



industriales
etsii

Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Análisis técnico y económico de una vivienda bioclimática.

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Autor: Ana Sánchez Gea
Director: Ana M^a Nieto Morote

Cartagena, 30 septiembre 2016



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Índice

1.	Introducción.....	1
2.	Arquitectura bioclimática.....	2
2.1.	Definición.....	2
2.2.	Objetivos de la arquitectura bioclimática.....	2
2.3.	Criterios de la arquitectura bioclimática.....	3
2.3.1.	Confort térmico.....	3
2.3.2.	Arquitectura bioclimática pasiva.....	3
2.3.2.1.	Emplazamiento y climatología.....	3
	<i>Emplazamiento</i>	3
	<i>Climatología</i>	4
2.3.2.2.	Diseño bioclimático. Características constructivas.....	5
	<i>Materiales</i>	5
	<i>Aislamiento térmico y acústico</i>	6
	<i>Estructura y muros</i>	8
	<i>Huecos. Carpintería y acristalamiento</i>	8
	<i>Cubierta</i>	10
2.3.2.3.	Medidas para evitar las pérdidas de calor.....	10
	<i>Disminución de pérdidas de calor a través de los cerramientos</i>	10
	<i>Eliminación de infiltraciones</i>	11
	<i>Diseño inteligente de las superficies en contacto con el exterior</i>	11
	<i>Calentar el aire empleado para ventilación</i>	11
2.3.2.4.	Medidas para refrigerar la vivienda.....	11
	<i>Ventilación natural y captación del aire</i>	11
	<i>Microclimas frescos</i>	12
	<i>Sistemas evaporativos de refrigeración</i>	13
	<i>Evitar la radiación solar</i>	13
2.3.2.5.	Captación solar pasiva.....	13
	<i>Captadores</i>	13
	<i>Acumuladores</i>	15
2.3.3.	Arquitectura bioclimática activa.....	15
2.3.3.1.	Cogeneración y micro-cogeneración.....	15

<i>Micro-cogeneración</i>	16
2.3.3.2. Energía geotérmica.	17
2.3.3.3. Calderas de biomasa.	18
2.3.3.4. Energía solar térmica.....	19
<i>Colector de baja temperatura</i>	19
<i>Colector de media temperatura</i>	19
<i>Colector de alta temperatura</i>	20
2.3.3.5. Energía Solar Fotovoltaica.....	20
<i>Sistemas aislados</i>	21
<i>Sistemas conectados</i>	21
2.3.3.6. Energía eólica y mini-eólica.....	22
<i>Mini-eólica</i>	22
3. Información sobre la vivienda.....	24
3.1. Situación y emplazamiento.	24
3.2. Justificación estética y ambiental inicial.	24
3.3. Características constructivas e instalaciones.....	25
3.3.1. Terreno y cimentación.	25
3.3.2. Estructura.	25
3.3.3. Cerramientos y tabiquería.....	26
3.3.4. Acabados, carpintería y vidrios.	26
3.4. Bases de diseño.....	26
4. Estudio de eficiencia energética.	28
4.1. Herramienta LIDER-CALENER	28
4.2. Geometría.	28
4.2.1. Situación y orientación.....	28
4.2.2. Composición de cerramientos.	30
4.2.3. Composición de huecos.....	31
4.2.3.1. Ventanas.....	31
4.2.3.2. Puertas.	32
4.2.4. Geometría en LIDER.	32
4.3. Cumplimiento de la demanda energética HE1.	36
5. Aplicación de medidas bioclimáticas.	37
5.1. Medidas de la arquitectura bioclimática pasiva.	37
5.1.1. Emplazamiento y climatología	37

5.1.2.	Características constructivas.....	37
5.1.3.	Medidas para evitar las pérdidas de calor.	38
5.1.4.	Instalación de pantallas verdes.....	38
5.1.4.1.	Definición.	38
5.1.4.2.	Instalación en la vivienda mediante HULC.....	38
5.1.4.3.	Análisis de resultados.....	40
5.1.5.	Medidas para refrigerar la vivienda.	41
5.1.6.	Captación solar pasiva. Muro Trombe.	41
5.1.6.1.	Definición.	41
5.1.6.2.	Instalación en la vivienda mediante HULC.....	42
5.1.6.3.	Análisis de resultados.....	44
5.2.	Medidas de la arquitectura bioclimática activa.	46
5.2.1.	Calderas de biomasa.	46
5.2.1.1.	Caldera de llama invertida.	47
<i>Principio de funcionamiento</i>	48	
5.2.1.2.	Caldera de astillas.....	49
5.2.1.3.	Caldera de pellets.....	49
<i>Pellet</i>	49	
<i>Principio de funcionamiento</i>	49	
5.2.1.4.	Comparación fuentes energéticas.....	51
5.2.1.5.	Dimensionado de la caldera.	52
<i>Demanda máxima instantánea de ACS</i>	53	
<i>Demanda energética</i>	53	
<i>Cálculo de Cargas Térmicas. Calener GT.</i>	53	
5.2.1.6.	Análisis de resultados.....	63
5.2.2.	Energía solar: térmica y fotovoltaica.....	64
5.2.2.1.	Energía solar térmica.....	64
<i>Dimensionado de los captadores solares</i>	66	
5.2.2.2.	Energía fotovoltaica.	72
<i>Orientación y funcionamiento óptimo.</i>	73	
<i>Dimensionado del módulo fotovoltaico</i>	74	
<i>Análisis de resultados</i>	81	
5.2.3.	Generador mini-eólico.	82
5.2.3.1.	El viento y sus características.....	82

<i>Rosa de viento</i>	83
<i>Histograma</i>	86
<i>Otros datos</i>	87
5.2.3.2. Situación y emplazamiento	88
5.2.3.3. Tecnología y aerodinámica de aerogeneradores	88
5.2.3.4. Dimensionado del aerogenerador y estimación de la producción.	89
5.2.3.5. Solución mixta: generador mini-eólico y módulos fotovoltaicos.	91
5.2.3.6. Análisis de resultados.	92
6. Análisis económico.	93
6.1. Captador solar.	93
6.1.1. Facturación anual de electricidad sin instalación de colector solar.	93
6.1.2. Facturación anual de electricidad con instalación de colector solar.	94
6.1.3. Estudio de la Rentabilidad de la Inversión	94
6.1.4. Análisis de resultados.	96
6.2. Caldera de biomasa.	96
6.2.1. Facturación anual de electricidad sin instalación de biomasa.	97
6.2.2. Facturación anual de electricidad y consumo de combustible con instalación de biomasa. 98	
6.2.3. Estudio de la Rentabilidad de la Inversión	99
6.2.4. Análisis de resultados.	101
6.3. Módulos fotovoltaicos.	101
6.3.1. Facturación anual de electricidad sin instalación fotovoltaica.	102
6.3.2. Facturación anual de electricidad con instalación fotovoltaica.	103
6.3.3. Estudio de la Rentabilidad de la Inversión	103
6.3.4. Análisis de resultados.	105
6.4. Instalación mixta. Mini-eólica + fotovoltaica.	105
7. Conclusiones.	107
Bibliografía	108
8. Anexos.	113
8.1. Horarios definidos para la vivienda en "HULC"	113
8.1.1. Horarios de climatización.	113
8.1.2. Horarios de ocupación.	118
8.1.3. Horarios de iluminación.	132
8.2. Cargas Térmicas.	147

8.2.1.	Cargas Calefacción.....	147
8.2.2.	Cargas refrigeración.	165
8.3.	Fichas Técnicas.	183
8.3.1.	Equipo Solar: Junkers SMART 150 L.	183
8.3.2.	Captador Solar SMART Excellence: FCC-2S	185
8.3.3.	Módulo fotovoltaico.....	186
8.3.4.	Estufa de pellets canalizable TMC PWA.	188
8.3.5.	Aerogenerador Bornay 1500.....	189

1. Introducción.

Desde los comienzos de la historia, el hombre adoptó el primer paso bioclimático al escoger vivir en una cueva en lugar de dormir a cielo abierto. A partir de ahí, ha ido adoptando diversos criterios bioclimáticos para ir mejorando la calidad de su hábitat y con ello el confort.

La Arquitectura Bioclimática es una arquitectura adaptada al medio ambiente, sensible al impacto que provoca en la naturaleza, y que intenta minimizar el consumo energético y con él, la contaminación ambiental. Sacando provecho a los recursos naturales del entorno y con los criterios constructivos ya existentes consigue una eficiencia energética.

En este proyecto, conoceremos los aspectos más importantes de la arquitectura bioclimática y, posteriormente, seleccionaremos aquellos que sean aplicables a la vivienda.

Se analizará también la eficiencia energética de la aplicación de medidas de ahorro en la vivienda, calculando los valores límite de demanda energética previa y posteriormente a su aplicación, estudiando la variación que produce su implementación.

Además, estudiaremos la viabilidad económica de emplear energías renovables para suplir el consumo energético de la vivienda, convirtiéndola de esta manera en eficiente desde el punto de vista del ahorro energético y sostenible desde el punto de vista de la utilización de energías renovables como forma de generación de energía para autoconsumo.

2. Arquitectura bioclimática.

2.1. Definición.

La arquitectura bioclimática es aquella que se adapta al medio ambiente de forma que consigue reducir la dependencia energética a través del aprovechamiento de las condiciones climáticas de su entorno.

Mediante un diseño adecuado e inteligente, transforma los elementos climáticos externos en confort interno; y en caso de necesitar un aporte energético extra, se recurrirá en la medida posible a las fuentes de energía renovables.

La reducción del consumo energético, además de implicar un ahorro económico, implica la disminución de la contaminación y reduce la dependencia de los combustibles fósiles.

El diseño de un edificio bioclimático debe realizarse de manera global, de modo que sus elementos compongan un todo armónico: estructuras, cerramientos, captación solar, protección y acondicionamiento acústico y lumínico, orientación, etc.; de forma que cada elemento cumpla una misión bioclimática y funcional.

Existen proyectos que demuestran que, con un sobrecosto sobre el presupuesto original de un 10% o un 15% junto con el uso de las técnicas ya existentes, se puede ahorrar hasta el 65% del gasto de calefacción y un 60% en agua caliente: “sólo hay que usar el clima y añadir la tecnología”. Es decir, la arquitectura bioclimática permite “construir con el clima” demostrando viabilidad económica para su desarrollo.

Para ello, se debe estudiar a conciencia diseño, sistemas tecnológicos y materiales a utilizar con el fin de obtener una vivienda confortable y ahorradora.

2.2. Objetivos de la arquitectura bioclimática.

- Minimizar la demanda energética del edificio.
- Lograr el confort interior de la vivienda: condiciones adecuadas de temperatura, humedad y calidad del aire.
- Considerar el impacto de la construcción de edificios sobre el entorno: por las sustancias que se desprendan a posteriori, por el impacto que produce en el entorno y por el consumo que genera para el desarrollo sostenible del lugar.
- Contribuir a economizar en el consumo de combustibles.
- Disminuir la emisión de gases contaminantes mediante el uso de instalaciones que emplean energías renovables.

2.3. Criterios de la arquitectura bioclimática.

2.3.1. Confort térmico.

Entendemos por confort térmico a la sensación térmica cuantificada en la relación de la persona con respecto a su ambiente más inmediato.

Definido por la norma ISO 7730, el confort térmico “es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”. Depende directamente de los parámetros globales externos: temperatura y velocidad del aire, humedad relativa; así como de parámetros internos a la vivienda como la actividad física desarrollada, cantidad de ropa, metabolismo, etc. Para lograr una óptima sensación de confort deben darse las siguientes características externas:

Tabla 2.3.1-1 UNE-EN ISO 7730. Condiciones confort recomendables

CONDICIONES	INVIERNO	VERANO
Temperatura del aire	18 – 21 grados	20 – 24 grados
Velocidad del aire	< 0,15 m/s	< 0,25 m/s
Humedad relativa	30 – 60%	40 – 70%

Para conseguir el confort interno en nuestra vivienda, es necesario alcanzar un equilibrio entre las pérdidas de energía y los aportes energéticos, y es en este equilibrio donde la arquitectura bioclimática toma un papel determinante.

2.3.2. Arquitectura bioclimática pasiva.

La arquitectura bioclimática pasiva tiene su base en el aprovechamiento de las propiedades de materiales de construcción que nos permitan conseguir, en conjunto con un diseño inteligente, cualidades térmicas y de ventilación adecuadas e inherentes a la naturaleza.

