizada [kWh/m ²]	22,27
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂]	638431
Emisiones de CO ₂ Superficie Zona Climatizada [kgCO ₂ /m ²]	17,80

11.5.2.1 Análisis paramétrico del Sistema 2

Al igual que en el caso del Sistema 1, la mayoría de los parámetros de las ecuaciones que definen este sistema han sido indicada en el apartado correspondiente a hipótesis. No obstante, hay ciertos valores que son más complicados de determinar desde la práctica o la experiencia, por lo que en este apartado se realizará un pequeño análisis de su influencia en los resultados obtenidos con las ecuaciones explicadas anteriormente.

Para esto, se variarán los valores de la masa del acumulador y de la temperatura máxima y mínima de este tanto para el caso del acumulador de calor como el de frío, teniendo en cuenta los valores dados en el apartado de análisis que se tomarán como caso base y cuyos resultados se han dado en las tablas anteriores.



Tabla 40: Parámetros del caso base. Fuente: Elaboración propia.

	Masa [kg]	T ^a max [°C]	T ^a min [°C]
Acumulador de calor	15000	75	60
Acumulador de frío	50000	12	6

De esta manera, si se varían los parámetros del acumulador de calor, el valor porcentual del nuevo consumo respecto al obtenido en el caso base se recoge en la siguiente tabla.

Tabla 41: Variación del consumo (kWh) con los parámetros del acumulador de calor fijando el acumulador de frío y variando las temperaturas mínima y máxima con la masa de acumulador. Fuente: Elaboración propia.

Acumulador frío: 50000 kg, 6-12 °C	Masa del acumulador [kg]					
	10000		15000		20000	
T ^a min/ T ^a max [°C]	75	65	75	65	75	65
50	92,36%	82,21%	92,24%	82,14%	92,13%	82,07%
55	96,28%	86,14%	96,17%	86,08%	96,08%	86,03%
60	100,09%	89,96%	Caso base	89,93%	99,92%	89,89%
65	103,80%	93,74%	103,73%	93,74%	103,67%	93,74%

Como puede comprobarse en la tabla anterior, al disminuir la temperatura mínima o al aumentar la masa del acumulador de calor respecto al caso base, se obtienen unos valores para el consumo inferiores. En el caso de la masa, aunque se duplicase su valor, apenas se disminuye el consumo, por lo que no interesaría utilizar masas muy grandes. En cuanto a la reducción de la temperatura mínima, esta tendría un efecto mayor, sin embargo, el parámetro que más va a hacer variar el consumo va a ser la temperatura máxima, pues al disminuirla se producirá una reducción considerable, que puede ser superior a la variación conjunta de los otros dos parámetros. No obstante, tampoco se podrían reducir estos valores todo lo que se quisiese puesto que hay que mantener unas condiciones determinadas en la batería de calor independientemente del consumo eléctrico, de tal manera que estas variaciones estarían limitadas.

Por otro lado, si se varían los parámetros del acumulador de frío, el valor porcentual del nuevo consumo respecto al caso base sería el siguiente.



Tabla 42: Variación del consumo (kWh) con los parámetros del acumulador de frío fijando el acumulador de calor y variando la temperatura máxima y la masa del acumulador con la temperatura mínima.

Fuente: Elaboración propia.

Acumulador calor: 15000 kg, 60-75 °C	Temperatura mínima [°C]					
	5			6		
Masa del acumulador [kg]/ Tª máxima [°C]	11	12	13	11	12	13
30000	119,08%	112,22%	106,14%	118,30%	111,44%	105,36%
40000	113,79%	106,11%	99,46%	113,04%	105,37%	98,72%
50000	109,00%	100,71%	93,66%	108,30%	Caso base	92,95%
60000	104,62%	95,87%	88,44%	103,96%	95,21%	87,78%
70000	100,62%	91,44%	83,75%	100,01%	90,83%	83,13%

Para este caso, como puede comprobarse en la tabla anterior, a medida que se aumenta la masa del acumulador de frío, se reduce el consumo de energía, ocurriendo lo mismo cuando se aumenta el valor de la temperatura máxima, de tal manera que, a mayor temperatura máxima, más disminuiría el consumo con la masa, por lo que la variación de dicha temperatura tendría una influencia mayor.

En cuanto a la temperatura mínima, su repercusión a medida que varían los otros factores va a ser poco representativa.

Con todo esto, tampoco se podrían reducir o aumentar los parámetros del sistema todo lo que se quisiese puesto que hay que mantener unas condiciones determinadas en la batería de calor independientemente del consumo eléctrico, además de obtener un tamaño de los acumuladores razonable.

De esta manera, a la hora de seleccionar sistemas comerciales, habría que escoger un valor para los distintos parámetros dentro del margen propuesto hasta obtener un consumo óptimo, de tal forma que se respetasen las distintas exigencias del sistema de climatización del proyecto.

11.5.3 Comparación de resultados

Si se comparan los dos sistemas propuestos, se puede apreciar una clara reducción del consumo de energía en el Sistema 2 respecto al 1, pues a pesar de que el consumo de energía eléctrica será mayor, no va a aparecer un consumo de energía térmica. Además, el consumo total del segundo sistema será semejante al térmico del primero.

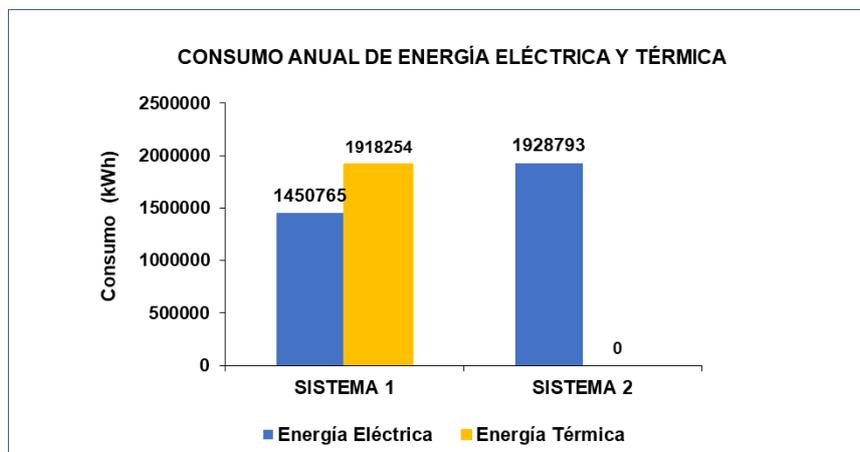


Ilustración 72: Consumo anual (kWh) para las dos alternativas. Fuente: Elaboración propia.

Este ahorro sería interesante darlo también en términos económicos, pues no va a ser igual el precio del kWh de electricidad que de gas natural.

Para esto, se va a tomar como referencia el precio del kWh hora tanto para energía eléctrica como para gas natural obtenido en el año 2017 en el Hospital de Cabueñes. Dicho precio fue proporcionado por el Servicio de Gestión y Seguridad de las Instalaciones, Mantenimiento e Ingeniería, e incluye tanto el término de energía como los costes fijos y los impuestos, de tal manera que el coste de la energía eléctrica sería de 0,1174 €/kWh y el del gas natural de 0,0343 €/kWh. Con todo esto, el coste de la energía para cada uno de los sistemas propuestos sería el siguiente:

- Sistema 1: el coste de la energía eléctrica será de 170318,17 €/año y el del gas natural de 65856,73€/año, obteniendo un total de 236174,9 €/año.
- Sistema 2: el coste de total de energía eléctrica será de 226438,2 €/año.

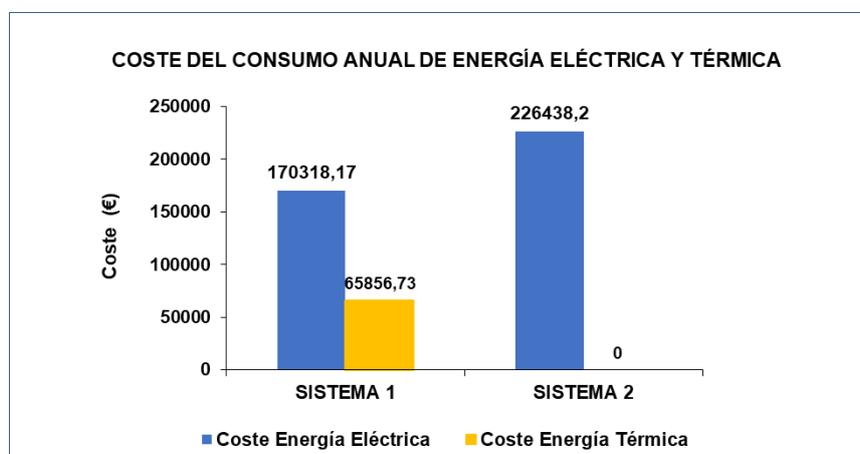


Ilustración 73: Coste del consumo anual (€) para las dos alternativas. Fuente: Elaboración propia



De esta manera, mediante el Sistema 2 se ahorran 9736,70 €/año, esto es, un 4,12% menos respecto al Sistema 1.

En cuanto a los indicadores referidos a energía primaria no renovable, energía primaria renovable y emisiones de dióxido de carbono se ha obtenido lo siguiente:

- Energía primaria no renovable: al utilizar el Sistema 2 se van a consumir 1348654 kWh menos, eso es, un 26%.
- Energía primaria renovable: para el caso del Sistema 1, se consumirían 188312 kWh menos que en el Sistema 2, esto es, un 24% menos.
- Emisiones de dióxido de carbono: si se utiliza el Sistema 2, las emisiones de CO₂ se van a reducir 325173 kg, un 34% menos respecto al Sistema 1.

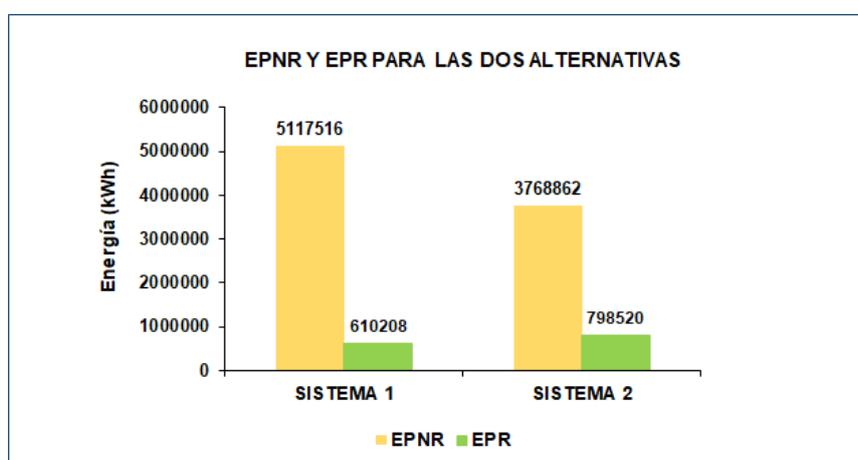


Ilustración 74: EPNR y EPR (kWh) para las dos alternativas. Fuente: Elaboración propia.

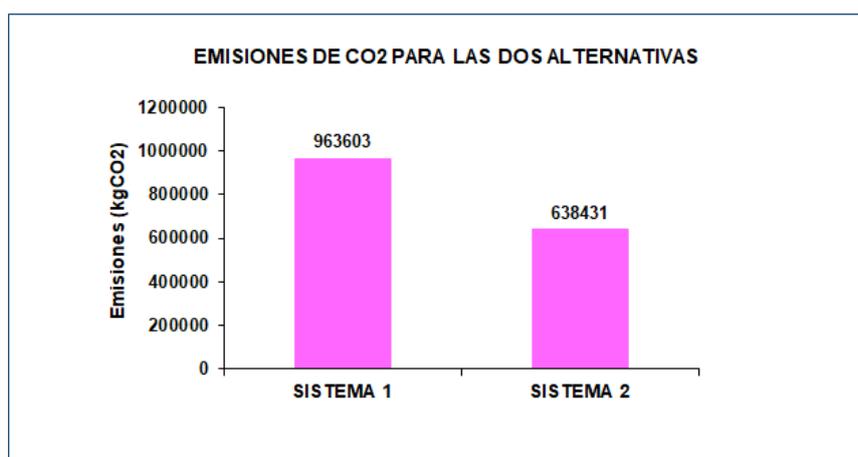


Ilustración 75: Emisiones de CO₂ (kgCO₂) para las dos alternativas. Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, se puede comprobar como mediante el Sistema 2, las mejoras en cuanto al consumo de energía, emisiones de dióxido de carbono y ahorro económico son evidentes, siendo recomendable plantearse su posible instalación en el hospital.