2.3.2.1. Emplazamiento y climatología.

El lugar donde se construya una vivienda condiciona las posteriores elecciones a tomar, pues dependiendo del clima, del balance de carbono aceptable, así como las infraestructuras de las que esté dotada la zona, será o no adecuada la construcción de la misma.

Emplazamiento

Debemos asegurar que la zona esté dotada de las principales infraestructuras necesarias para que la vida en la vivienda sea adecuada, como la acometida de agua, la conexión a la red de abastecimiento y recogida de aguas residuales; siendo ésta la prioridad principal a la hora de emplazar nuestro edificio.

Otra característica a tener en cuenta en el emplazamiento es la vegetación presente en la zona. En las ciudades, la vegetación toma un papel importante pues son una fuente de captación y absorción de CO_2 para producir oxígeno, dando lugar a una mejora de la higrometría del ambiente. La vegetación además protege de vientos fríos, dispone de sombra en verano, funciona como aislante acústico y controla la erosión.

También deben tenerse en cuenta los posibles elementos perjudiciales como pueden ser la contaminación acústica, electromagnética, olores molestos y contaminación del suelo y el aire.

Climatología

El Sol es el centro sobre el que giran todos los sistemas bioclimáticos, tanto activos como pasivos. La radiación solar captada por la Tierra es transformada en energía por el ser humano; además, al hablar de radiación hablamos de calor, por lo que si buscamos reducir el consumo de energía en nuestra vivienda, es de vital importancia la correcta selección de materiales de construcción desde el punto de vista térmico, con el fin de obtener un confort adecuado a través de sistemas pasivos.

Para crear un microclima, debemos conocer las condiciones externas y adaptarnos al entorno. Entre las numerosas condiciones climáticas a tener en cuenta, destaca la humedad y los cambios bruscos de temperatura, pues pueden ser muy perjudiciales para el confort térmico interno.

Podemos diferenciar entre condiciones macro-climáticas y micro-climáticas. Las primeras hacen referencia a las condiciones características de la zona donde se ubique la vivienda como temperatura, pluviometría, viento y hora solar; mientras que las condiciones micro-climáticas son condiciones del entorno más inmediato a nuestra vivienda, como accidentes geográficos, cercanía de aguas, pendientes del terreno, etc.

Orientación de la vivienda

Dependiendo de la estación del año la trayectoria solar varía, siendo más horizontal en invierno y más vertical en verano. Estas trayectorias influyen de manera directa en el diseño de los huecos verticales de una edificación, pues en invierno, la fachada sur recibe prácticamente la totalidad de la radiación solar y en verano, las fachadas este y oeste y la cubierta reciben la radiación solar directa.

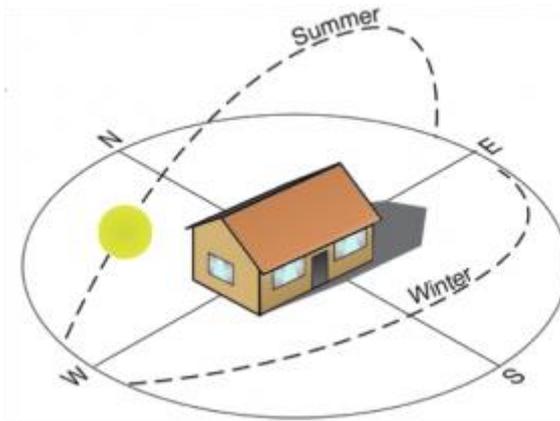


Tabla 2.3.2-1. Trayectoria solar

Teniendo en cuenta la radiación solar, debemos diseñar nuestra vivienda de forma inteligente para conseguir el mayor ahorro energético. Por nuestra zona geográfica, la mejor forma de aprovechar la radiación solar es utilizar zonas abiertas al sur, de modo que en la estación más fría, se aproveche la captación solar como medio de calefacción, mientras que en verano debemos proteger esta zona abierta mediante elementos que proyecten sombra.

2.3.2.2. *Diseño bioclimático. Características constructivas.*

Materiales

Tanto desde el punto de vista económico como desde el punto de vista ecológico, en la elección de los materiales debe tenerse en cuenta no solo su disposición, sino su comportamiento y su ciclo de vida completo.

Con la propia arquitectura y sin necesidad de utilizar sistemas complejos, podemos conseguir un nivel de confort adecuado sin emplear fuentes de energía convencionales.

Por las condiciones climáticas de nuestro país, los materiales que configuren nuestra vivienda deberán tener capacidad para acumular energía, calor o frío. Los materiales que más energía acumulan son los que mayor inercia tienen (mayor densidad y calor específico); entre ellos se encuentran los metales, las piedras, las cerámicas y las tierras. Además de ser capaces de acumular energía, deben realizar este proceso lo más rápido posible, y el parámetro que nos indica esta característica es la difusividad térmica. Por ello, los que resultan más adecuados como acabado interior de la casa son piedras, tierras y cerámicas.

Por su parte, la madera carece de inercia térmica, pero es el mejor aislante. Por tanto, en climas donde no puede haber calentamiento pasivo, lo que debe hacer la arquitectura bioclimática es gestionar eficazmente el consumo de energía convencional, mediante el uso de madera que mantiene cualquier cantidad de calor presente en la estancia.

Aislamiento térmico y acústico

El aislamiento, ya sea térmico o acústico, realiza la función de filtro o barrera para evitar que traspase el calor o los ruidos. Ambos tipos de aislamiento deben estudiarse conjuntamente. Desde el punto de vista bioclimático, debemos emplear materiales respetuosos con el medio ambiente. Entre estos materiales cabe destacar los siguientes:

- Corcho natural
- Fibras de celulosa
- Vidrio celular
- Vermiculita
- Lana, virutas o fibra de madera
- Fibras de cáñamo
- Perlita
- Arcilla expandida
- Lana de roca
- Fielto de madera

Debemos tener en cuenta que el Código Técnico de la Edificación considera que un material se califica como aislante si tiene una conductividad térmica $\lambda < 0,06 W/(mK)$.

Aislamiento térmico

A la hora de colocar el aislante en los cerramientos hay que prestar especial atención en evitar los puentes térmicos, pues suponen pérdidas de calor importantes. Uno de los principales problemas de los cerramientos es la aparición de humedad mediante la transmisión de calor por cambio de estado, por lo que la combinación de cámara de aire con un aislamiento bien instalado evita la acumulación de humedad en los acabados interiores y exteriores de la vivienda.

Es importante aislar correctamente las carpinterías, pues suponen durante el día la principal fuente de captación solar mientras que por la noche implican grandes pérdidas de energía. Un doble acristalamiento o aislamientos móviles como persianas, contraventanas, etc. evitan que las pérdidas sean elevadas.

Los aislantes térmicos se construyen con materiales con baja conductividad térmica.

Aislamiento acústico

La contaminación acústica puede penetrar en una vivienda a través de tres vías:

- Procedentes del exterior como son ruidos de tráfico y construcciones.
- Ruidos aéreos.
- Ruidos transmitidos a través de materiales de construcción.

Las soluciones frente a este problema son diversas: un buen diseño de la vivienda que evite reverberaciones, emplear materiales porosos en la cubierta que absorban el ruido aéreo, materiales densos que evitan la transmisión de ruido, emplear ventanas dobles con gran separación para amortiguar ruidos exteriores o emplear pantallas acústicas hechas con vegetación.

Aislantes térmicos				
Material o producto	HE			
	ρ kg / m ³	λ W / m·K	C_p J / kg·K	μ
Poliestireno Expandido (EPS)	-	0,039 ⁽¹⁾ – 0,029	-	20 - 100
Poliestireno Expandido Elastificado (EEPS)	-	0,046 – 0,029	-	
Poliestireno Extruido (XPS)				
Expandido con dióxido de carbono CO ₂	-	0,039 - 0,033	-	100 - 220
Expandido con hidrofluorcarbonos HFC	-	0,039 - 0,029	-	100 - 220
Lana mineral (MW)	-	0,050 - 0,031	-	1
Espuma rígida de Poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR)				
Proyección con Hidrofluorcarbono HFC	30 - 60	0,028	-	60 - 150
Proyección con dióxido de carbono CO ₂ celda cerrada	40 - 60	0,035 - 0,032	-	100 - 150
Plancha con Hidrofluorcarbono HFC o Hidrocarburo (pentano) y revestimiento permeable a los gases.	-	0,030 - 0,027	-	60 - 150
Plancha con Hidrofluorcarbono HFC o Hidrocarburo (pentano) y revestimiento impermeable a los gases.	-	0,025 - 0,024	-	∞
Inyección en tabiquería con dióxido de carbono CO ₂	15 - 20	0,040	-	≤ 20
Otros materiales aislantes)				
Corcho expandido (ICB) ⁽²⁾				
Arcilla Expandida ⁽³⁾	325 - 750	0,148 – 0,095	-	1
Panel de perlita expandida (EPB) (>80%)	140 - 240	0,062	-	5
Panel de vidrio celular (CG)	100 - 150	0,050	-	∞
Guata o fieltro de poliéster	20 y 50	0,038 – 0,033	-	
Espuma de polietileno reticular	-	0,072 – 0,038	-	
Espuma de polietileno no reticulado	-	0,042 – 0,035	-	

⁽¹⁾ Valor recomendado. Existen tipos de poliestireno expandido con una conductividad de hasta 0,046 W/mK

⁽²⁾ Vease el apartado 3.3 Maderas

⁽³⁾ Las características de la arcilla expandida corresponden únicamente al árido suelto

Tabla 2.3.2-2. Tabla propiedades aislantes térmicos.

Estructura y muros.

La estructura de una vivienda es el soporte vital en contacto con el terreno, por lo que la selección de los materiales de la misma debe tener en cuenta la posible contaminación del suelo. El material habitual en la cimentación es el hormigón y su uso está tan generalizado que los costes de cualquier otra alternativa son negativos como para su posible utilización. Por tanto, la solución bioclimática a tomar es mantener el cuidado en la ejecución y puesta en obra para reducir al mínimo los niveles de contaminación, adecuando la tipología de la edificación al terreno del entorno.

La utilización de adobe en los muros de carga es una solución muy económica y eficiente, pues este tipo de materiales (arcilla y arena) y en ocasiones la adición de paja o cal al mismo, nos facilitan un aislamiento natural capaz de absorber energía solar durante el día y transferirla a la vivienda durante la noche. Esta solución suele ser común en climas fríos, aunque las imperfecciones y defectos que supone su instalación hacen que este tipo de material solo se contemple para emplearlo en determinados puntos de la edificación.

Huecos. Carpintería y acristalamiento.

A la hora de realizar la selección de los huecos de nuestra vivienda, se deben tener en cuenta tres factores principales: permeabilidad al aire, transmitancia térmica y condensación en ventanas.

De estos tres factores, la permeabilidad del aire y la condensación en ventanas dependen exclusivamente de la climatología de la zona donde se ubique nuestra vivienda. Por tanto, dado que estamos tratando características constructivas, nos centraremos en la transmitancia térmica de los huecos.

Para la carpintería, la transmitancia dependerá del tipo de material que escojamos y de su geometría, siendo los más adecuados la madera y el PVC. Obviamente, la madera es más adecuada desde el punto de vista bioclimático al ser natural, sin embargo, su vida útil es mucho menor que la del PVC. Por tanto, teniendo en cuenta que el PVC es un material totalmente reciclable, podríamos considerar su utilización idónea.

Acristalamientos incoloros											
Composición		Vidrios normales			1 Vidrio normal + 1 vidrio de baja emisividad ⁽³⁾						
Tipo	Espesor (mm)	g _⊥	ε = 0,89		g _⊥	0,2 ≥ ε > 0,1		0,1 ≥ ε > 0,03		ε ≤ 0,03	
			U _{H,V} Horiz (1) (4)	U _{H,V} Vert (2) (4)		U _{H,V} Horiz (1) (4)	U _{H,V} Vert (2) (4)	U _{H,V} Horiz (1) (4)	U _{H,V} Vert (2) (4)	U _{H,V} Horiz (1) (4)	U _{H,V} Vert (2) (4)
			W/m ² ·K	W/m ² ·K		W/m ² ·K	W/m ² ·K	W/m ² ·K	W/m ² ·K	W/m ² ·K	W/m ² ·K
Vidrio sencillo	4	0,85	6,9	5,7	-	-	-	-	-	-	-
	6	0,83	6,8	5,7	-	-	-	-	-	-	-
	8	0,80	6,8	5,6	-	-	-	-	-	-	-
	10	0,78	6,7	5,6	-	-	-	-	-	-	-
	12	0,76	6,6	5,5	-	-	-	-	-	-	-
Vidrio Laminar ⁽⁵⁾	3+3	0,80	6,8	5,6	-	-	-	-	-	-	-
	4+4	0,77	6,7	5,6	-	-	-	-	-	-	-
	5+5	0,75	6,6	5,5	-	-	-	-	-	-	-
	6+6	0,74	6,5	5,4	-	-	-	-	-	-	-
	8+8	0,70	6,3	5,3	-	-	-	-	-	-	-
10+10	0,70	6,2	5,2	-	-	-	-	-	-	-	
Unidades de vidrio aislante ⁽⁶⁾	4-6-(4...10)	0,76	3,6	3,3	0,63	3,0	2,7	2,8	2,6	2,6	2,4
	4-9-(4...10)		3,4	3,0		2,7	2,3	2,5	2,1	2,3	1,9
	4-12-(4...10)		3,4	2,8		2,6	2,0	2,4	1,8	2,2	1,6
	4-15-(4...10)		3,4	2,7		2,6	1,8	2,4	1,6	2,2	1,4
	4-20-(4...10)		3,3	2,7		2,5	1,8	2,3	1,6	2,1	1,4
Unidades de vidrio aislante con vidrio laminar ⁽⁵⁾⁽⁶⁾	4-6-(3+3...10+10)	0,73	3,6	3,2	0,55	2,9	2,7	2,8	2,5	2,6	2,4
	4-9-(3+3...10+10)		3,4	3,0		2,6	2,3	2,4	2,1	2,3	1,9
	4-12-(3+3...10+10)		3,4	2,8		2,6	2,0	2,4	1,8	2,2	1,6
	4-15-(3+3...10+10)		3,3	2,7		2,5	1,8	2,3	1,6	2,2	1,4
	4-20-(3+3...10+10)		3,3	2,7		2,5	1,8	2,3	1,6	2,1	1,4

Tabla 2.3.2-3. Propiedades de los vidrios.

Marcos			
Producto	HE		
	ρ kg / m ³	U _{H,m} (W/m ² ·K) vertical	U _{H,m} (W/m ² ·K) horizontal
Metálico			
Normal	-	5,7	7,2
Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm	-	4	4,5
Con rotura de puente térmico > 12 mm	-	3,2	3,5
Madera			
Madera de densidad media alta	700	2,2	2,4
Madera de densidad media baja	500	2	2,1
PVC			
PVC (dos cámaras)	-	2,2	2,4
PVC (tres cámaras)	-	1,8	1,9

Tabla 2.3.2-4. Propiedades de los marcos.

Cubierta.

La cubierta es en verano la “fachada” que mayor radiación recibe, por lo que en zonas calurosas se debe evitar construir con colores oscuros o materiales que acumulen calor.

En lugares con un aporte solar excesivo, es conveniente la construcción de una *cubierta inclinada* con cámara de aire ventilada. Este tipo de cubierta puede estar constituida por un soporte, un aislamiento térmico fijado mecánicamente, un impermeabilizante y una capa de terminación compuesta de tejas sobre rastreles.

La *cubierta plana invertida* tiene una secuencia constructiva de elementos en serie, unos encima de otros. Sobre el forjado se coloca un fieltro, seguido de una lámina impermeable y finalmente una losa de hormigón poroso con aislante térmico. Por otro lado, la *cubierta plana flotante* se diferencia de la anterior en que la capa exterior está conformada por un pavimento sobre-elevado resuelto con baldosas sobre soportes de cualquier tipo.

Dentro de la arquitectura bioclimática, cabe destacar la denominada “*cubierta verde, ecológica o vegetal*”. Se trata de una cubierta ajardinada extensiva, donde se coloca un sustrato de vegetación de poco espesor. La vegetación debe estar formada por plantas autóctonas y resistentes a condiciones extremas y con capacidad de regeneración, facilitando así su mantenimiento, siendo éste reducido o nulo.

La cubierta ajardinada o intensiva es la instalación de un jardín en el edificio, permite vegetación de grandes dimensiones así como cultivo. Debe realizarse sobre cubiertas planas y se debe tener en cuenta en el cálculo de la estructura tanto la sobrecarga que supone como el aporte continuo de agua que requiere.

Estos dos últimos tipos de “cubiertas verdes” tienen numerosas ventajas:

- Favorecen la reducción de la temperatura ambiente y captan CO_2
- Retienen el polvo de forma que filtran metales pesados y contaminantes atmosféricos
- Son una excelente protección contra la radiación solar
- Aumentan la capacidad de enfriamiento por evaporación

2.3.2.3. Medidas para evitar las pérdidas de calor.

Podemos destacar entre las medidas para almacenar calor natural en la vivienda las siguientes:

Disminución de pérdidas de calor a través de los cerramientos

Uno de los elementos que más acumula pérdidas de calor son los cerramientos, siendo las ventanas, cubiertas y puentes térmicos las mayores fuentes de pérdida de calefacción natural. Por tanto, para conseguir disminuir estas pérdidas se debe aislar adecuadamente muros, soleras y cubiertas, así como emplear cristalería que garantice buen aislamiento térmico y acústico; siendo la más idónea la conformada por doble acristalamiento o doble ventana con rotura de puente térmico. Para evitar los puentes térmicos debemos dar continuidad al aislamiento de los cerramientos por la cara exterior del mismo.

Eliminación de infiltraciones

La pérdida de aire caliente procedente del interior y la entrada de aire frío del exterior es otro de los principales medios de perder calor en una vivienda. Entre las diferentes medidas a aplicar para eliminar la ventilación no deseada cabe destacar:

- Restauración de cubiertas antiguas para garantizar que el aire caliente se mantenga en la estancia.
- Instalación de carpintería con un buen grado de hermeticidad.
- Evitar puentes térmicos cerca de la carpintería.

Diseño inteligente de las superficies en contacto con el exterior

Entre estas medidas se encuentra: disminución de los metros cuadrados en contacto con la superficie, semi-enterramiento del edificio para aprovechar la masa térmica del terreno y reducir los intercambios térmicos con el exterior, orientación de la fachada a zonas con menor viento, así como la inclinación de la cubierta hacia la zona de la casa con mayor incidencia de vientos fríos.

Calentar el aire empleado para ventilación

La ventilación es necesaria para garantizar el confort térmico, pues permite la renovación del aire que respiramos y disipa el exceso de humedad y olores. Para calentar el aire procedente de la ventilación existen diferentes procedimientos:

- Aprovechamiento del calor de un elemento calefactor como es el caso de muros o suelos radiantes.
- Aprovechamiento del calor del subsuelo haciendo pasar el aire de ventilación por tubos subterráneos que garanticen la correcta circulación del aire y un aislamiento adecuado para evitar que disminuya su temperatura.

2.3.2.4. Medidas para refrigerar la vivienda.

Ventilación natural y captación del aire.

Los sistemas de ventilación son los elementos constructivos que se encargan de la renovación del aire contenido en un edificio. Para ello, se extrae el aire “usado” del interior de la vivienda e introducen aire fresco.

Desde el punto de vista de la arquitectura bioclimática, se deben evitar las infiltraciones de aire incontroladas mediante la instalación de cubiertas, puertas y ventanas lo más estancas posible; y facilitando las corrientes de aire controladas por la vivienda que garanticen la renovación del mismo y la climatización en verano. Debemos dejar salir el aire caliente, así como introducir aire fresco proveniente del exterior o enfriando aire procedente de ventilación.

Debido a que el movimiento del aire se produce por diferencias de presión y temperatura, se pueden crear distintos tipos de “recorrido del aire”:

- Ventilación cruzada: se favorece la circulación del aire a través de fachadas opuestas.
- Efecto chimenea: se emplea para expulsar el aire caliente acumulado en la parte superior.
- Chimenea solar: similar al anterior, este mecanismo funciona mejor a mayor temperatura exterior.
- Ventilación a través de cubierta: se ejecuta un conducto de salida en el centro de la cubierta que permite salir el aire captado mediante aberturas inferiores.

La *captación de aire* se puede llevar a cabo de diversas maneras. Entre ellas se encuentran:

- Por medio de ventiladores: se capta el aire exterior a través de un tubo por el que circula el aire hasta nuestro edificio. Este método se emplea en zonas con poco viento.
- A través de rendijas o rejillas: en zonas de viento constante, la colocación de rejillas en fachadas opuestas, siendo menor la rejilla receptora y mayor la de salida, genera una buena ventilación.
- Captación por voladizos y salientes: estos elementos, al modificar la forma compacta del edificio, oponen más resistencia al viento. La correcta colocación de voladizos junto con la formación de pequeñas hendiduras en los mismos, permite la ventilación en la parte inferior del hueco donde estén ubicados al crear una diferencia de presión gracias a su geometría.
- Mediante captadores de torre: son dispositivos de captación ubicados en la parte superior de la vivienda, pues éstos sobresalen por encima de la edificación y recogen el aire exterior para introducirlo en el interior.
- Por captación subterránea: se emplean para modificar la temperatura del aire exterior mediante la inercia térmica.

Microclimas frescos.

En lo relativo a los microclimas frescos podemos destacar las siguientes características constructivas para una vivienda:

- Construcción de un techo alto que garantice la disipación del aire caliente de la planta donde tiene lugar la actividad diaria de la vivienda.
- El diseño de plantas diáfanos asegura la ventilación natural de aire fresco a través de la misma.
- La disposición de estancias habitables en sótanos o semisótanos, así como una distribución flexible de la vivienda, son algunas de las medidas que favorecen los microclimas frescos.
- El diseño de una cubierta vegetal con sistema de riego que garantice la refrigeración por evaporación de agua.
- Proyectar patios interiores, porches, espacios sombreados, etc.

Sistemas evaporativos de refrigeración.

La evaporación del agua refresca el aire, por lo que empleando sistemas de captación solar podemos favorecer la evaporación de agua y por tanto una mejora en el ambiente.

Patios interiores.

Suponen una ventilación natural en zonas en las que no existe viento constante o intenso. Para su correcto funcionamiento debe existir vegetación o agua en movimiento, de forma que la evaporación producida reduzca la temperatura del aire. Son muy útiles en climas cálidos.

Torres de viento.

Denominadas “torres evaporativas” o “torres de viento”, se emplean en climas cálidos y secos. Al ser la temperatura del suelo elevada, la torre capta el aire frío superior y lo hace circular por toda la altura del edificio a través de un hueco instalado en el mismo. Este hueco se encuentra humedecido de forma que favorezca la reducción de la temperatura interior del aire y con ello, la circulación del mismo debida a la diferencia de temperatura entre el suelo y el exterior.

Evitar la radiación solar.

Una manera adecuada de evitar la calefacción natural no deseada se basa en la obstaculización de la radiación solar. Entre las medidas para llegar a tal fin cabe destacar las siguientes:

- Diseño de elementos que proyecten sombra teniendo en cuenta el recorrido solar anual, como son voladizos o pantallas.
- Colocación de vidrios aislantes o reflectantes que reduzcan la captación solar.
- Favorecer la luz solar indirecta o reflectada, a través de pantallas translúcidas o con un diseño de la vivienda que favorezca este tipo de radiación.

2.3.2.5. Captación solar pasiva.

La energía solar es la fuente principal de energía destinada a la climatización en edificios construidos según los principios bioclimáticos. Entendemos como captación solar pasiva al método que nos permite aprovechar la energía que proviene del sol, sin necesitar ningún aporte energético externo.

Según su comportamiento, podemos diferenciar dos sistemas dentro de la captación solar pasiva: elementos captadores y elementos acumuladores.

Captadores

Se encargan de recoger la radiación solar y se pueden clasificar en directos e indirectos. La mayoría de las medidas se basan en el principio del “efecto invernadero”, es decir, situar un vidrio en el exterior de un elemento que posea una gran masa térmica.

- Los *captadores directos* son aquellos en los que la captación solar es directa e incide sobre la estancia que se desea calentar, permitiendo el acceso de los rayos del sol a

través del vidrio de los huecos de los cerramientos de nuestra vivienda, para así calentar el aire y los parámetros interiores. Durante el día se capta la radiación solar y durante la noche, mediante los sistemas vistos anteriormente, impedimos las pérdidas de calor.