12. PRESUPUESTO

En este apartado se va a realizar un pequeño presupuesto para estimar lo que costaría realizar este proyecto, donde se tendrán en cuenta tanto las licencias de las herramientas utilizadas como las horas, el material y otros gastos indirectos de haber realizado el análisis de la documentación,

12.1 Licencia de software

Para la realización de este proyecto se han utilizado OpenStudio, EnergyPlus, SketchUp y Microsoft Office. En el caso de los dos primeros programas, no requieren licencia para poder ser utilizados, por lo que su coste sería de 0 €. Para la utilización de SketchUp, se ha utilizado la versión gratuita SketchUp Make, aunque esta no dispone de tantas herramientas como la versión de pago SketchUp Pro, por lo que podría ser más beneficioso obtener esta por un precio de 636 €. Por último, se utilizarán diversas aplicaciones de Microsoft Office, el cual se puede adquirir por 7 €/mes.

12.2 Análisis del consumo actual

Lo primero que se hizo en la realización del proyecto fue la obtención del consumo actual del hospital. Para ello, se tienen que analizar tanto las facturas del hospital como los archivos históricos disponibles, además de realizar un seguimiento de los contadores. El tiempo empleado en realizar estas tareas se verá especialmente condicionado por la toma de datos en contadores, pues se tienen que realizar medidas diarias en el edificio a analizar. Además, una vez obtenidos todos los datos, habría que realizar un análisis de estos mediante hojas de cálculo. El coste de este procedimiento se establece en 25 €/hora.

12.3 Simulación y obtención de la demanda

En lo relativo a la simulación energética del edificio, se podrían distinguir varias fases de trabajo:

- Modelado de la geometría: en esta fase se va a construir en SketchUp la geometría del edificio a simular mediante los planos proporcionados por el personal del hospital y se va a asignar la composición de los cerramientos. El tiempo de modelado suele ser un parámetro que varía según la complejidad



del edificio, y en este caso ha sido bastante elevado pues el edificio de la ampliación se trata de una construcción de gran tamaño y de multitud de usos, por lo que la zonificación en este caso es una tarea compleja. Además, en el proceso de asignación de los materiales y de sus propiedades, se sufrieron retrasos en el tiempo de ejecución puesto que en la composición de los cerramientos se realizaron modificaciones una vez que ya estaba introducida toda la información en la simulación.

- Modelado de las cargas y de los horarios: en esta fase se van a definir las cargas internas del edificio, la ventilación y los termostatos, teniendo en cuenta tanto sus valores como sus horarios. La complejidad de esta tarea también va a depender del edificio, y en este caso al tratarse de un edificio de nueva construcción con un elevado número de espacios con usos muy específicos puede ser elevada.
- Obtención de la demanda: una vez creado el modelo y ejecutada la simulación, se tienen que extraer y tratar los datos referidos a la demanda de los archivos de resultados de tal forma que se puedan exponer de forma clara.

El objetivo de la simulación energética es obtener una serie de resultados a partir de todos los parámetros en las distintas herramientas, aunque el tiempo de ejecución también va a depender de la duración de las distintas simulaciones y del tiempo dedicado a corregir errores en el modelo e inestabilidades en el programa que pueden alargar el proceso. Con todo esto, se establece un coste de 25 €/hora.

12.4 Obtención del consumo y análisis de alternativas

A partir de los datos de la demanda, se calculará el consumo mediante dos alternativas. En este proceso, la mayor parte del tiempo se utilizará en diseñar los sistemas de producción de energía mediante la definición de ecuaciones y en su introducción en hojas de cálculo para tratar los datos obtenidos de la simulación. Con todo esto, al igual que en el cálculo de la demanda, también se necesitarán tratar los datos obtenidos para exponerlos de manera clara, de tal forma que se puedan expresar en una memoria técnica que se redactaría a medida que se realizan todas las fases del proyecto. En cuanto al coste de esta fase, se escogerá el mismo que en el caso de la realización de la simulación, esto es, de 25 €/hora.



12.5 Desglose del presupuesto

Teniendo en cuenta las distintas fases del proyecto definidas en los puntos anteriores, en la siguiente tabla se resumen los principales costes ocasionados por la realización del proyecto.

Tabla 43: Desglose del presupuesto. Fuente: Elaboración propia.

Presupuesto del proyecto			
Categoría	Coste	Duración	Total [€]
Licencia de software			678,00
SketcUp Pro	636	-	636,00
Microsoft Office	7 €/mes	6 meses	42,00
Análisis del consumo actual			4500,00
Análisis de facturas y contadores	25€/hora	120	3000,00
Obtención del consumo actual y análisis de resultados	25€/hora	60	1500,00
Simulación energética y obtención de la demanda			13750,00
Modelado de la geometría	25€/hora	300	7500
Modelado de las cargas y de los horarios	25€/hora	200	5000
Obtención de la demanda y análisis de resultados	25€/hora	50	1250
Obtención del consumo y análisis de alternativas			3500,00
Diseño de los sistemas	25€/hora	60	1500
Introducción de los sistemas en hojas de cálculo	25€/hora	50	1250
Obtención del consumo y análisis de resultados	25€/hora	30	750
Total proyecto			22428,00
Gastos generales y beneficio industrial (19%)			26689,32
IVA (21%)			32294,08



13. CONCLUSIONES

- A partir de datos de facturación y del estudio en campo de los sistemas del edificio actual se han obtenido datos estadísticos reales y fiables sobre el consumo de energía y agua en el Hospital de Cabueñes. El complejo esquema de distribución de la energía procedente de las diversas fuentes, así como la ausencia de contadores en la mayoría de las zonas del hospital, ha permitido una clasificación limitada del consumo de los diferentes sistemas del edificio actual.
- Se ha estudiado en detalle el Proyecto Básico y de Ejecución Fase 1 Ampliación y Reforma Cabueñes Hospital Universitario (CAHU), extrayendo la información relevante referida a perfiles de uso y composición de cerramientos para la elaboración de un modelo de simulación del edificio de ampliación orientado al cálculo de la demanda durante un periodo de simulación de un año utilizando datos climáticos exactos.
- Mediante el motor de simulación EnergyPlus se ha resuelto para el modelo definido con el mayor nivel de detalle posible, el perfil de demanda de climatización y de los caudales de ventilación. Esto se realizó sobre un esquema de zonas térmicas del edificio basado en perfiles de uso, horarios de consigna, cargas internas y necesidades de ventilación específicos para cada zona de uso.
- Se han elaborado herramientas propias de postproceso de los datos a fin de añadir al perfil de la demanda las cargas propias de movimiento del aire de ventilación y realizar el cálculo del consumo necesario para atender a la demanda de climatización del edificio basándose en un modelo de unidades terminales de tratamiento de aire ideales.
- Se han simulado dos alternativas de sistemas de producción de energía térmica con tecnologías convencionales: el primero con calderas y enfriadoras y una alternativa de producción simultánea de energía térmica de calor y frío mediante el aprovechamiento del calor de condensación y evaporación en bombas de calor agua-agua, alternativa que se ha estimado adecuada dada la simultaneidad de cargas de refrigeración y calefacción propia de este tipo de edificios.
- Los resultados han permitido conocer los perfiles detallados de consumo energético en ambos sistemas. La alternativa con bomba de calor requeriría un consumo un 26% menos de EPNR, un 34% menos de emisiones de CO₂ y un ahorro económico del 4,12%, lo que haría que este sistema estuviese más en la línea de conseguir los requisitos de los EECN.
- La herramienta obtenida permitiría el futuro estudio de alternativas constructivas, alternativas de sistemas, energías renovables y de cogeneración.



14. BIBLIOGRAFÍA

- AENOR. (2005). *UNE 100713: Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales*.
- Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración. (2008). *Guía técnica de procedimientos y aspectos de la simulación de instalaciones térmicas en edificios*. Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración. (2012). *Guía técnica de ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización*. Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Bonnema, E., Studer, D., Parker, A., Pless, S., & Torcellini, P. (2010). *Large Hospital 50% Energy Savings: Technical Support Document*. U.S. Department of Energy, National Renewable Energy Laboratory.
- Comisión Europea. (2010). *Europa 2020: Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador*.
- González Sierra, C. (2013). *Diseño y Cálculo de Instalaciones de Climatización* (1ª ed.). Cano Pina, SL.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2016). *Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España*. Gobierno de España, Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción . (2010). *Catálogo de Elementos Constructivos del Código Técnico de la Edificación*. Gobierno de España, Ministerio de Fomento.
- López-Fando de Castro, J., & López-Fando Hernando, M. J. (2018). *Proyecto Básico y de Ejecución Fase 1 Ampliación y Reforma Cabueñes Hospital Universitario (CAHU), Gijón, Principado de Asturias*. López-Fando y Asociados, S.L.P.
- Marcó Gratacós, J., Martí Costa, S., Martín Zorraquino, J. V., Pastor Pérez, P., & Rodríguez Tarodo, J. A. (s.f.). *Guía Técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones*. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, Subdirección General de Sanidad Ambiental y Alud Laboral.
- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España. (s.f.). Obtenido de <http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/elmentos-acuerdo-paris.aspx>
- Ministerio de Fomento. (2014). *Plan Nacional destinado a aumentar el número de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo en España*. Gobierno de España.



Naciones Unidas. (1998). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.

Quintero, Á. S. (2017). *Bienestar térmico en un espacio climatizado*. IDAE, Departamento de Servicios y Agricultura.

Remund, J., Müller, S., Kunz, S., Huguenin-Landl, B., Studer, C., & Cattin, R. (2017). *Meteonorm Handbook part I: Software*. METEOTEST.

U.S. Department of Energy. (2015). *EnergyPlus Documentation: Engineering Reference. The Reference to EnergyPlus Calculations*.

U.S. Department of Energy. (2018). *EnergyPlus Version 8.9.0 Documentation: Getting Started*.



ANEXOS



15. ANEXO I: PROPIEDADES DE LOS CERRAMIENTOS

Tabla 44: Propiedades de los materiales que forman la cubierta en los pasillos en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

CUBIERTA PASILLOS									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Baldosa filtrón: Hormigón poroso de altas prestaciones	0,0350	Rugoso	0,175	2000	1000	0,9	0,7	0,7	-
Baldosa filtrón: Poliestireno extruido	0,0400	Suave	0,039	38	1450	0,9	0,7	0,7	-
Capa separadora geotextil Danofelt PY 300 g/m ² : Poliéster	0,0026	Suave	0,033	50	1000	0,9	0,7	0,7	-
Aislamiento térmico Danopren TR: Poliestireno extruido	0,1000	Suave	0,032	32	1450	0,9	0,7	0,7	-
Capa separadora geotextil Danofelt PY 200 g/m ² : Poliéster	0,0021	Suave	0,033	50	1000	0,9	0,7	0,7	-
Lámina impermeabilizante Esterdan 40: Lámina de betún	0,0033	Suave	0,230	1100	1000	0,9	0,7	0,7	-
Lámina impermeabilizante Glasdan 30 P Elast: Lámina de betún	0,0025	Suave	0,230	1100	1000	0,9	0,7	0,7	-
Imprimición bituminosa 0,3 kg/m ² Curidan: Lámina de betún	0,0010	Suave	0,230	1100	1000	0,9	0,7	0,7	-
Mortero de cemento fratasado de regulación	0,0200	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7	-
Hormigón de pendiente tipo arlita	0,0300	Rugoso	1,150	1600	1000	0,9	0,7	0,7	-
Losa estructural de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire falso techo	0,3000	-	-	-	-	-	-	-	0,16
Lana mineral	0,0150	Rugoso	0,032	40	800	0,9	0,7	0,7	-
Placas metálicas lisas de chapa de acero Orcal	0,0005	Suave	50,000	7800	450	0,9	0,7	0,7	-



Tabla 45: Propiedades de los materiales que forman la cubierta general en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