Dentro de este tipo de captadores podemos destacar sistemas como son la orientación de las ventanas al sol, la fachada hacia el sur, creación de invernaderos, etc.

- Los *captadores indirectos* son los sistemas que captan la energía solar y la almacenan transmitiéndola a las estancias mediante la interposición de elementos constructivos.

Los cerramientos, por ejemplo, son grandes volúmenes en los que se pueden almacenar enormes cantidades de energía si están contruidos con materiales porosos, por lo que podemos conseguir una calefacción interior adecuada si empleamos estos elementos.

A continuación, detallaremos algunos de estos sistemas de captación solar pasiva.

Muro Trombe

El Muro Trombe consiste en la utilización de un muro de piedra, tierra, adobe, etc. con gran masa térmica, al que se le coloca un vidrio en su parte exterior favoreciendo el efecto invernadero. Además, para favorecer el intercambio entre el exterior y el interior del espacio intermedio se le colocan unas aberturas en la parte inferior y superior. Para su correcto funcionamiento, se debe sombrear en verano y permitir la salida de aire en la parte superior; así como aislarlo correctamente para evitar pérdidas en invierno.

Parámetros de inercia térmica

La utilización de suelos y techos fabricados con materiales con grandes masa térmicas permite la acumulación y captación de radiación solar, por lo que empleando estos materiales y situándolos en las zonas próximas a la fuente de radiación se consigue una calefacción pasiva interna adecuada.

Sistemas de calefacción independientes

Los sistemas de calefacción independientes se basan también en el efecto invernadero y mediante un elemento captador adherido a la vivienda, transmite el calor a un depósito mediante corrientes de convección de aire o agua, siendo este elemento el acumulador de la energía solar.

Solera de grava

La grava aislada es utilizada como depósito acumulador, procurando evitar la transmisión de la humedad a través de ella, se puede hacer circular aire caliente por su interior para calentar la solera de modo que la energía se transmite al interior del edificio por radiación.

Cubierta y muro de agua

El principio de funcionamiento del muro de agua es equivalente al del Muro Trombe, solo que en este caso, el elemento de gran masa térmica es el agua, debiendo colocar 200 l/m^2 de superficie de captación.

La cubierta de agua se basa en situar sobre la cubierta elementos rellanados con agua; si además se coloca un vidrio como capa exterior, la acumulación es más eficiente.

Acumuladores

Los acumuladores se encargan de almacenar la energía para su posterior utilización. Existen sistemas que pueden acumular energía solar durante largos períodos de tiempo, mientras que otros se basan en la acumulación diurna de la energía solar y su utilización durante la noche.

Generalmente, los sistemas captadores y acumuladores se usan conjuntamente en función de las necesidades caloríficas de la vivienda y las condiciones climáticas.

2.3.3. Arquitectura bioclimática activa.

Dentro de la arquitectura bioclimática activa podemos destacar dos pilares:

- Sistemas de generación eléctrica
- Sistemas de aprovechamiento térmico

Estos sistemas se encuentran dentro de lo que denominamos como energías renovables.

2.3.3.1. Cogeneración y micro-cogeneración.

La cogeneración es un sistema de producción de energía cuya base radica en el aprovechamiento del calor generado durante un proceso. Consiste en la producción simultánea de calor y electricidad en el punto de consumo final de energía a partir de un combustible.

Generalmente, en un proceso de generación de energía se aprovecha en torno al 35% mientras que el resto se pierde en forma de calor. Para aprovechar ese calor residual se emplean los sistemas de cogeneración, generando calor y energía térmica útil.

Mediante este aprovechamiento conseguimos mejorar la sostenibilidad de nuestro edificio y reducir los gases de efecto invernadero.

Estos sistemas son empleados normalmente en la industria y grandes edificaciones, pues se trata de sistemas de gran tamaño. Además, el fundamento de alta eficiencia de esta tecnología

lo encontramos en sistemas donde la producción de electricidad lleva anexada una producción de energía calorífica aprovechable, y si esta energía eléctrica también se consume “in situ” podemos alcanzar rendimientos de hasta el 90%.

Su aplicación está formada por tres tipos de sistemas diferentes: dimensionamiento ACS, dimensionamiento ACS + Calefacción y enfriadora de absorción. Por tanto, este sistema es capaz de generar simultáneamente tres tipos de energía: térmica, eléctrica y producción de frío.

Las ventajas que presenta la cogeneración han hecho que las Administraciones Públicas a nivel nacional y europeo la hayan beneficiado con primas y/o incentivos a la producción.

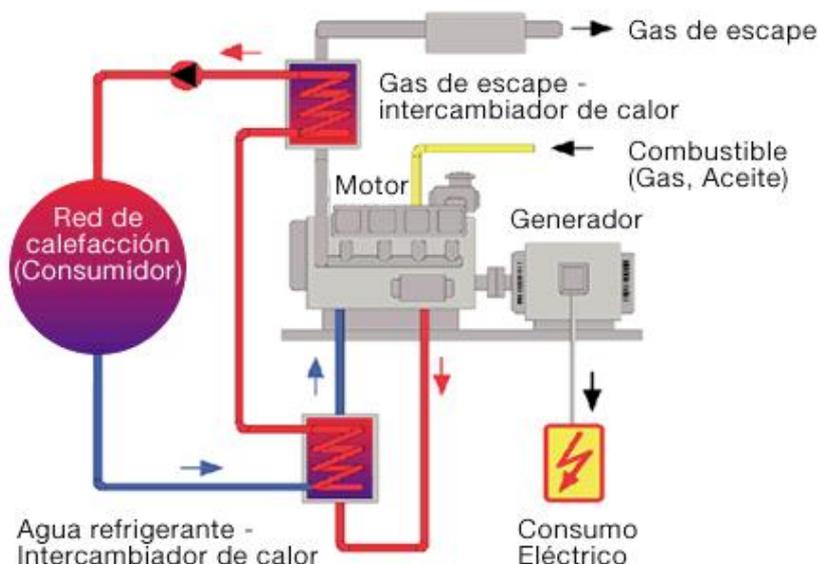


Tabla 2.3.3-1. Esquema de un sistema de cogeneración.

Micro-cogeneración

Según la *directiva 2004/8/CE* se denomina cogeneración de pequeña escala a la de potencia eléctrica inferior a 1 MW eléctrico y micro-cogeneración para una potencia eléctrica inferior a 50 kW eléctricos.

La tecnología utilizada en micro-cogeneración es la misma que la de cogeneración. La diferencia radica en el tamaño y forma de los sistemas, pues en micro-cogeneración los elementos que forman la instalación vienen encapsulados de manera compacta de forma que el equipo solo necesita ser conectado y puesto en marcha.

Este tipo de sistemas de cogeneración a pequeña escala se encuentran actualmente en desarrollo y continuo estudio, por lo que su presencia en el mercado es reducida.

2.3.3.2. Energía geotérmica.

La energía geotérmica proviene del calor interno de la Tierra, a diferencia del resto de energías renovables cuyo origen es la radiación solar. En general, podemos decir que se trata de la energía calorífica que la tierra transmite desde sus capas internas hacia la parte más externa de la corteza terrestre.

Este calor proviene de diferentes fuentes como son el movimiento diferencial entre las distintas capas que constituyen la Tierra, el calor latente de la cristalización del núcleo externo o la desintegración de isótopos radiactivos; por tanto, la cantidad de energía disponible es mucho mayor de la que realmente aprovechamos.

Denominamos recurso geotérmico a la porción de calor desprendido desde el interior de la tierra que puede ser aprovechado, siendo éste el objetivo de la geotermia.

Estos recursos se clasifican en función de la temperatura del fluido geotermal. Los que se encuentran a elevadas temperaturas, superiores a 100-150°C, se aprovechan principalmente para producir energía eléctrica, mientras que por debajo de estas temperaturas, su uso se limita a aplicaciones térmicas; por debajo de los 100°C se emplea para producir calefacción y refrigeración mediante una bomba de calor geotérmica, y para temperaturas en torno a los 25°C, su uso se limita a generación de agua caliente sanitaria y climatización.

Su funcionamiento consiste en la perforación del terreno hasta encontrar un punto de temperatura elevada a presión, para la posterior canalización de agua y vapor.

Los sistemas de geotermia destinados a la edificación aprovechan el calor del subsuelo que se encuentre a una temperatura homogénea durante todo el año, por lo que se debe perforar la Tierra hasta alcanzar una temperatura constante. Esta energía es canalizada por una bomba de calor conectada a un circuito de intercambio de calor entre el suelo y la edificación, pudiendo ser dicho circuito de lazo cerrado o de lazo abierto dependiendo del fluido requerido para cada uno. La ventaja de este tipo de energía es que, al encontrarse la Tierra a una temperatura prácticamente constante, se puede emplear tanto para refrigeración en verano como para calefacción en invierno.

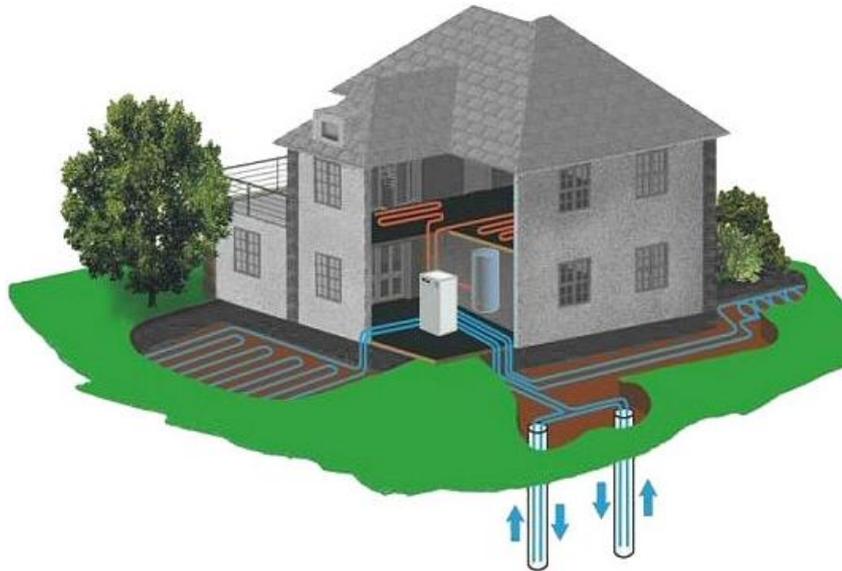


Tabla 2.3.3-2. Calefacción de una vivienda mediante sistema de geotermia.

2.3.3.3. Calderas de biomasa.

La biomasa es una fuente de energía cuyo origen se encuentra en la captación de la energía solar, pues se trata de un combustible generado a partir de sustancia orgánica renovable de origen vegetal que aprovechaba la radiación solar a través de la fotosíntesis.

Este combustible se emplea en calderas cuya aplicación usual es la calefacción de un edificio. El desarrollo de estas tecnologías ha experimentado un gran avance en los últimos años, generando sistemas cada vez más eficientes, limpios y por tanto, respetuosos con el medio ambiente.

Entre los tipos de calderas de biomasa cabe destacar tres de ellas:

- Calderas de llama invertida.
- Calderas de astilla.
- Calderas de pellet.

Los combustibles más comunes entendidos como biomasa son el pellet, formado por virutas de madera compactada, astillas de madera, huesos de aceitunas, cáscaras de frutos secos o leña.

La principal diferencia entre la utilización de estos combustibles frente a los combustibles fósiles no solo se encuentra en la sostenibilidad de los mismos, sino también en el ahorro económico que suponen, al ser la biomasa un recurso natural mucho más asequible que los derivados del petróleo.



Tabla 2.3.3-3. Instalación de calefacción mediante caldera de biomasa.

2.3.3.4. *Energía solar térmica.*

Es un modo muy eficaz de aprovechar la radiación solar diaria, por lo que lugares con climatología como la de nuestro país hacen de esta energía renovable una de las más eficaces, pues en España la radiación solar media es de 1600 kWh/m^2 .

Su funcionamiento se basa en recibir la radiación solar y transformarla en calor que puede tener diferentes aplicaciones. La radiación solar es captada mediante colectores solares que concentran e intensifican el efecto térmico para calentar un fluido (agua o aire) a una determinada temperatura, dependiendo del tipo de colector.

Colector de baja temperatura

Son sistemas muy simples, que no necesitan ningún dispositivo de concentración de la radiación solar, pues la temperatura a alcanzar en el fluido se encuentra por debajo del punto de fusión. Llegan a suplir hasta dos tercios del consumo de agua caliente de una vivienda.

Dentro de los colectores de baja temperatura encontramos tres tipos distintos:

- *Colector no vidriado*, se emplean sobre todo para calentar el agua de piscinas.
- *Colector de placa plana*, su uso está mucho más extendido pues su rendimiento es mejor, por lo que se emplean para el calentamiento de agua sanitaria o calefacción por suelo radiante.
- *Colector de tubos de vacío*, son los que más temperatura alcanzan dentro de los colectores de baja temperatura, por lo que se llegan a utilizar en procesos industriales que requieren calentamiento de agua. En el ámbito doméstico se emplean para el calentamiento de fluido de entrada a una caldera o para alimentar una instalación calefacción convencional.

Colector de media temperatura

Cuentan con un sistema de concentración de rayos solares, siendo su temperatura de trabajo entre 100 y 300°C . El sistema de concentración solar se basa en espejos parabólicos, haciendo incidir la radiación en un foco por donde pasa el fluido a calentar. Se emplean para generar

vapor a presión y obtener potencia y electricidad. Su mantenimiento es mayor pues deben permanecer orientados hacia el sol permanentemente y son más caros que los anteriores pues al alcanzar mayor temperatura, los materiales empleados para su construcción tienen un coste mayor.

Colector de alta temperatura

Alcanzan temperaturas entre 400 y 1000°C, centrandose su funcionamiento en la concentración de la radiación mediante la orientación de grandes extensiones de panel en un solo punto. Se emplean actualmente en las centrales termo-solares. Mediante espejos automatizados que siguen la trayectoria del sol, concentran la radiación solar en un punto que generalmente es una torre. Se clasifican en función del tipo de sistema y circulación.

- *Circuito cerrado.* Es el más utilizado dentro de este tipo de colectores, se emplean dos circuitos independientes, uno para el transporte del calor y otro para la circulación de agua caliente de consumo.
- *Circuito abierto.* En este tipo de sistemas, el fluido que transporta el calor es el que se emplea posteriormente para consumo, lo que evita pérdidas energéticas durante el proceso.

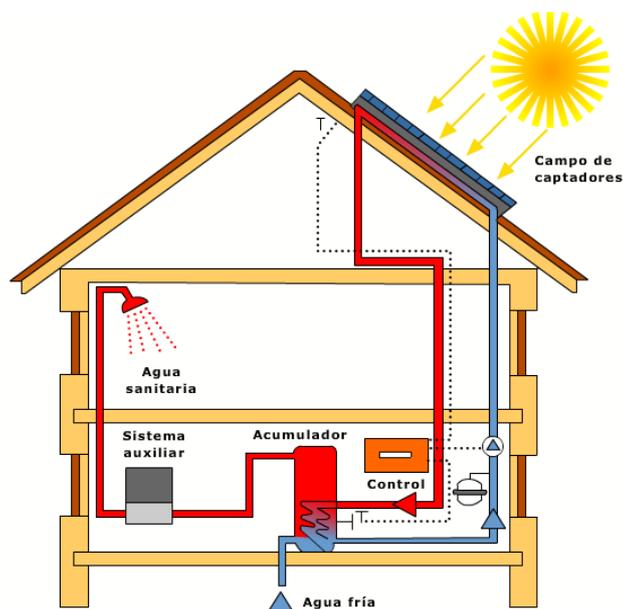


Tabla 2.3.3-4. Instalación de colector solar para abastecimiento de ACS.

2.3.3.5. Energía Solar Fotovoltaica.

Los sistemas fotovoltaicos emplean la radiación solar para generar energía eléctrica basándose en las propiedades de los materiales semiconductores.

El elemento semiconductor en este caso es célula fotovoltaica, cuyo funcionamiento se basa en la recepción de radiación solar y su transmisión mediante los fotones de luz solar a los electrones del semiconductor para provocar la circulación de éstos en el sólido, de forma que

sea posible la transmisión de estos electrones al exterior del material semiconductor; generando así una corriente eléctrica suficiente para conducirla por un circuito externo.

La conexión y el encapsulado de las células fotovoltaicas es lo que denominamos como sistema de paneles o módulos fotovoltaicos. La potencia (medida en vatios pico) suministrada por cada módulo depende de la radiación solar y la temperatura, siendo los valores normalizados:

- Temperatura de funcionamiento: 25°C
- Radiación solar: 1000 W/m^2

Además, la energía se obtiene multiplicando la potencia nominal por las horas diarias de sol (radiación directa).

El principal problema que presenta esta tecnología es su baja eficiencia, por lo que se estudian nuevos materiales para su construcción. Actualmente, el material más común es el silicio, pero también existen células construidas con materiales más económicos como cobre, indio, galio o selenio.

Existen dos tipos de sistemas fotovoltaicos: sistemas aislados y sistemas conectados.

Sistemas aislados

La energía generada se almacena en baterías para su posterior uso. Estos paneles sólo producen energía durante las horas de sol, por lo que se necesita un acumulador para suministrar electricidad durante las horas con menor o nula radiación solar. Se trata de un sistema muy básico y versátil, sin apenas mantenimiento y con un proceso de amortización inmediato.

Este sistema está compuesto por los siguientes elementos:

- Generador fotovoltaico.
- Regulador de carga, para evitar sobrecargas o descargas extremas.
- Acumulador
- Inversor para modificar la corriente continua en alterna.

Sistemas conectados

Se trata de sistemas que generan energía para enviarla a la red eléctrica convencional para su distribución posterior donde sea necesaria. En este caso el tamaño de la instalación depende del espacio disponible y la inversión a realizar.

Este sistema está compuesto principalmente por generador, inversor y contadores; el contador principal mide la energía producida y es enviada a la red.



Tabla 2.3.3-5. Esquema sistema fotovoltaico aislado.

2.3.3.6. *Energía eólica y mini-eólica.*

La energía eólica es una de las principales energías renovables del planeta, pues la cantidad de energía que podríamos producir a partir de ella es muy superior al consumo mundial de energía actual.

Su origen radica en el aprovechamiento de las corrientes de viento, entendidas como energía cinética, para generar energía eléctrica. Se puede encontrar tanto en parques eólicos para la generación de energía eléctrica a gran escala como en la producción de energía para autoconsumo a través de aerogeneradores aislados.

Los principales componentes de un aerogenerador son:

- Rotor: elemento encargado de la transformación de la energía.
- Góndola: en ella se ubican el generador y el sistema de transformación de energía cinética del rotor en rotación del eje del generador.
- Torre: encargada de la correcta ubicación del aerogenerador, tanto en altura como en orientación.
- Sistema de control: encargado de optimizar el funcionamiento del sistema.

Existen diferentes tipos de aerogeneradores en función del número de palas y de su orientación. Los más comunes son los aerogeneradores de tres palas con eje horizontal, que son los que solemos encontrar en los parques eólicos, mientras que los aerogeneradores de eje vertical son empleados en zonas más urbanizadas pues aprovechan mejor el espacio disponible.

Mini-eólica

La energía mini-eólica se denomina como tal por sus características para producir bajas cantidades de electricidad que sirvan para cubrir el consumo de una vivienda aislada o un conjunto de viviendas con poca demanda eléctrica.

Su objetivo es reducir la demanda de energía a nivel doméstico, residencial o industrial operando en cierta manera como una vía activa de ahorro de energía directamente en el punto de consumo. Para este tipo de aplicaciones existen aerogeneradores de potencia entre 1kW y 10 kW preparados para operar en sistemas aislados de la red (conectados a baterías) o conectados a la red eléctrica convencional.



Tabla 2.3.3-6. Instalación mixta fotovoltaica y mini-eólica.

3. Información sobre la vivienda.

3.1. Situación y emplazamiento.

Nuestra vivienda se encuentra ubicada en la calle Lisboa, en el paraje de la Kabyla de la urbanización de Calabardina, Águilas.

La parcela donde se sitúa la edificación es rectangular y de medidas 19,70x20,30 metros.

El único condicionante topográfico es su inclinación de aproximadamente 17 grados.

La orientación de la fachada principal de la vivienda es sur-sureste, en concreto se encuentra a 247,5º.

En cuanto a los condicionantes atmosféricos del emplazamiento de la vivienda, serán analizados en detalle posteriormente, en el apartado de arquitectura bioclimática activa, pues de ellos deriva qué medidas activas serán aplicables a este proyecto.

Se mencionan a continuación las características atmosféricas generales de la zona de emplazamiento:

- Media de temperaturas máximas: 22,3ºC
- Media de temperaturas mínimas: 12,9ºC
- Viento: el viento procede principalmente del noreste, siendo la velocidad predominante del mismo en torno a los 3 m/s y el valor máximo histórico registrado es de 17,74 m/s.
- Pluviometría: se trata de una zona con escasas lluvias, por lo que no se tendrá en cuenta.

Respecto a los edificios colindantes, debemos tener en cuenta la sombra que éstos nos generan, así como la protección contra viento que aportan.

3.2. Justificación estética y ambiental inicial.

Cabe mencionar que la construcción de la vivienda se finalizó en el año 2010, por lo que ésta se encuentra enmarcada dentro de la tipología habitual de viviendas unifamiliares aisladas. Además, su adecuación espacial al entorno fue el resultado de la aplicación de un programa de necesidades y la voluntad de que se obtuviese una edificación acorde con las del entorno urbano donde se ubica, por lo que las premisas originales de su realización no se basaban en generar un mínimo impacto ambiental ni en la utilización de materiales respetuosos con el medio ambiente.

En base a estos criterios, se actuará más adelante y en la medida de lo posible, a acondicionar esta vivienda con los principios de la arquitectura bioclimática, no pudiendo en este caso modificar elementos constructivos de la misma previos a este proyecto.

3.3. Características constructivas e instalaciones.

3.3.1. Terreno y cimentación.

La cimentación está realizada sobre zapatas aisladas de hormigón armado de resistencia característica $f_{ck} = 250 \text{ Kg/cm}^2$.

Cimentación.

- Armadura transversal inferior y superior: Hormigón HA-25, control normal; Acero B 400 S, control normal.
- Armadura longitudinal inferior y superior: Hormigón HA-25, control normal; Acero B 400 S, control normal.

Tabla 3.3.1-1. Información elementos constructivos.

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN "EHE"								
Elemento estructural	Tipo de Hormigón	Nivel de Control	γ_c	Ambiente específico	Relac. Max agua/cem	Cont. Min cemento	Recubr. Mínimos	Tipo de cemento
Cimentación	HA-25/P/40/IIIa	Estadísitco	1,50	-	0,50	300 Kg	35 mm	CEM III/A-D 32,5 SR/MR
Estructura	HA-25/P/40/IIIa	Estadísitco	1,50	-	0,050	300 Kg	35 mm	CEM III/A-D 32,5 SR/MR
ACERO				EJECUCIÓN				
Elemento estructural	Tipo de Acero	Nivel de Control	γ_s	Tipo de acción	Nivel de Control	Coef. Parciales de Seguridad		
						Favorable	Desfavorable	
				Permanente	Normal	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,50$	
Toda la obra	B 400 S	Normal	1,15	Perm. No constante	Normal	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,60$	
				Variable	Normal	$\gamma_Q = 1,00$	$\gamma_Q = 1,60$	
Observaciones: Nivel de ductilidad de la estructura: $\mu = 2$								

3.3.2. Estructura.

La estructura está ejecutada a base de forjado prefabricado de hormigón armado y muros de carga prefabricados del mismo material con aislante térmico incorporado

El forjado es unidireccional, con viguetas prefabricadas semirresistentes, bovedilla de hormigón y una capa de compresión de HA-250.

Tanto forjados como elementos prefabricados están autorizados y cumplen con la normativa.

Forjado 1. Armaduras.

De acero AEH 400 N conformando una jaula. Bovedilla de cerámica, viguetas prefabricadas semirresistentes de hormigón armado. Carga total de 750 kg/cm^2 . Capa de compresión con malla Q-84 ACERO AE-50.