CUBIERTA GENERAL									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Baldosa filtrón: Hormigón poroso de altas prestaciones	0,0350	Rugoso	0,175	2000	1000	0,9	0,7	0,7	-
Baldosa filtrón: Poliestireno extruido	0,0400	Suave	0,039	38	1450	0,9	0,7	0,7	-
Capa separadora geotextil Danofelt PY 300 g/m ² : Poliéster	0,0026	Suave	0,033	50	1000	0,9	0,7	0,7	-
Aislamiento térmico Danopren TR: Poliestireno extruido	0,1000	Suave	0,032	32	1450	0,9	0,7	0,7	-
Capa separadora geotextil Danofelt PY 200 g/m ² : Poliéster	0,0021	Suave	0,033	50	1000	0,9	0,7	0,7	-
Lámina impermeabilizante Esterdan 40: Lámina de betún	0,0033	Suave	0,230	1100	1000	0,9	0,7	0,7	-
Lámina impermeabilizante Glasdan 30 P Elast: Lámina de betún	0,0025	Suave	0,230	1100	1000	0,9	0,7	0,7	-
Imprimición bituminosa 0,3 kg/m ² Curidan: Lámina de betún	0,0010	Suave	0,230	1100	1000	0,9	0,7	0,7	-
Mortero de cemento fratasado de regulación	0,0200	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7	-
Hormigón de pendiente tipo arlita	0,0300	Rugoso	1,150	1600	1000	0,9	0,7	0,7	-
Losa estructural de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire falso techo	0,3000	-	-	-	-	-	-	-	0,16
Falso techo continuo Pladur TC/40/400 15 de cartón yeso	0,0150	Suave	0,250	900	1000	0,9	0,7	0,7	-



Tabla 46: Propiedades de los materiales que forman la cubierta en instalaciones en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

CUBIERTA INSTALACIONES									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Baldosa filtrón: Hormigón poroso de altas prestaciones	0,0350	Rugoso	0,175	2000	1000	0,9	0,7	0,7	-
Baldosa filtrón: Poliestireno extruido	0,0400	Suave	0,039	38	1450	0,9	0,7	0,7	-
Capa separadora geotextil Danofelt PY 300 g/m ² : Poliéster	0,0026	Suave	0,033	50	1000	0,9	0,7	0,7	-
Aislamiento térmico Danopren TR: Poliestireno extruido	0,1000	Suave	0,032	32	1450	0,9	0,7	0,7	-
Capa separadora geotextil Danofelt PY 200 g/m ² : Poliéster	0,0021	Suave	0,033	50	1000	0,9	0,7	0,7	-
Lámina impermeabilizante Esterdan 40: Lámina de betún	0,0033	Suave	0,230	1100	1000	0,9	0,7	0,7	-
Lámina impermeabilizante Glasdan 30 P Elast: Lámina de betún	0,0025	Suave	0,230	1100	1000	0,9	0,7	0,7	-
Imprimición bituminosa 0,3 kg/m ² Curidan: Lámina de betún	0,0010	Suave	0,230	1100	1000	0,9	0,7	0,7	-
Mortero de cemento fratasado de regulación	0,0200	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7	-
Hormigón de pendiente tipo arlita	0,0300	Rugoso	1,150	1600	1000	0,9	0,7	0,7	-
Losa estructural de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7	-



Tabla 47: Propiedades de los materiales que forman la fachada ligera ventilada general en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

FACHADA LIGERA VENTILADA GENERAL									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Lana mineral Ultravent	0,0500	Rugoso	0,032	40	800	0,9	0,71	0,7	-
Enfoscado de mortero CS IV-W2	0,0100	Rugoso	0,45-0,57	1500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Fábrica de 1/2 pie de ladrillo perforado	0,1150	Rugosidad Media	0,350	780	1000	0,9	0,7	0,7	-
Enfoscado de mortero Geocol	0,0050	Rugoso	0,470	1500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Lana mineral Plus TP 138	0,0600	Rugoso	0,032	40	800	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire sin ventilar	0,1500	-	-	-	-	-	-	-	0,18
Lana mineral Plus Kraft TP 238	0,0700	Rugoso	0,034	50	1000	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado de dureza reforzada 70+15+15 KNAUF	0,0150	Suave	0,250	860	1000	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150	Suave	0,210	630	1000	0,9	0,7	0,7	-



Tabla 48: Propiedades de los materiales que forman la fachada ligera ventilada en instalaciones en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

FACHADA LIGERA VENTILADA INSTALACIONES									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Lana mineral Ultravent	0,0500	Rugoso	0,032	40	800	0,9	0,71	0,7	-
Enfoscado de mortero CS IV-W2	0,0100	Rugoso	0,45-0,57	1500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Fábrica de 1/2 pie de ladrillo perforado	0,1150	Rugosidad Media	0,350	780	1000	0,9	0,7	0,7	-
Enfoscado de mortero Geocol	0,0050	Rugoso	0,470	1500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Lana mineral Plus TP 138	0,0600	Rugoso	0,032	40	800	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire sin ventilar	0,2158	-	-	-	-	-	-	-	0,18
Ladrillo	0,0800	Rugoso	0,320	630	1000	0,9	0,7	0,7	-
Enfoscado de mortero hidrófugo	0,0150	Rugoso	0,670	1450	1000	0,9	0,7	0,7	-

Tabla 49: Propiedades de los materiales que forman la fachada ligera ventilada exterior en la terraza en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

FACHADA TERRAZA EXTERIOR									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Lana mineral Ultravent	0,0500	Rugoso	0,032	40	800	0,9	0,71	0,7	-
Enfoscado de mortero CS IV-W2	0,0100	Rugoso	0,45-0,57	1500	1000	0,9	0,7	0,7	-



Tabla 50: Propiedades de los materiales que forman el muro cortina en la fachada norte del vestíbulo de acceso en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

MURO CORTINA FACHADA NORTE VESTÍBULO DE ACCESO									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Vidrio Ambiente Ariplak Super-E de Ariño Douglass, S.A.	0,0424	Suave	0,047	2500	750	0,9	0,5	0,7	-
Cámara de aire muro cortina 1	0,0200	-	-	-	-	-	-	-	0,17
Panel Sandwich aluminio y lana de roca	0,0400	Suave	0,046	175	1000	0,2	0,2	0,2	-
Cámara de aire muro cortina 2	0,1200	-	-	-	-	-	-	-	0,18
Lana mineral Ultravent	0,0700	Rugoso	0,032	40	800	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150	Suave	0,210	630	1000	0,9	0,7	0,7	-

Tabla 51: Propiedades de los materiales que forman el muro cortina en la fachada este de la Planta 6 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

MURO CORTINA FACHADA ESTE PLANTA 6									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Vidrio Ambiente Ariplak Super-E de Ariño Douglass, S.A.	0,0424	Suave	0,047	2500	750	0,9	0,5	0,7	-
Cámara de aire muro cortina 1	0,0200	-	-	-	-	-	-	-	0,17
Panel Sandwich aluminio y lana de roca	0,0400	Suave	0,046	175	1000	0,2	0,15	0,15	-
Cámara de aire muro cortina 2	0,1200	-	-	-	-	-	-	-	0,18
Lana mineral Ultravent	0,0700	Rugoso	0,032	40	800	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150	Suave	0,210	630	1000	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150	Suave	0,210	630	1000	0,9	0,7	0,7	-



Tabla 52: Propiedades de los materiales que forman la fachada de los patios interiores general en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

FACHADA PATIOS INTERIORES GENERAL									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Mortero de acabado acrílico de base sintética	0,0040	Rugoso	1,300	1800	1000	0,9	0,7	0,7	-
Mortero de regulación con malla de fibra de vidrio	0,0154	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7	-
Poliestireno extruido Danopren FS	0,1000	Suave	0,032	32	1450	0,9	0,7	0,7	-
Enfoscado de mortero CS IV-W2	0,0100	Rugoso	0,45-0,57	1500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Fábrica de 1/2 pie de ladrillo perforado	0,1150	Rugosidad Media	0,350	780	1000	0,9	0,7	0,7	-
Enfoscado de mortero Geocol	0,0050	Rugoso	0,470	1500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Lana mineral Plus TP 138	0,0600	Rugoso	0,032	40	800	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire sin ventilar	0,1500	-	-	-	-	-	-	-	0,18
Lana mineral panel Plus Kraft TP 238	0,0700	Rugoso	0,034	50	1000	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado de dureza reforzada 70+15+15 Knauf	0,0150	Suave	0,250	860	1000	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150	Suave	0,210	630	1000	0,9	0,7	0,7	-



Tabla 53: Propiedades de los materiales que forman la fachada de los patios interiores en instalaciones en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

FACHADA PATIOS INTERIORES INSTALACIONES									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res Térmica [m ² K/W]
Mortero de acabado acrílico de base sintética	0,0040	Rugoso	1,300	1800	1000	0,9	0,7	0,7	-
Mortero de regulación con malla de fibra de vidrio	0,0154	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7	-
Poliestireno extruido Danopren FS	0,1000	Suave	0,032	32	1450	0,9	0,7	0,7	-
Enfoscado de mortero CS IV-W2	0,0100	Rugoso	0,45-0,57	1500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Fábrica de 1/2 pie de ladrillo perforado	0,1150	Rugosidad Media	0,350	780	1000	0,9	0,7	0,7	-
Enfoscado de mortero Geocol	0,0050	Rugoso	0,470	1500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Lana mineral Plus TP 138	0,0600	Rugoso	0,032	40	800	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire sin ventilar	0,2158	-	-	-	-	-	-	-	0,18
Ladrillo	0,0800	Rugoso	0,320	630	1000	0,9	0,7	0,7	-
Enfoscado de mortero hidrófugo	0,0150	Rugoso	0,670	1450	1000	0,9	0,7	0,7	-



Tabla 54: Propiedades de los materiales que forman la fachada de los patios interiores en quirófanos en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

FACHADA PATIOS INTERIORES QUIRÓFANOS									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Mortero de acabado acrílico de base sintética	0,0040	Rugoso	1,300	1800	1000	0,9	0,7	0,7	-
Mortero de regulación con malla de fibra de vidrio	0,0154	1	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7	-
Poliestireno extruido Danopren FS	0,1000	Suave	0,032	32	1450	0,9	0,7	0,7	-
Enfoscado de mortero CS IV-W2	0,0100	Rugoso	0,45-0,57	1500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Fábrica de 1/2 pie de ladrillo perforado	0,1150	Rugosidad Media	0,350	780	1000	0,9	0,7	0,7	-
Enfoscado de mortero Geocol	0,0050	Rugoso	0,470	1500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Lana mineral Plus TP 138	0,0600	Rugoso	0,032	40	800	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire sin ventilar	0,1500	-	-	-	-	-	-	-	0,18
Yeso laminado de dureza reforzada 70+15+15 Knauf	0,0150	Suave	0,250	860	1000	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150	Suave	0,210	630	1000	0,9	0,7	0,7	-
Lana mineral panel Plus Kraft TP 238	0,0700	Rugoso	0,034	50	1000	0,9	0,7	0,7	-
Placa antirradiación Knauf RX (celulosa/yeso/plomo)	0,0145	Suave	0,250	784	130	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire sin ventilar	0,1200	-	-	-	-	-	-	-	0,18
Lana mineral panel Plus Kraft TP 238	0,0700	Rugoso	0,034	50	1000	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150	Suave	0,210	630	1000	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado de dureza reforzada 70+15+15 Knauf	0,0150	Suave	0,250	860	1000	0,9	0,7	0,7	-



Tabla 55: Propiedades de los materiales que forman la fachada en las escaleras en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

FACHADA ESCALERAS									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Muro de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Lana mineral panel Plus Kraft TP 238	0,0700	Rugoso	0,034	50	1000	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150	Suave	0,210	630	1000	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150	Suave	0,210	630	1000	0,9	0,7	0,7	-

Tabla 56: Propiedades de los materiales que forman la fachada en contacto con el terreno en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

FACHADA CONTACTO TERRENO									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Capa drenante y filtrante Danopren H25 Plus: Polipropileno	0,0075	Suave	0,220	910	1800	0,9	0,7	0,7	-
Poliestireno extruido XPS Danopren TR	0,0500	Suave	0,032	32	1450	0,9	0,7	0,7	-
Imprimición bituminosa Imprimidan 100: Lámina de betún	0,0080	Suave	0,230	1100	1000	0,9	0,7	0,7	-
Muro de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire	0,1100	-	-	-	-	-	-	-	0,18
Lana mineral panel Plus Kraft TP 238	0,0700	Rugoso	0,034	50	1000	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150	Suave	0,210	630	1000	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150	Suave	0,210	630	1000	0,9	0,7	0,7	-



Tabla 57: Propiedades de los materiales que forman la fachada en cámara sanitaria en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

FACHADA CÁMARA SANITARIA									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Capa drenante y filtrante Danopren H25 Plus: Polipropileno	0,0075	Suave	0,220	910	1800	0,9	0,7	0,7	-
Poliestireno extruido XPS Danopren TR	0,0500	Suave	0,032	32	1450	0,9	0,7	0,7	-
Imprimición bituminosa Imprimidan 100: Lámina de betún	0,0080	Suave	0,230	1100	1000	0,9	0,7	0,7	-
Muro de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7	-

Tabla 58: Propiedades de los materiales que forman las particiones interiores verticales en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PARTICIONES INTERIORES VERTICALES								
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible
Yeso laminado de dureza reforzada 70+15+15 Knauf	0,0150	Suave	0,250	825	1000	0,9	0,7	0,7
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150	Suave	0,210	630	1000	0,9	0,7	0,7
Lana de roca Rockplus E220	0,0700	Rugoso	0,034	50	1000	0,9	0,7	0,7
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150	Suave	0,210	630	1000	0,9	0,7	0,7
Yeso laminado de dureza reforzada 70+15+15 Knauf	0,0150	Suave	0,250	825	1000	0,9	0,7	0,7



Tabla 59: Propiedades de los materiales que forman las particiones interiores verticales de los quirófanos en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PARTICIONES INTERIORES VERTICALES QUIRÓFANOS									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Yeso laminado de dureza reforzada 70+15+15 Knauf	0,0150	Suave	0,250	825	1000	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150	Suave	0,210	630	1000	0,9	0,7	0,7	-
Lana mineral panel plus Kraft TP 238	0,0700	Rugoso	0,034	50	1000	0,9	0,7	0,7	-
Placa antirradiación Knauf RX (celulosa/yeso/plomo)	0,0145	Suave	0,250	784	130	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire sin ventilar	0,1200	-	-	-	-	-	-	-	0,18
Lana mineral panel plus Kraft TP 238	0,0700	Rugoso	0,034	50	1000	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado tipo STD de Knauf	0,0150	Suave	0,210	630	1000	0,9	0,7	0,7	-
Yeso laminado de dureza reforzada 70+15+15 Knauf	0,0150	Suave	0,250	860	1000	0,9	0,7	0,7	-

Tabla 60: Propiedades de los materiales que forman las particiones interiores horizontales con terrazo y falso techo metálico en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PARTICIONES INTERIORES HORIZONTALES: TERRAZO Y FALSO TECHO METÁLICO									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Baldosas terrazo microgramo	0,0040	Suave	3,500	2700	1000	0,9	0,7	0,7	-
Mortero de cemento	0,0300	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7	-
Losa estructural de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire sin ventilar	0,4500	-	-	-	-	-	-	-	0,16
Lana mineral	0,0150	Rugoso	0,032	40	800	0,9	0,7	0,7	-
Placas metálicas lisas de chapa de acero Orcal de Armstrong 90-200x30	0,0005	Suave	50,000	7800	450	0,9	0,7	0,7	-



Tabla 61: Propiedades de los materiales que forman las particiones interiores horizontales con terrazo y falso techo Pladur en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PARTICIONES INTERIORES HORIZONTALES: TERRAZO Y FALSO TECHO PLADUR									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Baldosas terrazo microgramo	0,0040	Suave	3,500	2700	1000	0,9	0,7	0,7	-
Mortero de cemento	0,0300	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7	-
Losa estructural de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire sin ventilar	0,4500	-	-	-	-	-	-	-	0,16
Falso techo continuo Pladur TC/40/400 15 de cartón yeso	0,0150	Suave	0,250	900	1000	0,9	0,7	0,7	-

Tabla 62: Propiedades de los materiales que forman las particiones interiores horizontales con terrazo y en instalaciones en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PARTICIONES INTERIORES HORIZONTALES: TERRAZO Y INSTALACIONES								
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible
Baldosas terrazo microgramo	0,0040	Suave	3,500	2700	1000	0,9	0,7	0,7
Mortero de cemento	0,0300	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7
Losa estructural de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7



Tabla 63: Propiedades de los materiales que forman las particiones interiores horizontales con pavimento vinílico y falso techo metálico en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PARTICIONES INTERIORES HORIZONTALES: PAVIMENTO VINÍLICO Y FALSO TECHO METÁLICO									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Pavimento vinílico	0,0020	Suave	0,170	1390	900	0,9	0,7	0,7	-
Mortero de cemento	0,0300	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7	-
Losa estructural de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire sin ventilar	0,4500	-	-	-	-	-	-	-	0,16
Lana mineral	0,0150	Rugoso	0,032	40	800	0,9	0,7	0,7	-
Placas metálicas lisas de chapa de acero Orcal de Armstrong 90-200x30	0,0005	Suave	50,000	7800	450	0,9	0,7	0,7	-

Tabla 64: Propiedades de los materiales que forman las particiones interiores horizontales con pavimento vinílico y falso techo metálico en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PARTICIONES INTERIORES HORIZONTALES: PAVIMENTO VINÍLICO Y FALSO TECHO PLADUR									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Pavimento vinílico	0,0020	Suave	0,170	1390	900	0,9	0,7	0,7	-
Mortero de cemento	0,0300	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7	-
Losa estructural de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire sin ventilar	0,4500	-	-	-	-	-	-	-	0,16
Falso techo continuo Pladur TC/40/400 15 de cartón yeso	0,0150	Suave	0,250	900	1000	0,9	0,7	0,7	-



Tabla 65: Propiedades de los materiales que forman las particiones interiores horizontales con pavimento vinílico y de las instalaciones en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PARTICIONES INTERIORES HORIZONTALES: PAVIMENTO VINÍLICO Y INSTALACIONES								
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible
Pavimento vinílico	0,0020	Suave	0,170	1390	900	0,9	0,7	0,7
Mortero de cemento	0,0300	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7
Losa estructural de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7

Tabla 66: Propiedades de los materiales que forman las particiones interiores horizontales con gres porcelánico y falso techo metálico en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PARTICIONES INTERIORES HORIZONTALES: GRES PORCELÁNICO Y FALSO TECHO METÁLICO									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Baldosas gres porcelánico	0,0080	Suave	2,300	2500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Mortero de cemento	0,0300	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7	-
Losa estructural de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire sin ventilar	0,4500	-	-	-	-	-	-	-	0,16
Lana mineral	0,0150	Rugoso	0,032	40	800	0,9	0,7	0,7	-
Placas metálicas lisas de chapa de acero Orcal de Armstrong 90-200x30	0,0005	Suave	50,000	7800	450	0,9	0,7	0,7	-



Tabla 67: Propiedades de los materiales que forman las particiones interiores horizontales con gres porcelánico y falso techo Pladur en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PARTICIONES INTERIORES HORIZONTALES: PAVIMENTO GRES PORCELÁNICO Y FALSO TECHO PLADUR									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Baldosas gres porcelánico	0,0080	Suave	2,300	2500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Mortero de cemento	0,0300	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7	-
Losa estructural de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire sin ventilar	0,4500	-	-	-	-	-	-	-	0,16
Falso techo continuo Pladur TC/40/400 15 de cartón yeso	0,0150	Suave	0,250	900	1000	0,9	0,7	0,7	-

Tabla 68: Propiedades de los materiales que forman las particiones interiores horizontales con gres porcelánico y de las instalaciones en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PARTICIONES INTERIORES HORIZONTALES: PAVIMENTO GRES PORCELÁNICO Y INSTALACIONES								
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible
Baldosas gres porcelánico	0,0080	Suave	2,300	2500	1000	0,9	0,7	0,7
Mortero de cemento	0,0300	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7
Losa estructural de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7



Tabla 69: Propiedades de los materiales que forman las particiones interiores horizontales en el suelo del Sótano -1 en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

SUELO SÓTANO -1								
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible
Capa drenante y filtrante Danopren H25 Plus: Polipropileno	0,0075	Suave	0,220	910	1800	0,9	0,7	0,7
Poliestireno extruido XPS Danopren TR	0,0500	Suave	0,032	32	1450	0,9	0,7	0,7
Imprimición bituminosa Imprimidan 100: Lámina de betún	0,0080	Suave	0,230	1100	1000	0,9	0,7	0,7
Muro de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7
Aislamiento térmico Danopren TR: Poliestireno extruido	0,0500	Suave	0,032	32	1450	0,9	0,7	0,7
Mortero de cemento	0,0300	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7
Baldosas terrazo microgramo	0,0040	Suave	3,500	2700	1000	0,9	0,7	0,7

Tabla 70: Propiedades de los materiales que forman los suelos en contacto con terrazas en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

SUELO EN CONTACTO CON TERRAZAS								
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible
Mortero de acabado acrílico de base sintética	0,0040	Rugoso	1,300	1800	1000	0,9	0,7	0,7
Mortero de regulación con malla de fibra de vidrio	0,0154	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7
Poliestireno extruido Danopren FS	0,1000	Suave	0,032	32	1450	0,9	0,7	0,7
Muro de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7
Mortero de cemento	0,0300	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7
Baldosas terrazo microgramo	0,0040	Suave	3,500	2700	1000	0,9	0,7	0,7



Tabla 71: Propiedades de los materiales que forman los suelos de terrazas en contacto con espacios habitables en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

SUELO TERRAZAS CON ESPACIO HABITABLE									
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible	Res. Térmica [m ² K/W]
Falso techo continuo Pladur TC/40/400 15 de cartón yeso	0,0150	Suave	0,250	900	1000	0,9	0,7	0,7	-
Cámara de aire falso techo	0,3000	-	-	-	-	-	-	-	0,16
Poliestireno extruido Danopren FS	0,1000	Suave	0,032	32	1450	0,9	0,7	0,7	-
Muro de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7	-
Mortero hidrófugo	0,0154	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7	-
Impermeabilización Sikalastic 612: Poliuretano	0,0020	Suave	0,250	1200	1800	0,9	0,7	0,7	-
Baldosas gres porcelánico	0,0080	Suave	2,300	2500	1000	0,9	0,7	0,7	-



Tabla 72: Propiedades de los materiales que forman los suelos de terrazas en contacto con otras terrazas en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

SUELO TERRAZAS CON OTRAS TERRAZAS								
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible
Mortero de acabado acrílico de base sintética	0,0040	Rugoso	1,300	1800	1000	0,9	0,7	0,7
Mortero de regulación con malla de fibra de vidrio	0,0154	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7
Poliestireno extruido Danopren FS	0,1000	Suave	0,032	32	1450	0,9	0,7	0,7
Muro de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7
Mortero hidrófugo	0,0154	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7
Impermeabilización Sikalastic 612: Poliuretano	0,0020	Suave	0,250	1200	1800	0,9	0,7	0,7
Baldosas gres porcelánico	0,0080	Suave	2,300	2500	1000	0,9	0,7	0,7

Tabla 73: Propiedades de los materiales que forman los suelos en contacto con el terreno de la cámara sanitaria en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

SUELO EN CONTACTO CON EL TERRENO CÁMARA SANITARIA								
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible
Capa de cemento	0,0500	Rugoso	1,800	2100	1000	0,9	0,7	0,7



Tabla 74: Propiedades de los materiales que forman los suelos en contacto con el terreno en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

SUELO EN CONTACTO CON EL TERRENO								
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible
Capa drenante y filtrante Danopren H25 Plus: Polipropileno	0,0075	Suave	0,220	910	1800	0,9	0,7	0,7
Poliestireno extruido XPS Danopren TR	0,0500	Suave	0,032	32	1450	0,9	0,7	0,7
Imprimición bituminosa Imprimidan 100: Lámina de betún	0,0080	Suave	0,230	1100	1000	0,9	0,7	0,7
Muro de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7
Poliestireno extruido XPS Danopren TR	0,0500	Suave	0,032	32	1450	0,9	0,7	0,7
Mortero de cemento	0,0300	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7
Baldosas terrazo microgramo	0,0040	Suave	3,500	2700	1000	0,9	0,7	0,7

Tabla 75: Propiedades de los materiales que forman los suelos en contacto con el aire en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE								
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible
Mortero de acabado acrílico de base sintética	0,0040	Rugoso	1,300	1800	1000	0,9	0,7	0,7
Mortero de regulación con malla de fibra de vidrio	0,0154	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7
Poliestireno extruido Danopren FS	0,1000	Suave	0,032	32	1450	0,9	0,7	0,7
Muro de hormigón armado	0,3000	Rugoso	2,500	2500	1000	0,9	0,7	0,7
Mortero de cemento	0,0300	Rugoso	0,700	1300	1000	0,9	0,7	0,7
Baldosas terrazo microgramo	0,0040	Suave	3,500	2700	1000	0,9	0,7	0,7