3.3.3. Cerramientos y tabiquería.

El cerramiento de la fachada está realizado a base de ladrillo cerámico hueco doble de medio pie de espesor, enlucido interiormente, cámara de aire de 4 cm. con aislante térmico de poliestireno expandido y tabique de ladrillo hueco doble de 7 cm. Todo ello asegurando un aislamiento acústico e higrotérmico.

Tabiquería con tabicón de 9 cm. de ladrillo hueco doble recibido con mortero de cemento 1:4 en baños y cocina y con tabique de hueco doble de 7 cm. colocado a panderete en el resto de la tabiquería interior.

Posteriormente, en el apartado de eficiencia energética realizaremos un estudio más en detalle sobre la composición de los cerramientos.

3.3.4. Acabados, carpintería y vidrios.

Los tabiques están enlucidos interiormente con cemento previamente maestreado.

La totalidad de las fachadas están ejecutados a la capuchina y con revestimiento de mortero de resinas con árido proyectado. Los zócalos tienen revestimiento de piedra natural.

La puerta de entrada a la vivienda está formada por núcleo de tablero náutico con revestimiento de madera de iroko, la puerta de entrada a la parcela y garaje están realizadas con un marco de hierro lacado y chapa de tablero náutico. La carpintería interior es contrachapado de haya y la carpintería exterior está ejecutada en metal. La puerta de entrada al garaje es de chapa de acero.

El vidrio colocado sobre la carpintería exterior de metal es vidrio doble 4x15x4 mm incoloro transparente.

Todas las medidas e información sobre los materiales de los huecos de la vivienda se encuentran definidos en detalle en el estudio de eficiencia energética.

3.4. Bases de diseño.

Dado que nuestro proyecto se realiza en base a una vivienda ya construida, debemos dejar atrás los criterios iniciales de la arquitectura bioclimática para dar paso a aquellas medidas que sean aplicables y mejoren nuestra vivienda haciéndola sostenible, ahorradora y prácticamente autosuficiente.

Por tanto, conocidas las características de la vivienda se actuará, en la medida de lo posible, a acondicionarla en base a criterios de la arquitectura bioclimática pasiva y activa que, tanto por

la climatología del lugar como por los aspectos técnicos de la propia vivienda, son aplicables; no pudiendo en este caso modificar elementos constructivos de la misma previos a este proyecto.

Para llevar a cabo este proceso de selección de medidas, debemos realizar en primer lugar un estudio de eficiencia energética para comprobar el cumplimiento de las *limitaciones de la demanda energética HE1* del *Código Técnico de la Edificación*.

Este estudio lo realizaremos mediante la herramienta unificada Lider Calener (HULC), que nos proporciona información de la demanda energética del edificio, de las cargas térmicas y de su eficiencia energética. Procederemos en principio a realizar un estudio inicial de la vivienda, para saber en qué condiciones se encuentra y sobre qué debemos trabajar, y una vez conocidas dichas limitaciones, actuaremos paso a paso a aplicar las medidas de la arquitectura bioclimática e ir comprobando cómo varían los valores de demanda energética para realizar una selección de medidas adecuada a las necesidades de la vivienda.

4. Estudio de eficiencia energética.

4.1. Herramienta LIDER-CALENER

La herramienta unificada LIDER CALENER es el programa oficial empleado para la evaluación de la demanda energética y del consumo energético y de los Procedimientos Generales para la Certificación energética de Edificios, así como los cambios necesarios para la convergencia de la certificación energética con el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).

Esta herramienta informática permite la verificación de las exigencias 2.2.1 de la sección HE0, 2.2.1.1 y punto 2 del apartado 2.2.2.1 de la sección HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE. También permite la verificación del apartado 2.2.2 de la sección HE0 que debe verificarse, tal como establece el DB-HE, según el procedimiento básico para la certificación energética de edificios.

Desde la última versión, la herramienta genera el informe en formato oficial para la Certificación energética de Edificios, así como un archivo digital en formato XML, que contiene todos los datos del certificado y que deberá aportarse en el momento del registro.

De acuerdo con la Nota Informativa sobre el Procedimiento para la Certificación Energética, desde el 14 de enero de 2016, sólo son admitidos por los Registros de las Comunidades Autónomas los certificados de eficiencia energética realizados con la versión 20151113 o posterior de HULC. Teniendo en cuenta esta información, es de esperar que en este proyecto se conozca el estado de nuestra vivienda desde este punto de vista.

El programa se puede “dividir” en dos partes (originalmente éstas se encontraban separadas). Mediante LIDER, resolvemos algunos de los cálculos recogidos en la HE1, y podemos llevar a cabo una descripción geométrica, constructiva y operacional de los edificios. Con CALENER VYP realizamos la calificación energética de viviendas y pequeño-mediano terciario, mientras que CALENER GT se emplea para la calificación de grandes edificios del sector terciario.

En este proyecto, vamos a realizar el estudio de eficiencia energética de una vivienda unifamiliar aislada ya construida.

4.2. Geometría.

4.2.1. Situación y orientación.

El primer paso a realizar en el programa es definir la información de situación y orientación de la vivienda, así como la zona climática definida en el *DB-HE Sección HE1*.

Como ya hemos analizado anteriormente en este proyecto, la vivienda se encuentra ubicada en la región de Murcia, concretamente en la localidad de Águilas con dirección Lisboa, 11.

Su orientación es sur-este (SSE) de 247,5º y se encuentra a una altitud de cerca de 20 metros respecto al nivel del mar.



Tabla 4.2.1-1. Situación de la vivienda.

Para conocer la zona climática, debemos servirnos del DB-HE sobre Ahorro de Energía.

En la tabla B1, se encuentran las zonas climáticas de la Península Ibérica.

Tabla B.1.- Zonas climáticas de la Península Ibérica

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Málaga	A3	0						h < 300			h < 700				h ≥ 700			
Melilla	A3	130																
Murcia	B3	25						h < 100			h < 550				h ≥ 550			
Orense/Ourense	D2	327									h < 150	h < 300				h < 800		h ≥ 800

Tabla 4.2.1-2. Zonas climáticas según DB-HE.

Introducimos por tanto en el programa toda esta información.

4.2.2. Composición de cerramientos.

Tabla 4.2.2-1. Composición de los cerramientos.

Partición	Cerramiento	Espesor
Cubierta cámara de aire	Teja de arcilla cocida	0,020
	Mortero de áridos ligeros (vermiculita perlita)	0,020
	Tablero cerámico	-
	Cámara de aire ligeramente ventilada horizontal	0,100
	Tabique de LH sencillo (40 mm < Espesor < 60 mm)	0,040
	Hormigón armado $d > 2500$	0,020
	EPS Poliestireno Expandido [0,029 W/[mK]]	0,020
	FU Entrevigado de hormigón – Canto 250 mm	0,250
Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0,020	
Cubierta bovedilla poliespan	Teja de arcilla cocida	0,020
	Mortero de áridos ligeros (vermiculita perlita)	0,020
	EPS Poliestireno Expandido (0,029 W/[mK])	0,240
	FU Entrevigado de hormigón aligerado – Canto 250 mm	0,250
	Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0,020
Forjado entreplantas	Plaqueta o baldosa de gres	0,010
	Mortero de cemento o cal para... $1000 < d < 1250$	0,020
	Arena y grava ($1700 < d < 2200$)	0,020
	Hormigón con arcilla expandida como árido principal $d 1500$	0,010
	FU Entrevigado de hormigón aligerado – Canto 250 mm	0,250
Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0,020	
Forjado porche	Plaqueta o baldosa de gres	0,020
	Mortero de cemento o cal para... $1000 < d < 1250$	0,030
	Betún fieltro o lámina	0,005
	EPS Poliestireno Expandido (0,029 W/[mK])	0,040
	FU Entrevigado de hormigón aligerado – Canto 350 mm	0,350
	Mortero de cemento o cal para... $1450 < d < 1600$	0,015
	Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0,020
Solera	Plaqueta o baldosa de gres	0,010
	Mortero de cemento o cal para... $1000 < d < 1200$	0,030
	Hormigón con áridos ligeros $1800 < d < 2000$	0,040
	Hormigón armado $d > 2500$	0,200
	EPS Poliestireno Expandido (0,029 W/[mK])	0,040

	Polietileno alta densidad (HDPE) Arena y grava (1700 < d < 2200) Tierra apisonada adobe bloques de tierra comprimida (1770 < d < 2000)	0,002 0,250 0,250
Fachada	Mortero de cemento o cal para... 1800 < d < 2000 ½ Pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm EPS Poliestireno Expandido (0,029 W/[mK]) Tabicón de LH doble (60 mm < E < 90 mm) Mortero de áridos ligeros (vermiculita perlita) Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020 0,120 0,080 0,070 0,020 0,020
Tabique	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 Tabicón de LH doble (60 mm < E < 90 mm) Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020 0,070 0,020

4.2.3. Composición de huecos.

4.2.3.1. Ventanas.

Tenemos siete tipos diferentes de ventanas, todas ellas están fabricadas con el mismo tipo de vidrio y con el mismo marco, pero son distintas en tamaño.

Fabricadas con doble vidrio bajo emisivos <0,03 ya sea en posición vertical u horizontal en función de sus medidas, de espesores 4-15-4, factor solar g=0,7 (adimensional) y con marcos metálicos en posición vertical u horizontal con rotura de puente térmico mayor de 12 mm.

A continuación, exponemos las medidas de cada ventana junto con el factor F de porcentaje de marco en el hueco, que se calcula a partir de la superficie que ocupa el marco y la superficie que ocupa el hueco según:

$$F(\%) = \frac{\text{Área total del marco}}{\text{Área total de hueco}} \cdot 100$$

- **Ventana habitaciones.** Medidas: 1.70 metros de altura por 1.60 metros de ancho. Con un $F(\%) = 25.37$.
- **Ventanas aseos.** Medidas: 0.60 de altura por 1.90 de ancho, con una $F = 42.1\%$.
- **Ventanas garaje:**
 - Ventana pequeña de 1.00 de alto por 2.00 metros de ancho, con $F = 30\%$.
 - Ventana grande de 1.00 metro de alto por 3.00 metros de ancho, con $F = 26.7\%$.
- **Ventanas escalera.** Ventanas situadas en la parte trasera de la casa, verticales y alargadas que iluminan el hueco de la escalera, de medidas: 2.00 metros de altura por 0.30 m de ancho. Con una $F = 35 \%$.
- **Ventana salita triangular:** se trata de una ventana implementada en la salita que hay en la tercera planta, junto al hueco de la escalera, cuya forma original es triangular,

pero se ha calculado su área equivalente para un rectángulo de igual base, pues el programa no permite introducir ventanas de geometrías distintas a cuadrados o rectángulos. Con todo esto, calculando el área total de la ventana y buscando la altura necesaria para alcanzar tal área con un rectángulo de igual base obtenemos que el rectángulo equivalente es de 2.00 metros de ancho por 1.10 metros de altura. La ventana tendría una F aproximada del 37%.

- **Ventana salita rectangular:** ventana situada en la cara trasera de la vivienda, implementada en la salita, con medidas de 2.20 m de ancho por 0.60 m de altura, con una $F = 40.91\%$.

4.2.3.2. Puertas.

La vivienda lleva incorporadas 5 puertas diferentes.

- **Puerta garaje.** Puerta metálica de medidas 2.20 metros de altura por 2.50 m de ancho. Al tratarse de una puerta metálica, pondremos en grupo vidrio y vidrio el valor que queramos y en marco seleccionando metálico posición vertical con rotura de puente térmico superior a 12 mm y un porcentaje de 99.99% de hueco cubierto por el marco.
- **Puerta garaje trasera.** Puerta de acceso al garaje por su parte trasera, metálica en posición vertical y con rotura de puente térmico mayor de 12mm. Sus medidas son de 1.00 metro de ancho por 1.90 m de altura.
- **Puerta principal.** Puerta de madera maciza de entrada principal a la vivienda, de medidas 1 metro de ancho por 2.10 metros de alto. Es decir, la puerta es de madera en posición vertical y de densidad media alta.
- **Puerta cocina:** puerta de cristal corredera con marcos metálicos de salida de la cocina hacia la zona exterior de la casa 2.10x1.00 m. La puerta está construida con doble cristal en posición vertical, VER_DC_4-15-4, con marcos metálicos en posición vertical con rotura de puente térmico mayor de 12mm. Y un factor de marco del 21%.
- **Puertas del porche:** el porche cuenta con dos puertas acristaladas correderas de igual composición y tamaño 2.25x2.10 m. Son de vidrio doble en posición vertical, VER_DC_4-15-4, con marcos metálicos en posición vertical con rotura de puente térmico mayor de 12mm. y $F = 19.58\%$.