Tabla 76: Propiedades de los materiales que forman las puertas exteriores en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

PUERTAS EXTERIORES								
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible
Chapa de acero	0,0015	Suave	50,000	7800	450	0,9	0,7	0,7
Fibra mineral	0,0450	Rugoso	0,032	40	800	0,9	0,7	0,7
Chapa de acero	0,0015	Suave	50,000	7800	450	0,9	0,7	0,7

Tabla 77: Propiedades de los materiales que forman las celosías en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

CELOSÍAS								
Capa (Exterior-Interior)	Espesor [m]	Rugosidad	Conductividad [W/mK]	Densidad [kg/m ³]	Calor Específico [J/kgK]	Abs. Térmica	Abs. Solar	Abs. Visible
Celosía lamas de aluminio	0,0015	Suave	230,000	2700	880	0,9	0,7	0,7

Tabla 78: Propiedades de los vidrios que forman el muro cortina en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

MURO CORTINA	Espesor [mm]	U [W/m ² K]	g	Transmitancia visible
Vidrio Muro Cortina Fachada Norte y Planta 6 (Float/Argón/Stralami)	10/20/6+0,38+6	1,10	0,52	0,70
Vidrio Espera Urgencias (Stralami/Argón/Stralami)	6+0,38+6/16/6+0,38+6	1,10	0,48	0,69



Tabla 79: Propiedades de los vidrios en las distintas fachadas en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

VIDRIOS EN LAS DISTINTAS FACHADAS	Espesor [mm]	U [W/m ² K]	Factor solar (g)	Transmitancia visible
Vidrios Norte (Planitherm 4S/Argón/Planilux)	6/16/8	1,00	0,42	0,64
Vidrios Norte + Vidrio fachada	-	1,00	0,30	0,54
Vidrios Oeste (Stadip Planitherm 4S/Argón/Stadip)	4+4/16/4+4	1,00	0,40	0,64
Vidrios Oeste + Vidrio fachada	-	1,00	0,28	0,54
Vidrios Sur (Coolite Extreme 60/28/Argón/Planilux)	6/16/8	1,00	0,28	0,59
Vidrios Sur + Vidrio fachada	-	1,00	0,20	0,50
Vidrios Este (Stadip Coolite Extreme 60/28/Argón/Stadip)	4+4/16/4+4	1,00	0,27	0,59
Vidrio Este + Vidrio Fachada	-	1,00	0,19	0,50
Vidrio Fachada Ligera Ventilada Stadip 1010.4	22	5,06	0,71	0,85



16. ANEXO II: DEMANDA TOTAL POR ZONA TÉRMICA

Tabla 80: Demanda de calefacción, refrigeración y total por zona térmica en la ampliación. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de zona	Superficie (m ²)	Calefacción Anual (kWh)	Calefacción Anual (kWh/m ²)	Refrigeración Anual (kWh)	Refrigeración Anual (kWh/m ²)	Total Anual (kWh)	Total Anual (kWh/m ²)
Zona Térmica 1 Conexiones Sótano -2	146,68	20982,56	143,05	1678,52	11,44	22661,08	154,49
Zona Térmica 10 Radiología Planta 0	381,50	30,81	0,08	93842,37	245,98	93873,18	246,06
Zona Térmica 11 Espera Radiología Planta 0	548,38	3,93	0,01	16093,51	29,35	16097,43	29,35
Zona Térmica 12 Conexiones y otros locales Planta 0	1137,81	573,78	0,50	20128,60	17,69	20702,38	18,19
Zona Térmica 13 Espera urgencias Planta 0	1317,26	0,00	0,00	76960,37	58,42	76960,37	58,42
Zona Térmica 14 Box urgencias Planta 0	2646,10	383808,46	145,05	138593,14	52,38	522401,59	197,42
Zona Térmica 15 Consultas urgencias Planta 0	957,87	0,00	0,00	116735,74	121,87	116735,74	121,87
Zona Térmica 16 Conexiones Planta 1	307,57	17,06	0,06	6673,14	21,70	6690,20	21,75
Zona Térmica 17 Conexiones Planta 2 1	414,91	259,53	0,63	8185,68	19,73	8445,21	20,35
Zona Térmica 18 Consultas Planta 2 1	748,80	1296,76	1,73	21028,55	28,08	22325,31	29,81
Zona Térmica 19 Consultas Planta 2 2	852,15	597,09	0,70	22845,57	26,81	23442,66	27,51
Zona Térmica 20 Espera Planta 2	794,97	15,24	0,02	31761,11	39,95	31776,35	39,97
Zona Térmica 21 Consultas Planta 2 3	907,11	1315,44	1,45	25632,39	28,26	26947,83	29,71
Zona Térmica 22 Salas de trabajo Planta 2	732,69	265,42	0,36	22527,71	30,75	22793,13	31,11
Zona Térmica 23 Consultas Diálisis Planta 2	235,12	193,99	0,83	6919,68	29,43	7113,67	30,26
Zona Térmica 24 Diálisis Planta 2	582,15	191508,22	328,97	48149,36	82,71	239657,58	411,68



Zona Térmica 25 Conexiones Planta 2 2	889,10	5,50	0,01	18450,53	20,75	18456,03	20,76
Zona Térmica 26 Preparación 1 Planta 3	315,74	70397,17	222,96	40023,77	126,76	110420,94	349,72
Zona Térmica 27 Quirófanos 1 Planta 3	433,06	73326,32	169,32	49905,95	115,24	123232,27	284,56
Zona Térmica 28 Preparación 2 Planta 3	343,19	75681,85	220,52	43632,71	127,14	119314,56	347,66
Zona Térmica 29 Quirófanos 2 Planta 3	375,97	64822,73	172,41	43999,81	117,03	108822,54	289,44
Zona Térmica 3 Vestuarios 1 Sótano -1	1330,87	59,26	0,04	40179,41	30,19	40238,67	30,23
Zona Térmica 30 Preparación 3 Planta 3	310,54	67301,20	216,72	39543,79	127,34	106844,99	344,06
Zona Térmica 31 Quirófanos 3 Planta 3	391,55	67567,93	172,57	45877,37	117,17	113445,29	289,73
Zona Térmica 32 Ud. Cuidados críticos post Planta 3	621,19	204587,64	329,35	51375,26	82,70	255962,90	412,05
Zona Térmica 33 Espera Planta 3	362,41	250,30	0,69	19743,92	54,48	19994,22	55,17
Zona Térmica 34 URPA 1 Planta 3	442,94	147307,85	332,57	36859,97	83,22	184167,82	415,78
Zona Térmica 35 Médicos de guardia Planta 3	371,01	0,00	0,00	44607,44	120,23	44607,44	120,23
Zona Térmica 36 Conexiones Planta 3 1	988,11	4,58	0,00	21598,99	21,86	21603,57	21,86
Zona Térmica 37 Vestuarios Planta 3	227,88	90,57	0,40	7031,84	30,86	7122,41	31,26
Zona Térmica 38 Conexiones Planta 3 2	1140,73	3419,05	3,00	24080,51	21,11	27499,56	24,11
Zona Térmica 39 Conexiones Planta 4	307,57	5,89	0,02	7546,80	24,54	7552,69	24,56
Zona Térmica 4 Estéril Sótano -1	1183,23	0,00	0,00	172889,05	146,12	172889,05	146,12
Zona Térmica 40 Hospital de día oncohematológico Planta 5	561,60	10570,51	18,82	8560,62	15,24	19131,13	34,07
Zona Térmica 41 Consultas oncología Planta 5	269,70	422,66	1,57	8411,18	31,19	8833,84	32,75
Zona Térmica 42 Espera Planta 5	524,59	60,16	0,11	22491,18	42,87	22551,34	42,99
Zona Térmica 43 Consultas digestivo/trauma Planta 5	489,81	359,32	0,73	15822,47	32,30	16181,79	33,04
Zona Térmica 44 Salas de trabajo digestivo/trauma	371,01	146,87	0,40	11788,64	31,77	11935,51	32,17



Planta 5							
Zona Térmica 45 Conexiones Planta 5	715,18	19,83	0,03	11893,51	16,63	11913,34	16,66
Zona Térmica 46 Consultas Planta 5	247,05	142,61	0,58	7622,53	30,85	7765,13	31,43
Zona Térmica 47 Conexiones Planta 5 2	414,91	1251,80	3,02	7971,78	19,21	9223,57	22,23
Zona Térmica 48 Laboratorios urgencias Planta 5	696,50	0,00	0,00	87499,00	125,63	87499,00	125,63
Zona Térmica 49 Bioquímica Planta 5	920,72	0,00	0,00	84136,31	91,38	84136,31	91,38
Zona Térmica 5 Vestuarios urgencias Sótano -1	213,14	11,53	0,05	6298,72	29,55	6310,25	29,61
Zona Térmica 50 Microbiología Planta 5	1063,50	0,00	0,00	97763,46	91,93	97763,46	91,93
Zona Térmica 51 Box Planta 6	926,04	306908,69	331,42	76717,30	82,84	383625,99	414,27
Zona Térmica 52 Conexiones Planta 6	1030,57	147,44	0,14	30553,05	29,65	30700,49	29,79
Zona Térmica 53 Salas de trabajo Planta 6	410,64	149,21	0,36	13445,55	32,74	13594,76	33,11
Zona Térmica 54 Médicos de guardia Planta 6	368,53	0,00	0,00	46516,43	126,22	46516,43	126,22
Zona Térmica 55 Conexiones Planta 7	307,57	108,74	0,35	10809,45	35,14	10918,19	35,50
Zona Térmica 56 Conexiones Planta 8	224,59	241,41	1,07	9197,57	40,95	9438,98	42,03
Zona Térmica 6 Farmacia Sótano -1	764,62	0,00	0,00	83219,32	108,84	83219,32	108,84
Zona Térmica 7 Almacenes Medicamentos Sótano -1	578,16	0,00	0,00	9756,82	16,88	9756,82	16,88
Zona Térmica 8 Conexiones Sótano -1	1927,41	361,99	0,19	34082,09	17,68	34444,08	17,87
Zona Térmica 9 Despachos Radiología Planta 0	90,25	318,21	3,53	2208,48	24,47	2526,69	28,00



17. ANEXO III: PRESENTACIÓN POR ZONAS TÉRMICAS.

17.1 Zona Térmica 1: Conexiones Sótano -2

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Conexiones Sótano -2 (espacio n. 1)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Conexiones Sótano -2 (espacio n. 1)

Espacio del **tipo 1:** Otros locales y circulaciones.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 20 m²/p. Actividad 160 W/p. Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.
- **Iluminación:** Intensidad 5,41 W/m². Horario: 23-7h 0,8; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,000625 m³/sm². Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.



17.2 Zona Térmica 2: No climatizado

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 1

Espacios no habitados. No climatizados. Sin consignas ni horarios.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Cámara Sanitaria 1 Sótano -2 (espacio n. 2)
- Cámara Sanitaria 2 Sótano -2 (espacio n. 3)
- Instalaciones Sótano -1 (espacio n. 5)
- Instalaciones 1 Planta 1 (espacio n. 28)
- Instalaciones 2 Planta 1 (espacio n. 29)
- Instalaciones 3 Planta 1 (espacio n. 30)
- Instalaciones 1 Planta 4 (espacio n. 59)
- Instalaciones 2 Planta 4 (espacio n. 60)
- Instalaciones 3 Planta 4 (espacio n. 61)
- Instalaciones Planta 7 (espacio n. 79)
- Terraza Planta 4 (espacio n. 81)
- Terraza Planta 2 (espacio n. 82)
- Terraza Planta 1 (espacio n. 83)
- Terraza Planta 0 (espacio n. 84)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Cámara Sanitaria 1 Sótano -2 (espacio n. 2);

Cámara Sanitaria 2 Sótano -2 (espacio n. 3)

Espacios del **tipo 19**: Cámara Sanitaria

- **Ocupación:** No tiene.
- **Iluminación:** No tiene.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,5 h⁻¹. Horario: 0-24h 1,0.

Instalaciones Sótano -1 (espacio n. 5)

Instalaciones 1 Planta 1 (espacio n. 28)

Instalaciones 2 Planta 1 (espacio n. 29)

Instalaciones 3 Planta 1 (espacio n. 30)

Instalaciones 1 Planta 4 (espacio n. 59)

Instalaciones 2 Planta 4 (espacio n. 60)



Instalaciones 3 Planta 4 (espacio n. 61)

Instalaciones Planta 7 (espacio n. 79)

Espacios del **tipo 17**: Instalaciones

- **Ocupación:** No tiene
- **Iluminación:** No tiene
- **Equipamiento:** 30 W/m².
- **Ventilación:** 5 h⁻¹. Horario: 0-24h 1,0.

Terraza Planta 4 (espacio n. 81)

Terraza Planta 2 (espacio n. 82)

Terraza Planta 1 (espacio n. 83)

Terraza Planta 0 (espacio n. 84)

Espacios del **tipo 18**: Terrazas

- **Ocupación:** No tiene
- **Iluminación:** No tiene
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 5 h⁻¹. Horario: 0-24h 1,0.



17.3 Zona Térmica 3: Vestuarios 1 Sótano -1

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Vestuarios y Circulaciones Sótano -1

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Vestuarios y Circulaciones Sótano -1 (espacio n. 4)

Espacio del **tipo 3:** Vestuarios

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 3 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 7-8h 1; 8-14h 0,4; 14-15h 1; 15-22h 0,4; 22-23h 1; 23-7h 0,4.
- **Iluminación:** Intensidad 4,79 W/m². Horario: 7-8h 1; 8-14h 0,2; 14-15h 1; 15-22h 0,2; 22-23h 1; 23-7 0,2.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 5 h⁻¹. Horario: 7-8h 1; 8-14h 0,4; 14-15h 1; 15-22h 0,4; 22-23h 1; 23-7h 0,4.



17.4 Zona Térmica 4: Estéril Sótano -1

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Preparación Estéril Sótano -1 (espacio n. 6)
- Material Estéril Sótano -1 (espacio n. 7)
- Almacén Estéril Sótano -1 (espacio n. 8)
- Limpieza Carros Sótano -1 (espacio n. 9)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Preparación Estéril Sótano -1 (espacio n. 6)

Material Estéril Sótano -1 (espacio n. 7)

Limpieza Carros Sótano -1 (espacio n. 9)

Espacios del **tipo 4:** Estéril

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 5 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.
- **Iluminación:** Intensidad 5,68 W/m². Horario: 23-7h 0,8; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** 53,82 W/m². Horario: 21-5h 0,5; 5-7h 0,8; 7-19h 1; 19-21h 0,8.
- **Ventilación:** 0,004 m³/sm². Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.

Almacén Estéril Sótano -1 (espacio n. 8)

Espacio del **tipo 2:** Almacenes

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 40 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 0-24h 0,4.
- **Iluminación:** Intensidad 6,26 W/m². Horario: 0-24h 0,8.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,00083 m³/sm². Horario: 0-24h 0,4.



17.5 Zona Térmica 5: Vestuarios urgencias Sótano -1

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Vestuarios Urgencias Sótano -1 (espacio n. 10)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Vestuarios Urgencias Sótano -1 (espacio n. 10)

Espacio del **tipo 3:** Vestuarios

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 3 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 7-8h 1; 8-14h 0,4; 14-15h 1; 15-22h 0,4; 22-23h 1; 23-7h 0,4.
- **Iluminación:** Intensidad 4,79 W/m². Horario: 7-8h 1; 8-14h 0,2; 14-15h 1; 15-22h 0,2; 22-23h 1; 23-7 0,2.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 5 h⁻¹. Horario: 7-8h 1; 8-14h 0,4; 14-15h 1; 15-22h 0,4; 22-23h 1; 23-7h 0,4.



17.6 Zona Térmica 6: Farmacia Sótano -1

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 5

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento de 6.00 a 22.00 todos los días de la semana.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Sala Blanca Sótano -1 (espacio n. 11)
- Farmacia Sótano -1 (espacio n. 12)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Sala Blanca Sótano -1 (espacio n. 11)

Farmacia Sótano -1 (espacio n. 12)

Espacios del **tipo 5:** Laboratorios/Farmacia

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 5 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05.
- **Iluminación:** Intensidad 5,68 W/m². Horario: 0-6h 0,05; 6-7h 0,1; 7-8h 0,3; 8-20h 0,9; 20-21h 0,5; 21-22h 0,3; 22-23h 0,2; 23-0h 0,1.
- **Equipamiento:** 32,3 W/m². Horario: 20-8h 0,4; 8-19h 0,9; 19-20h 0,65.
- **Ventilación:** 0,004 m³/sm². Horario: 6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05.



17.7 Zona Térmica 7: Almacenes Medicamentos Sótano -1

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Almacén Medicamentos Sótano -1 (espacio n. 13)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Almacén Medicamentos Sótano -1 (espacio n. 13)

Espacio del **tipo 2:** Almacenes

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 40 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 0-24h 0,4.
- **Iluminación:** Intensidad 6,26 W/m². Horario: 0-24h 0,8.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,00083 m³/sm². Horario: 0-24h 0,4.



17.8 Zona Térmica 8: Conexiones Sótano -1

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Otros Locales y Circulaciones Sótano -1 (espacio n. 14)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Otros Locales y Circulaciones Sótano -1 (espacio n. 14)

Espacio del **tipo 1:** Otros locales y circulaciones.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 20 m²/p. Actividad 160 W/p. Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.
- **Iluminación:** Intensidad 5,41 W/m². Horario: 23-7h 0,8; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,000625 m³/sm². Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.



17.9 Zona Térmica 9: Despachos Radiología Planta 0

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 2

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento de 6.00 a 22.00 de lunes a viernes.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Despachos Radiológicos Planta 0 (espacio n. 15)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Despachos Radiológicos Planta 0 (espacio n. 15)

Espacio del **tipo 13:** Consultas.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9.
- **Iluminación:** Intensidad 13,38 W/m². Horario: L-V: 7-15h 1.
- **Equipamiento:** 19,5 W/m². Horario: L-V: 8-15h 1.
- **Ventilación:** 0,0022 m³/sm². Horario: L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9.



17.10 Zona Térmica 10: Radiología Planta 0

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- TAC Planta 0 (espacio n. 16)
- Radiología Planta 0 (espacio n. 17)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

TAC Planta 0 (espacio n. 16)

Radiología Planta 0 (espacio n. 17)

Espacio del **tipo 9**: Salas de TAC-RMN-RX.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 15 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: L-V: 6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05.
- **Iluminación:** Intensidad 10,32 W/m². Horario: L-V: 0-6h 0,05; 6-7h 0,1; 7-8h 0,3; 8-20h 0,9; 20-21h 0,5; 21-22h 0,3; 22-23h 0,2; 23-0h 0,1.
- **Equipamiento:** 107 W/m². Horario: L-V 21-8h 0,05; 8-18h 0,9; 18-19h 0,65; 19-20h 0,5; 20-21h 0,2.
- **Ventilación:** 0,0028 m³/sm². Horario: L-V: 6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05.



17.11 Zona Térmica 11: Espera Radiología Planta 0

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Espera Radiología Planta 0 (espacio n. 18)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Espera Radiología Planta 0 (espacio n. 18)

Espacio del **tipo 11:** Espera.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 5 m²/p. Actividad 100 W/p. Horario: L-V: 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ SD: 0,05
- **Iluminación:** Intensidad 3,10 W/m². Horario: 23-7h 0,7; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** 15 W/m². Horario: L-V 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ S-D 0,05.
- **Ventilación:** 0,0025 m³/sm². Horario: L-V: 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ SD: 0,05.



17.12 Zona Térmica 12: Conexiones y otros locales Planta 0

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Conexiones y Otros Locales Planta 0 (espacio n. 19)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Conexiones y Otros Locales Planta 0 (espacio n. 19)

Espacio del **tipo 1:** Otros locales y circulaciones.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 20 m²/p. Actividad 160 W/p. Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.
- **Iluminación:** Intensidad 5,41 W/m². Horario: 23-7h 0,8; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,000625 m³/sm². Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.



17.13 Zona Térmica 13: Espera urgencias Planta 0

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Conexiones Planta 0 (espacio n. 20)
- Espera Urgencias Planta 0 (espacio n. 22)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Conexiones Planta 0 (espacio n. 20)

Espacio del **tipo 1**: Otros locales y circulaciones.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 20 m²/p. Actividad 160 W/p. Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.
- **Iluminación:** Intensidad 5,41 W/m². Horario: 23-7h 0,8; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,000625 m³/sm². Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.

Espera Urgencias Planta 0 (espacio n. 22)

Espacio del **tipo 10**: Espera Urgencias.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 7,43 m²/p. Actividad 100 W/p. Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.
- **Iluminación:** Intensidad 4,31 W/m². Horario: 24h: 0,9.
- **Equipamiento:** 15 W/m². Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.
- **Ventilación:** 0,00168 m³/sm². Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.



17.14 Zona Térmica 14: Box urgencias Planta 0

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: 45%.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Aislados Planta 0 (espacio n. 21)
- Box Urgencias Planta 0 (espacio n. 26)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Aislados Planta 0 (espacio n. 21)

Box Urgencias Planta 0 (espacio n. 26)

Espacios del **tipo 7:** Box.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 23 m²/p. Actividad 85 W/p. Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.
- **Iluminación:** Intensidad 10,39 W/m². Horario: 23-5h 0,5; 5-7h 0,7; 7-19h 0,9; 19-23h 0,7.
- **Equipamiento:** 21,73 W/m². Horario: 24h: 0,9.
- **Ventilación:** 6 h⁻¹. Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.



17.15 Zona Térmica 15: Consultas urgencias Planta 0

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Consultas Urgencias Planta 0 (espacio n. 23)
- Urgencias Trauma Planta 0 (espacio n. 24)
- Consultas Urgencias 2 Planta 0 (espacio n. 25)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Consultas Urgencias Planta 0 (espacio n. 23)

Urgencias Trauma Planta 0 (espacio n. 24)

Consultas Urgencias 2 Planta 0 (espacio n. 25)

Espacios del **tipo 12**: Consultas Urgencias.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.
- **Iluminación:** Intensidad 13,38 W/m². Horario: 24h: 0,9.
- **Equipamiento:** 19,5 W/m². Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.
- **Ventilación:** 0,0022 m³/sm². Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.



17.16 Zona Térmica 16: Conexiones Planta 1

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Conexiones Planta 1 (espacio n. 27)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Conexiones Planta 1 (espacio n. 27)

Espacio del **tipo 1:** Otros locales y circulaciones.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 20 m²/p. Actividad 160 W/p. Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.
- **Iluminación:** Intensidad 5,41 W/m². Horario: 23-7h 0,8; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,000625 m³/sm². Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.



17.17 Zona Térmica 17: Conexiones Planta 2 1

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Conexiones 1 Planta 2 (espacio n. 31)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Conexiones 1 Planta 2 (espacio n. 31)

Espacio del **tipo 1:** Otros locales y circulaciones.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 20 m²/p. Actividad 160 W/p. Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.
- **Iluminación:** Intensidad 5,41 W/m². Horario: 23-7h 0,8; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,000625 m³/sm². Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.



17.18 Zona Térmica 18: Consultas Planta 2 1

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 2

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento de 6.00 a 22.00 de lunes a viernes.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Consultas 1 Planta 2 (espacio n. 32)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Consultas 1 Planta 2 (espacio n. 32)

Espacio del **tipo 13:** Consultas.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9.
- **Iluminación:** Intensidad 13,38 W/m². Horario: L-V: 7-15h 1.
- **Equipamiento:** 19,5 W/m². Horario: L-V: 8-15h 1.
- **Ventilación:** 0,0022 m³/sm². Horario: L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9.



17.19 Zona Térmica 19: Consultas Planta 2 2

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 2

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento de 6.00 a 22.00 de lunes a viernes.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Consultas 2 Planta 2 (espacio n. 33)
- Espera Pediatría Planta 2 (espacio n. 36)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Consultas 2 Planta 2 (espacio n. 33)

Espacio del **tipo 13**: Consultas.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9.
- **Iluminación:** Intensidad 13,38 W/m². Horario: L-V: 7-15h 1.
- **Equipamiento:** 19,5 W/m². Horario: L-V: 8-15h 1.
- **Ventilación:** 0,0022 m³/sm². Horario: L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9.

Espera Pediatría Planta 2 (espacio n. 36)

Espacio del **tipo 11**: Espera.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 5 m²/p. Actividad 100 W/p. Horario: L-V: 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ SD: 0,05
- **Iluminación:** Intensidad 3,10 W/m². Horario: 23-7h 0,7; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** 15 W/m². Horario: L-V 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ S-D 0,05.
- **Ventilación:** 0,0025 m³/sm². Horario: L-V: 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ SD: 0,05.