4.2.4. Geometría en LIDER.

Para realizar la geometría en LIDER, hacemos uso de los planos oficiales de la casa, los cuales se encuentran en la documentación del proyecto en formato papel. A continuación mostramos los distintos alzados y vistas de la vivienda una vez terminada la geometría con el programa.

Destaquemos que a la hora de realizar las cubiertas, debemos calcular un ajuste volumétrico. Este ajuste consiste en equiparar el volumen que ocupan real, con el que ocuparía un polígono con la base rectangular, buscando la altura equivalente a tal volumen. Este proceso lo hemos llevado a cabo con las seis cubiertas.

Una vez terminada toda la geometría, recalculamos los puentes térmicos para comprobar que no hay ningún error.

Las diferentes vistas de la vivienda, tanto interiores como exteriores, son las siguientes:

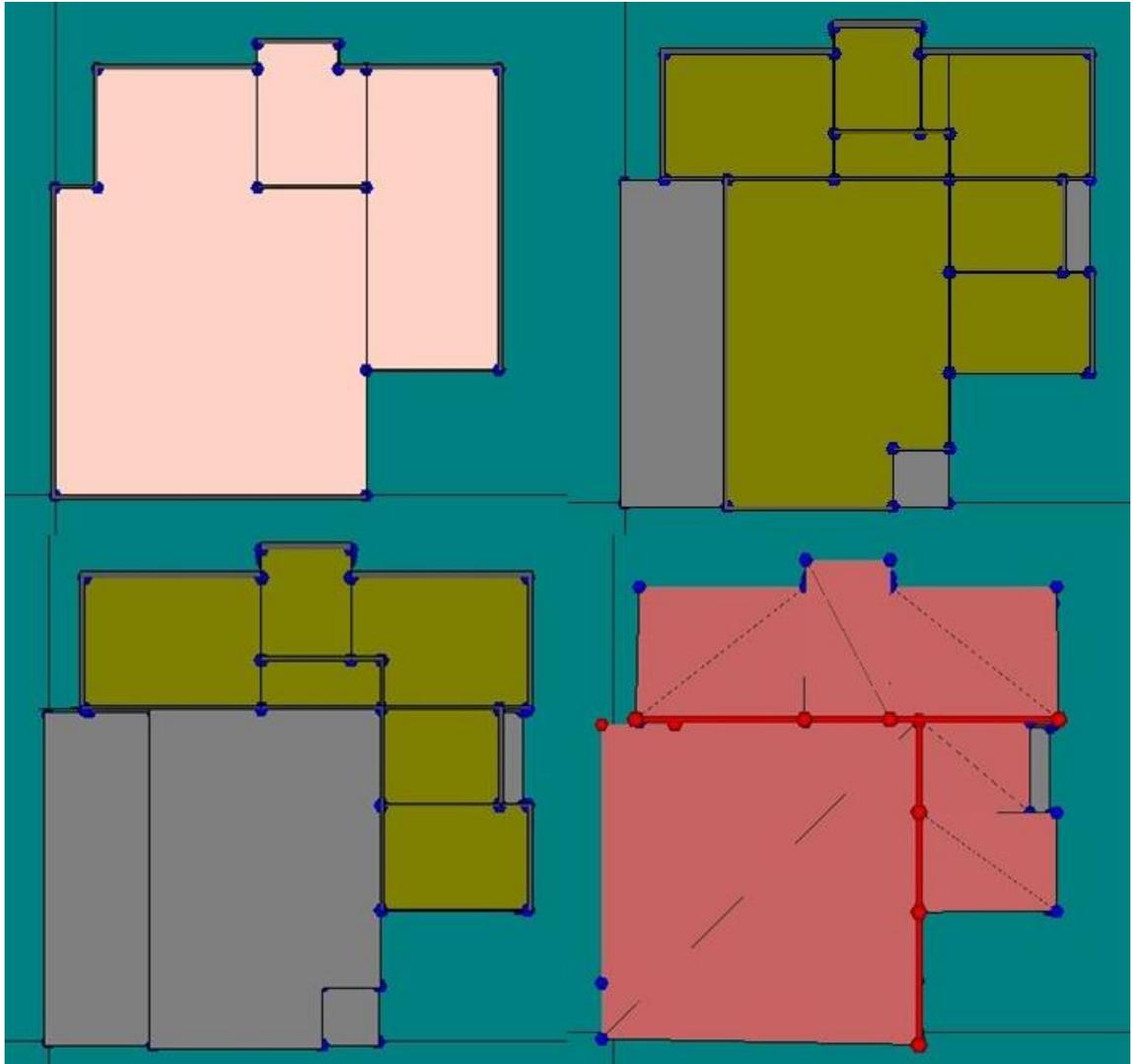


Tabla 4.2.4-1. Vista en planta de la vivienda.

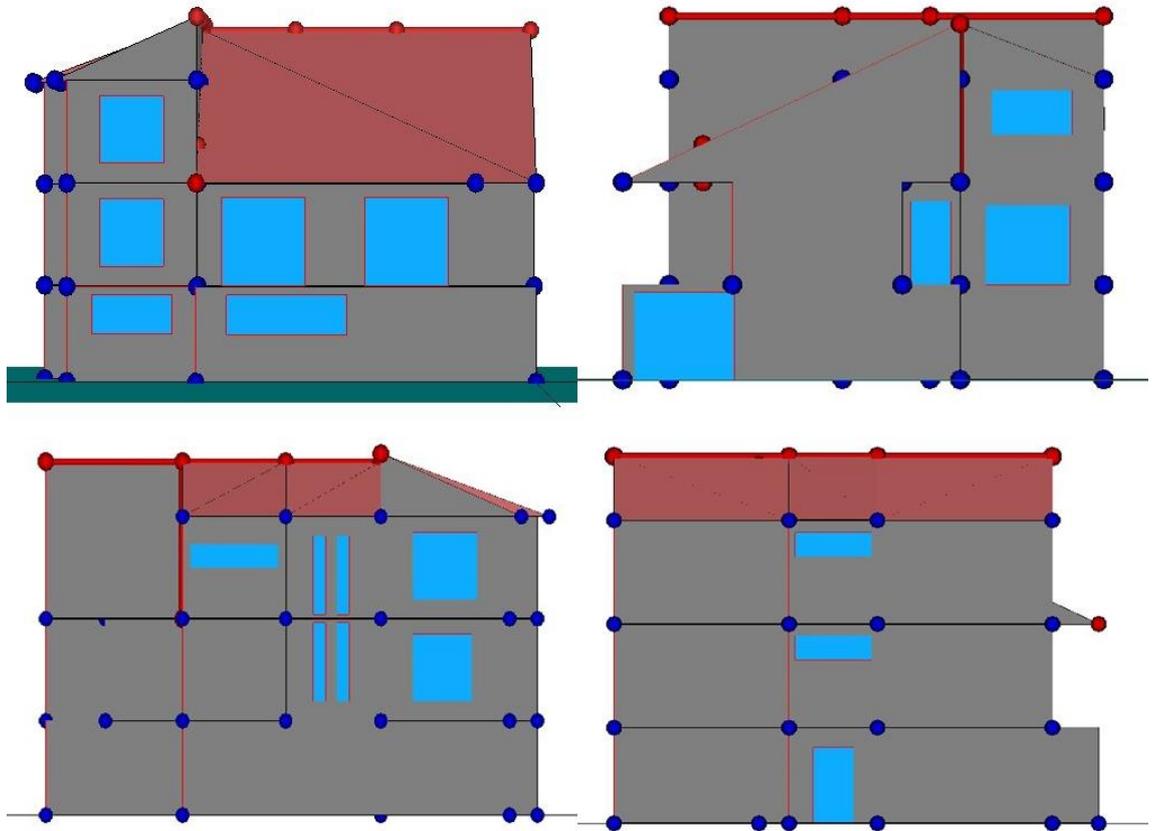


Tabla 4.2.4-2. Alzados y perfiles de la vivienda.

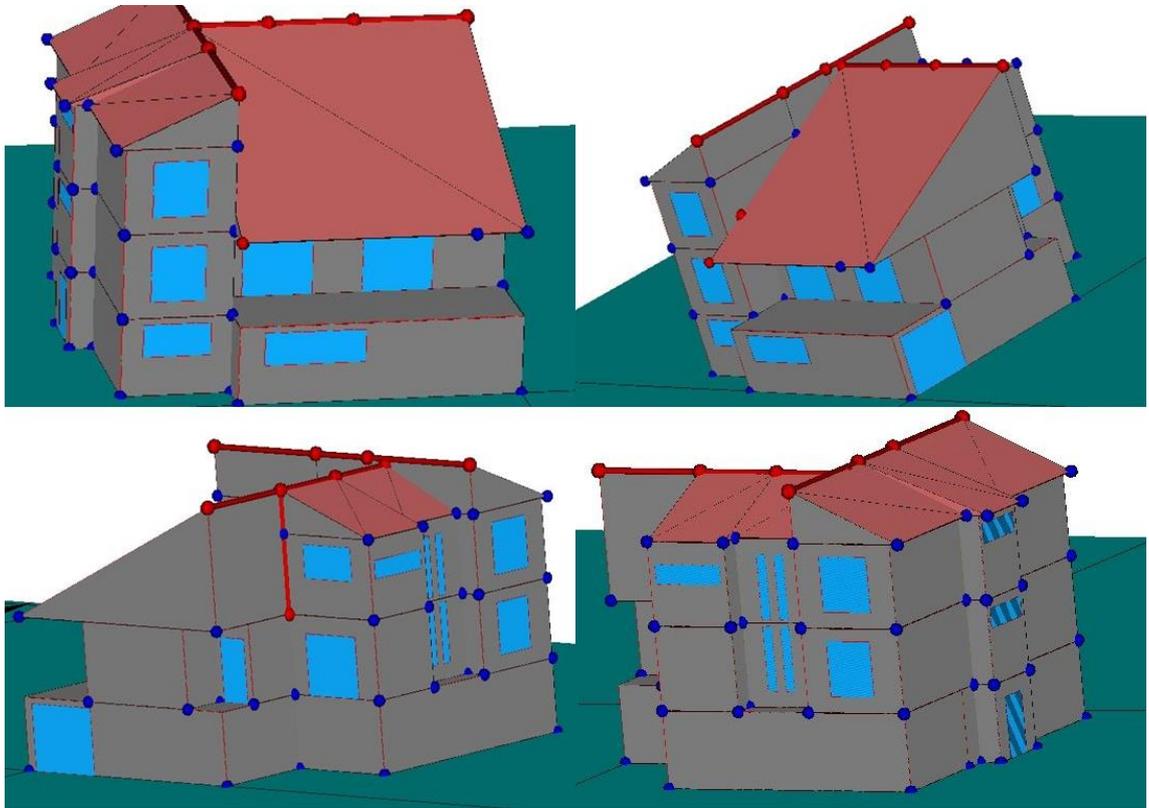


Tabla 4.2.4-3. Otras vistas del exterior vivienda.

4.3. Cumplimiento de la demanda energética HE1.

Una vez definido el edificio procedemos a verificar el cumplimiento de la demanda energética, obteniendo el siguiente resultado.