17.20 Zona Térmica 20: Espera Planta 2

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Espera Planta 2 (espacio n. 34)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Espera Planta 2 (espacio n. 34)

Espacio del **tipo 11:** Espera.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 5 m²/p. Actividad 100 W/p. Horario: L-V: 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ SD: 0,05
- **Iluminación:** Intensidad 3,10 W/m². Horario: 23-7h 0,7; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** 15 W/m². Horario: L-V 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ S-D 0,05.
- **Ventilación:** 0,0025 m³/sm². Horario: L-V: 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ SD: 0,05.



17.21 Zona Térmica 21: Consultas Planta 2 3

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 2

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento de 6.00 a 22.00 de lunes a viernes.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Consultas 3 Planta 2 (espacio n. 35)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Consultas 3 Planta 2 (espacio n. 35)

Espacio del **tipo 13:** Consultas.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9.
- **Iluminación:** Intensidad 13,38 W/m². Horario: L-V: 7-15h 1.
- **Equipamiento:** 19,5 W/m². Horario: L-V: 8-15h 1.
- **Ventilación:** 0,0022 m³/sm². Horario: L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9.



17.22 Zona Térmica 22: Salas de trabajo Planta 2

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 2

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento de 6.00 a 22.00 de lunes a viernes.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Salas de trabajo Planta 2 (espacio n. 37)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Salas de trabajo Planta 2 (espacio n. 37)

Espacio del **tipo 16**: Salas de trabajo.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 5 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05.
- **Iluminación:** Intensidad 5,68 W/m². Horario: 0-6h 0,05; 6-7h 0,1; 7-8h 0,3; 8-20h 0,9; 20-21h 0,5; 21-22h 0,3; 22-23h 0,2; 23-0h 0,1.
- **Equipamiento:** 10 W/m². Horario: 21-8h 0,05; 8-19h 0,9; 19-20h 0,65; 20-21h 0,4.
- **Ventilación:** 0,0025 m³/sm². Horario: 6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05.



17.23 Zona Térmica 23: Consultas Diálisis Planta 2

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 2

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento de 6.00 a 22.00 de lunes a viernes.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Consultas Diálisis Planta 2 (espacio n. 38)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Consultas Diálisis Planta 2 (espacio n. 38)

Espacio del **tipo 13:** Consultas.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9.
- **Iluminación:** Intensidad 13,38 W/m². Horario: L-V: 7-15h 1.
- **Equipamiento:** 19,5 W/m². Horario: L-V: 8-15h 1.
- **Ventilación:** 0,0022 m³/sm². Horario: L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9.



17.24 Zona Térmica 24: Diálisis Planta 2

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: 45%.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Diálisis Planta 2 (espacio n. 39)
- Box Agudos Planta 2 (espacio n. 40)
- Quirófanos Planta 2 (espacio n. 41)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Diálisis Planta 2 (espacio n. 39)

Box Agudos Planta 2 (espacio n. 40)

Espacios del **tipo 7:** Box.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 23 m²/p. Actividad 85 W/p. Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.
- **Iluminación:** Intensidad 10,39 W/m². Horario: 23-5h 0,5; 5-7h 0,7; 7-19h 0,9; 19-23h 0,7.
- **Equipamiento:** 21,73 W/m². Horario: 24h: 0,9.
- **Ventilación:** 12 h⁻¹. Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.

Quirófanos Planta 2 (espacio n. 41)

Espacios del **tipo 15:** Quirófanos.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: LV: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8 0,2/ SD 0,2
- **Iluminación:** Intensidad 22,55 W/m². Horario: L-V: 8-15h 0,9; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2.
- **Equipamiento:** 24,9 W/m². Horario: L-V: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2.
- **Ventilación:** 20 h⁻¹. Horario: LV: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8 0,2/ SD 0,2



17.25 Zona Térmica 25: Conexiones Planta 2 2

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Conexiones 2 Planta 2 (espacio n. 42)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Conexiones 2 Planta 2 (espacio n. 42)

Espacio del **tipo 1:** Otros locales y circulaciones.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 20 m²/p. Actividad 160 W/p. Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.
- **Iluminación:** Intensidad 5,41 W/m². Horario: 23-7h 0,8; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,000625 m³/sm². Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.



17.26 Zona Térmica 26: Preparación 1 Planta 3

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 4

CONSIGNAS: calefacción 22°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: 45%.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Preparación 1 Planta 3 (espacio n. 43)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Preparación 1 Planta 3 (espacio n. 43)

Espacio del **tipo 14:** Preparación Quirófanos.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 21,43 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: LV: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8 0,2/ SD 0,2.
- **Iluminación:** Intensidad 5,89 W/m². Horario: L-V: 8-15h 0,9; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2.
- **Equipamiento:** 6,67 W/m². Horario: L-V: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2.
- **Ventilación:** 20 h⁻¹. Horario: LV: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8 0,2/ SD 0,2.



17.27 Zona Térmica 27: Quirófanos 1 Planta 3

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 4

CONSIGNAS: calefacción 22°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: 45%.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Quirófanos 1 Planta 3 (espacio n. 44)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Quirófanos 1 Planta 3 (espacio n. 44)

Espacios del **tipo 15:** Quirófanos.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: LV: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8 0,2/ SD 0,2
- **Iluminación:** Intensidad 22,55 W/m². Horario: L-V: 8-15h 0,9; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2.
- **Equipamiento:** 24,9 W/m². Horario: L-V: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2.
- **Ventilación:** 20 h⁻¹. Horario: LV: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8 0,2/ SD 0,2



17.28 Zona Térmica 28: Preparación 2 Planta 3

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 4

CONSIGNAS: calefacción 22°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: 45%.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Preparación 2 Planta 3 (espacio n. 45)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Preparación 2 Planta 3 (espacio n. 45)

Espacio del **tipo 14:** Preparación Quirófanos.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 21,43 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: LV: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8 0,2/ SD 0,2.
- **Iluminación:** Intensidad 5,89 W/m². Horario: L-V: 8-15h 0,9; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2.
- **Equipamiento:** 6,67 W/m². Horario: L-V: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2.
- **Ventilación:** 20 h⁻¹. Horario: LV: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8 0,2/ SD 0,2.



17.29 Zona Térmica 29: Quirófanos 2 Planta 3

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 4

CONSIGNAS: calefacción 22°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: 45%.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Quirófanos 2 Planta 3 (espacio n. 46)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Quirófanos 2 Planta 3 (espacio n. 46)

Espacios del **tipo 15:** Quirófanos.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: LV: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8 0,2/ SD 0,2
- **Iluminación:** Intensidad 22,55 W/m². Horario: L-V: 8-15h 0,9; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2.
- **Equipamiento:** 24,9 W/m². Horario: L-V: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2.
- **Ventilación:** 20 h⁻¹. Horario: LV: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8 0,2/ SD 0,2



17.30 Zona Térmica 30: Preparación 3 Planta 3

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 4

CONSIGNAS: calefacción 22°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: 45%.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Preparación 3 Planta 3 (espacio n. 47)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Preparación 3 Planta 3 (espacio n. 47)

Espacio del **tipo 14:** Preparación Quirófanos.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 21,43 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: LV: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8 0,2/ SD 0,2.
- **Iluminación:** Intensidad 5,89 W/m². Horario: L-V: 8-15h 0,9; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2.
- **Equipamiento:** 6,67 W/m². Horario: L-V: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2.
- **Ventilación:** 20 h⁻¹. Horario: LV: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8 0,2/ SD 0,2.



17.31 Zona Térmica 31: Quirófanos 3 Planta 3

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 4

CONSIGNAS: calefacción 22°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: 45%.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Quirófanos 3 Planta 3 (espacio n. 48)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Quirófanos 3 Planta 3 (espacio n. 48)

Espacios del **tipo 15:** Quirófanos.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: LV: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8 0,2/ SD 0,2
- **Iluminación:** Intensidad 22,55 W/m². Horario: L-V: 8-15h 0,9; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2.
- **Equipamiento:** 24,9 W/m². Horario: L-V: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8h 0,2/ S-D 0,2.
- **Ventilación:** 20 h⁻¹. Horario: LV: 8-15h 1; 15-18h 0,5; 18-8 0,2/ SD 0,2



17.32 Zona Térmica 32: Ud. Cuidados críticos post Planta 3

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: 45%.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Ud. Cuidados Críticos Post Planta 3 (espacio n. 49)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Ud. Cuidados Críticos Post Planta 3 (espacio n. 49)

Espacio del **tipo 7**: Box.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 23 m²/p. Actividad 85 W/p. Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.
- **Iluminación:** Intensidad 10,39 W/m². Horario: 23-5h 0,5; 5-7h 0,7; 7-19h 0,9; 19-23h 0,7.
- **Equipamiento:** 21,73 W/m². Horario: 24h: 0,9.
- **Ventilación:** 12 h⁻¹. Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.



17.33 Zona Térmica 33: Espera Planta 3

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Espera Planta 3 (espacio n. 50)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Espera Planta 3 (espacio n. 50)

Espacio del **tipo 11:** Espera.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 5 m²/p. Actividad 100 W/p. Horario: L-V: 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ SD: 0,05
- **Iluminación:** Intensidad 3,10 W/m². Horario: 23-7h 0,7; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** 15 W/m². Horario: L-V 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ S-D 0,05.
- **Ventilación:** 0,0025 m³/sm². Horario: L-V: 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ SD: 0,05.



17.34 Zona Térmica 34: URPA 1 Planta 3

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: 45%.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- URPA 1 Planta 3 (espacio n. 51)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

URPA 1 Planta 3 (espacio n. 51)

Espacio del **tipo 7:** Box.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 23 m²/p. Actividad 85 W/p. Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.
- **Iluminación:** Intensidad 10,39 W/m². Horario: 23-5h 0,5; 5-7h 0,7; 7-19h 0,9; 19-23h 0,7.
- **Equipamiento:** 21,73 W/m². Horario: 24h: 0,9.
- **Ventilación:** 12 h⁻¹. Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.



17.35 Zona Térmica 35: Médicos de guardia Planta 3

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Médicos de Guardia Planta 3 (espacio n. 52)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Médicos de Guardia Planta 3 (espacio n. 52)

Espacios del **tipo 12**: Consultas Urgencias.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.
- **Iluminación:** Intensidad 13,38 W/m². Horario: 24h: 0,9.
- **Equipamiento:** 19,5 W/m². Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.
- **Ventilación:** 0,0022 m³/sm². Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.



17.36 Zona Térmica 36: Conexiones Planta 3 1

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Conexiones 1 Planta 3 (espacio n. 53)
- Espera camillas 1 Planta 3 (espacio n. 54)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Conexiones 1 Planta 3 (espacio n. 53)

Espacio del **tipo 1**: Otros locales y circulaciones.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 20 m²/p. Actividad 160 W/p. Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.
- **Iluminación:** Intensidad 5,41 W/m². Horario: 23-7h 0,8; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,000625 m³/sm². Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.

Espera camillas 1 Planta 3 (espacio n. 54)

Espacio del **tipo 11**: Espera.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 5 m²/p. Actividad 100 W/p. Horario: L-V: 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ SD: 0,05
- **Iluminación:** Intensidad 3,10 W/m². Horario: 23-7h 0,7; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** 15 W/m². Horario: L-V 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ S-D 0,05.
- **Ventilación:** 0,0025 m³/sm². Horario: L-V: 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ SD: 0,05.



17.37 Zona Térmica 37: Vestuarios Planta 3

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Vestuarios Planta 3 (espacio n. 55)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Vestuarios Planta 3 (espacio n. 55)

Espacio del **tipo 3:** Vestuarios

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 3 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 7-8h 1; 8-14h 0,4; 14-15h 1; 15-22h 0,4; 22-23h 1; 23-7h 0,4.
- **Iluminación:** Intensidad 4,79 W/m². Horario: 7-8h 1; 8-14h 0,2; 14-15h 1; 15-22h 0,2; 22-23h 1; 23-7 0,2.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 5 h⁻¹. Horario: 7-8h 1; 8-14h 0,4; 14-15h 1; 15-22h 0,4; 22-23h 1; 23-7h 0,4.



17.38 Zona Térmica 38: Conexiones Planta 3 2

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: 45%.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Espera camillas 2 Planta 3 (espacio n. 56)
- Conexiones 2 Planta 3 (espacio n. 57)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Espera camillas 2 Planta 3 (espacio n. 56)

Espacio del **tipo 11**: Espera.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 5 m²/p. Actividad 100 W/p. Horario: L-V: 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ SD: 0,05
- **Iluminación:** Intensidad 3,10 W/m². Horario: 23-7h 0,7; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** 15 W/m². Horario: L-V 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ S-D 0,05.
- **Ventilación:** 0,0025 m³/sm². Horario: L-V: 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ SD: 0,05.

Conexiones 2 Planta 3 (espacio n. 57)

Espacio del **tipo 1**: Otros locales y circulaciones.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 20 m²/p. Actividad 160 W/p. Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.
- **Iluminación:** Intensidad 5,41 W/m². Horario: 23-7h 0,8; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,000625 m³/sm². Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.



17.39 Zona Térmica 39: Conexiones Planta 4

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Conexiones Planta 4 (espacio n. 58)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Conexiones Planta 4 (espacio n. 58)

Espacio del **tipo 1:** Otros locales y circulaciones.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 20 m²/p. Actividad 160 W/p. Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.
- **Iluminación:** Intensidad 5,41 W/m². Horario: 23-7h 0,8; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,000625 m³/sm². Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.



17.40 Zona Térmica 40: Hospital de día oncohematológico Planta 5

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 7

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento 1.00 a 21.00 de martes a viernes, de 00.00 a 21.00 los lunes y de 20.00 a 24.00 los domingos.

HUMECTACIÓN: 45%.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Hospital de día oncohematológico Planta 5 (espacio n. 62)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Hospital de día oncohematológico Planta 5 (espacio n. 62)

Espacio del **tipo 8:** Hospital de día.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9,68 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: L-V: 7-8h 0,2; 8-20h 0,9; 20-21h 0,1.
- **Iluminación:** Intensidad 6,46 W/m². Horario: L-V: 7-21h 0,9; 21-22h 0,1.
- **Equipamiento:** 5,34 W/m². Horario: L-V: 8-20h 0,9; 20-21h 0,2.
- **Ventilación:** 0,00207 m³/sm². Horario: L-V: 7-8h 0,2; 8-20h 0,9; 20-21h 0,1



17.41 Zona Térmica 41: Consultas oncología Planta 5

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 2

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento de 6.00 a 22.00 de lunes a viernes.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Consultas Oncología Planta 5 (espacio n. 63)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Consultas Oncología Planta 5 (espacio n. 63)

Espacio del **tipo 13:** Consultas.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9.
- **Iluminación:** Intensidad 13,38 W/m². Horario: L-V: 7-15h 1.
- **Equipamiento:** 19,5 W/m². Horario: L-V: 8-15h 1.
- **Ventilación:** 0,0022 m³/sm². Horario: L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9.



17.42 Zona Térmica 42: Espera Planta 5

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Espera Planta 5 (espacio n. 64)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Espera Planta 5 (espacio n. 64)

Espacio del **tipo 11:** Espera.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 5 m²/p. Actividad 100 W/p. Horario: L-V: 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ SD: 0,05
- **Iluminación:** Intensidad 3,10 W/m². Horario: 23-7h 0,7; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** 15 W/m². Horario: L-V 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ S-D 0,05.
- **Ventilación:** 0,0025 m³/sm². Horario: L-V: 7-15h 0,9; 15-23h 0,4; 23-7h 0,05/ SD: 0,05.



17.43 Zona Térmica 43: Consultas digestivo/trauma Planta 5

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 2

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento de 6.00 a 22.00 de lunes a viernes.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Consultas Digestivo/Trauma Planta 5 (espacio n. 65)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Consultas Digestivo/Trauma Planta 5 (espacio n. 65)

Espacio del **tipo 13:** Consultas.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9.
- **Iluminación:** Intensidad 13,38 W/m². Horario: L-V: 7-15h 1.
- **Equipamiento:** 19,5 W/m². Horario: L-V: 8-15h 1.
- **Ventilación:** 0,0022 m³/sm². Horario: L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9.



17.44 Zona Térmica 44: Salas de trabajo digestivo/trauma Planta 5

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO2

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento de 6.00 a 22.00 de lunes a viernes.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Salas de Trabajo Digestivo/Trauma Planta 5 (espacio n. 66)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Salas de Trabajo Digestivo/Trauma Planta 5 (espacio n. 66)

Espacio del **tipo 16:** Salas de trabajo.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 5 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05.
- **Iluminación:** Intensidad 5,68 W/m². Horario: 0-6h 0,05; 6-7h 0,1; 7-8h 0,3; 8-20h 0,9; 20-21h 0,5; 21-22h 0,3; 22-23h 0,2; 23-0h 0,1.
- **Equipamiento:** 10 W/m². Horario: 21-8h 0,05; 8-19h 0,9; 19-20h 0,65; 20-21h 0,4.
- **Ventilación:** 0,0025 m³/sm². Horario: 6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05.



17.45 Zona Térmica 45: Conexiones Planta 5

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Conexiones Planta 5 (espacio n. 67)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Conexiones Planta 5 (espacio n. 67)

Espacio del **tipo 1:** Otros locales y circulaciones.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 20 m²/p. Actividad 160 W/p. Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.
- **Iluminación:** Intensidad 5,41 W/m². Horario: 23-7h 0,8; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,000625 m³/sm². Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.



17.46 Zona Térmica 46: Consultas Planta 5

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 2

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento de 6.00 a 22.00 de lunes a viernes.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Consultas Planta 5 (espacio n. 68)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Consultas Planta 5 (espacio n. 68)

Espacio del **tipo 13:** Consultas.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9.
- **Iluminación:** Intensidad 13,38 W/m². Horario: L-V: 7-15h 1.
- **Equipamiento:** 19,5 W/m². Horario: L-V: 8-15h 1.
- **Ventilación:** 0,0022 m³/sm². Horario: L-V: 7-8h 0,5; 8-15h 0,9.



17.47 Zona Térmica 47: Conexiones Planta 5 2

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Conexiones 2 Planta 5 (espacio n. 69)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Conexiones 2 Planta 5 (espacio n. 69)

Espacio del **tipo 1:** Otros locales y circulaciones.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 20 m²/p. Actividad 160 W/p. Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.
- **Iluminación:** Intensidad 5,41 W/m². Horario: 23-7h 0,8; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,000625 m³/sm². Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.



17.48 Zona Térmica 48: Laboratorios urgencias Planta 5

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Despachos Laboratorios Planta 5 (espacio n. 70)
- Laboratorios Urgencias Planta 5 (espacio n. 71)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Despachos Laboratorios Planta 5 (espacio n. 70)

Espacios del **tipo 12:** Consultas Urgencias.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.
- **Iluminación:** Intensidad 13,38 W/m². Horario: 24h: 0,9.
- **Equipamiento:** 19,5 W/m². Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.
- **Ventilación:** 0,0022 m³/sm². Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.

Laboratorios Urgencias Planta 5 (espacio n. 71)

Espacios del **tipo 6:** Laboratorios Urgencias.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 5 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.
- **Iluminación:** Intensidad 5,68 W/m². Horario: 24h: 0,8.
- **Equipamiento:** 32,3 W/m². Horario: 24h: 0,8.
- **Ventilación:** 0,004 m³/sm². Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.



17.49 Zona Térmica 49: Bioquímica Planta 5

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 6

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento de 5.00 a 19.00 los lunes y de 6.00 a 19.00 de martes a domingo.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Bioquímica Planta 5 (espacio n. 72)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Bioquímica Planta 5 (espacio n. 72)

Espacios del **tipo 5:** Laboratorios/Farmacia

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 5 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05.
- **Iluminación:** Intensidad 5,68 W/m². Horario: 0-6h 0,05; 6-7h 0,1; 7-8h 0,3; 8-20h 0,9; 20-21h 0,5; 21-22h 0,3; 22-23h 0,2; 23-0h 0,1.
- **Equipamiento:** 32,3 W/m². Horario: 20-8h 0,4; 8-19h 0,9; 19-20h 0,65.
- **Ventilación:** 0,004 m³/sm². Horario: 6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05.



17.50 Zona Térmica 50: Microbiología Planta 5

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 6

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento de 5.00 a 19.00 los lunes y de 6.00 a 19.00 de martes a domingo.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Microbiología Planta 5 (espacio n. 73)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Microbiología Planta 5 (espacio n. 73)

Espacios del **tipo 5:** Laboratorios/Farmacia

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 5 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05.
- **Iluminación:** Intensidad 5,68 W/m². Horario: 0-6h 0,05; 6-7h 0,1; 7-8h 0,3; 8-20h 0,9; 20-21h 0,5; 21-22h 0,3; 22-23h 0,2; 23-0h 0,1.
- **Equipamiento:** 32,3 W/m². Horario: 20-8h 0,4; 8-19h 0,9; 19-20h 0,65.
- **Ventilación:** 0,004 m³/sm². Horario: 6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05.



17.51 Zona Térmica 51: Box Planta 6

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: 45%.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Box Planta 6 (espacio n. 74)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Box Planta 6 (espacio n. 74)

Espacios del **tipo 7:** Box.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 23 m²/p. Actividad 85 W/p. Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.
- **Iluminación:** Intensidad 10,39 W/m². Horario: 23-5h 0,5; 5-7h 0,7; 7-19h 0,9; 19-23h 0,7.
- **Equipamiento:** 21,73 W/m². Horario: 24h: 0,9.
- **Ventilación:** 12 h⁻¹. Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.



17.52 Zona Térmica 52: Conexiones Planta 6

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Conexiones Planta 6 (espacio n. 75)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Conexiones Planta 6 (espacio n. 75)

Espacio del **tipo 1:** Otros locales y circulaciones.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 20 m²/p. Actividad 160 W/p. Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.
- **Iluminación:** Intensidad 5,41 W/m². Horario: 23-7h 0,8; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,000625 m³/sm². Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.



17.53 Zona Térmica 53: Salas de trabajo Planta 6

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 2

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento de 6.00 a 22.00 de lunes a viernes.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Salas de Trabajo Planta 6 (espacio n. 76)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Salas de Trabajo Planta 6 (espacio n. 76)

Espacio del **tipo 16**: Salas de trabajo.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 5 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05.
- **Iluminación:** Intensidad 5,68 W/m². Horario: 0-6h 0,05; 6-7h 0,1; 7-8h 0,3; 8-20h 0,9; 20-21h 0,5; 21-22h 0,3; 22-23h 0,2; 23-0h 0,1.
- **Equipamiento:** 10 W/m². Horario: 21-8h 0,05; 8-19h 0,9; 19-20h 0,65; 20-21h 0,4.
- **Ventilación:** 0,0025 m³/sm². Horario: 6-7h 0,1; 7-8h 0,2; 8-20h 0,95; 20-21h 0,1; 21-6h 0,05.



17.54 Zona Térmica 54: Médicos de guardia Planta 6

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Médicos de Guardia Planta 6 (espacio n. 77)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Médicos de Guardia Planta 6 (espacio n. 77)

Espacios del **tipo 12**: Consultas Urgencias.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 9 m²/p. Actividad 115 W/p. Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.
- **Iluminación:** Intensidad 13,38 W/m². Horario: 24h: 0,9.
- **Equipamiento:** 19,5 W/m². Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.
- **Ventilación:** 0,0022 m³/sm². Horario: 19-11h 0,7; 11-19h 0,8.



17.55 Zona Térmica 55: Conexiones Planta 7

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Conexiones Planta 7 (espacio n. 78)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Conexiones Planta 7 (espacio n. 78)

Espacio del **tipo 1:** Otros locales y circulaciones.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 20 m²/p. Actividad 160 W/p. Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.
- **Iluminación:** Intensidad 5,41 W/m². Horario: 23-7h 0,8; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,000625 m³/sm². Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.



17.56 Zona Térmica 56: Conexiones Planta 8

TIPO DE ZONA TÉRMICA: TIPO 3

CONSIGNAS: calefacción 24°C, refrigeración de 26°C; deshumectación HR 55%.

HORARIOS: funcionamiento durante las 24 horas del día los 365 días del año.

HUMECTACIÓN: No tiene.

ESPACIOS QUE FORMAN LA ZONA TÉRMICA:

- Conexiones Planta 8 (espacio n. 80)

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS:

Conexiones Planta 8 (espacio n. 80)

Espacio del **tipo 1:** Otros locales y circulaciones.

- **Ocupación:** Densidad de ocupación 20 m²/p. Actividad 160 W/p. Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.
- **Iluminación:** Intensidad 5,41 W/m². Horario: 23-7h 0,8; 7-23h 0,9.
- **Equipamiento:** No tiene.
- **Ventilación:** 0,000625 m³/sm². Horario: 23-5h 0,4; 5-7h 0,65; 7-19h 0,9; 19-23h 0,65.