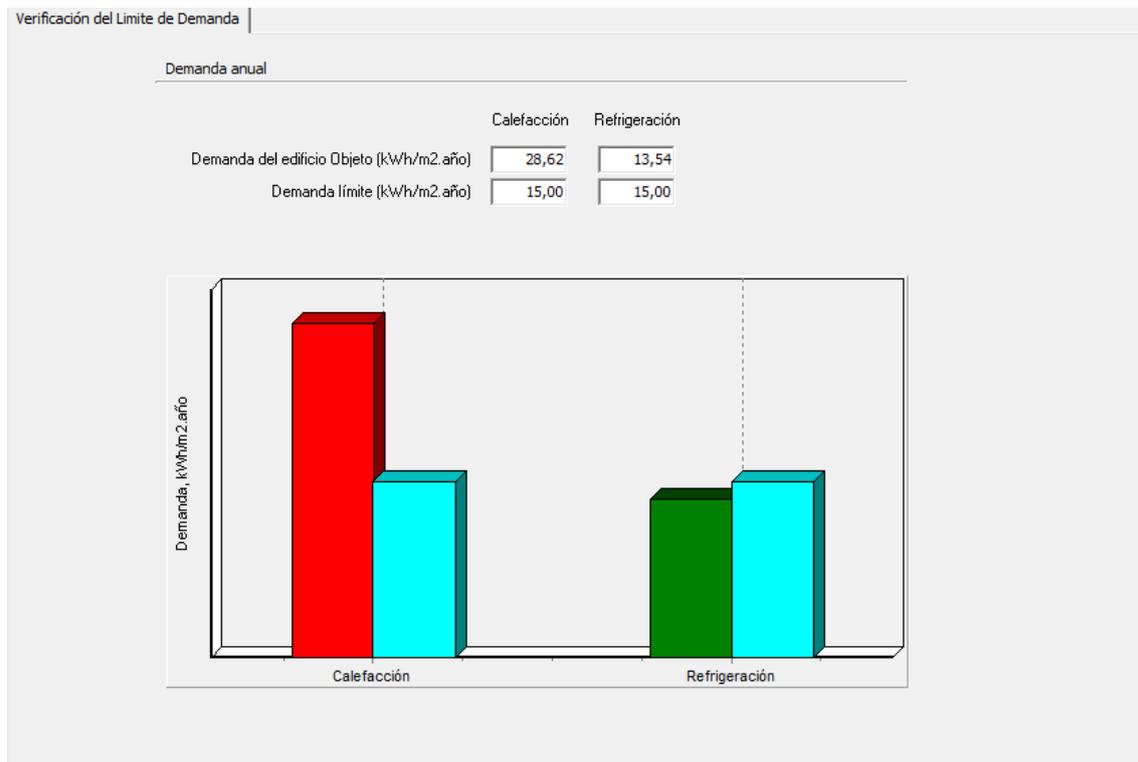


Tabla 4.2.4-1. Verificación del Límite de Demanda Energética.

Observamos que tenemos un grave problema de calefacción. Para intentar mejorar el edificio procedemos a aplicar diferentes medidas pasivas de la arquitectura bioclimática y en función de cómo influyan en la demanda energética de la misma, estudiaremos su posible implantación.

5. Aplicación de medidas bioclimáticas.

En este apartado analizaremos qué criterios son aplicables a nuestro proyecto y en qué medida mejoran la eficiencia de nuestra vivienda.

Como hemos explicado anteriormente, nuestro proyecto se realiza en base a una vivienda ya construida, por lo que en función de las características constructivas y geográficas de la misma, seleccionaremos aquellas medidas de la arquitectura bioclimática que nos permitan mejorar nuestra vivienda.

5.1. Medidas de la arquitectura bioclimática pasiva.

Teniendo en cuenta la definición de arquitectura bioclimática pasiva, las posibilidades de aplicar sus criterios son limitadas, ya que no nos es posible modificar la estructura original de la vivienda.

5.1.1. Emplazamiento y climatología

Al tratarse nuestro proyecto de una vivienda ya construida, estos criterios no son modificables. La climatología la analizaremos más adelante cuando tratemos medidas activas, pero las características generales de nuestra zona son alta radiación solar, vientos de procedencia noreste constantes y elevados y escasez de lluvia.

En cuanto a la orientación de la vivienda, la fachada principal de la casa está orientada hacia el sur-sureste por lo que, por la zona geográfica de nuestro país, el sol incide durante todo el día en invierno y en verano sólo hasta el mediodía.

5.1.2. Características constructivas.

Dentro de las características constructivas de la arquitectura bioclimática destacaremos el tipo de cubierta instalada en la vivienda, pues el resto de características se encuentran definidas en el apartado 3.3 de este proyecto.

Al ser la Región de Murcia la provincia de España que más energía solar recibe (1800 kWh/m²) la cubierta más eficiente será la inclinada, que es la que se encuentra instalada. Esta cubierta está compuesta por una cámara de aire ligeramente ventilada, mortero con áridos ligeros como aislante térmico, tablero cerámico para proporcionar impermeabilidad y acabado exterior en teja de arcilla cocida e interior enlucido de yeso; además de otros elementos (forjado unidireccional) que le confieren soporte y fijación.

Por nuestra situación geográfica las cubiertas verdes no son una aplicación útil, pues la carencia de lluvias y humedad, así como la radiación solar intensa hacen imposible la supervivencia de cualquier tipo de vegetación autóctona.

5.1.3. Medidas para evitar las pérdidas de calor.

Dado que no podemos modificar ni el diseño ni los elementos constructivos instalados previamente en la vivienda, sólo podemos tratar de calentar el aire de ventilación para evitar pérdidas de calor.

Cabe destacar que las ventanas instaladas son idóneas para evitar las pérdidas de calor. Además, la casa no cuenta con ninguna infiltración destacable, por lo que durante el invierno, carecemos de un flujo constante de aire de ventilación que podamos calentar para usar como calefacción natural.

5.1.4. Instalación de pantallas verdes.

5.1.4.1. Definición.

Una medida muy útil como aislamiento acústico y aislamiento frente al viento es la instalación de pantallas verdes.

Las pantallas verdes se basan en la instalación de alta vegetación como árboles y arbustos a una distancia adecuada de la vivienda para garantizar un buen aislamiento frente al viento.



Tabla 5.1.4-1. Fachada verde presente en una urbanización de viviendas.

5.1.4.2. Instalación en la vivienda mediante HULC.

En el programa, estos elementos se definen mediante sombras, por lo que podemos proyectarlas y ver en qué medida se modifica la demanda energética.

Simularemos una fachada verde a una distancia de 5 metros de la vivienda, con altura de 4 metros y ancho de 10 metros. La proyección resultante sería la siguiente:

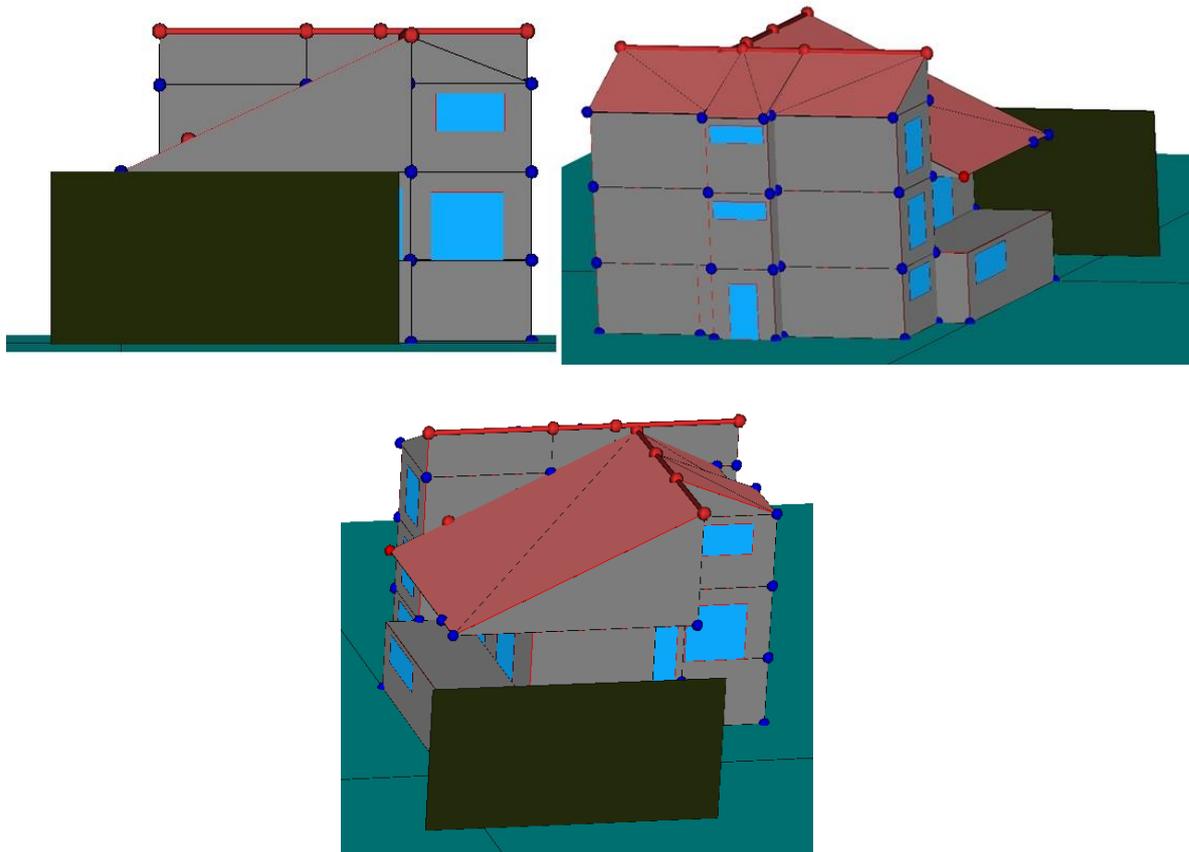


Tabla 5.1.4-2. Vistas de la instalación en HULC de una fachada verde.

5.1.4.3. Análisis de resultados.

Si pedimos al programa que nos indique la demanda energética obtenemos los siguientes valores:

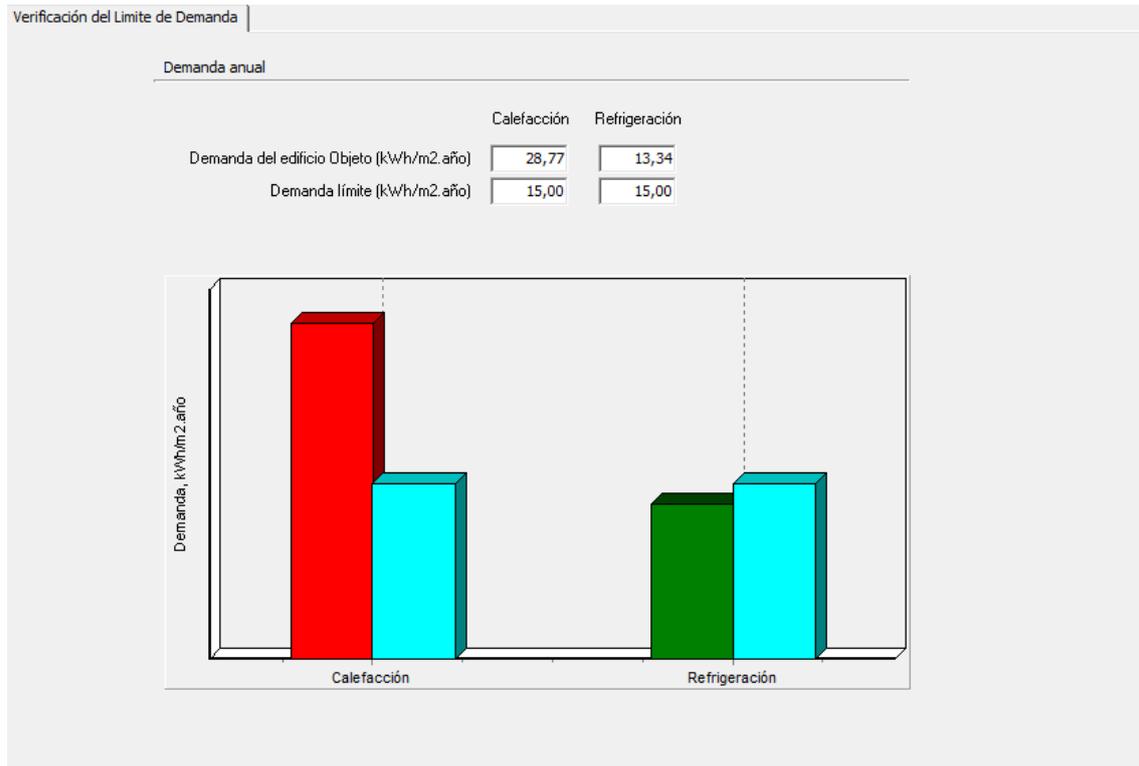


Tabla 5.1.4-3. Verificación del Límite de la Demanda Energética. Caso Fachada verde.

Tabla 5.1.4.3-5.1.4-4. Comparativa eficiencia energética para la instalación de una fachada verde en nuestra vivienda.

Demanda energética (kWh/m ² año)	Sin fachada verde	Con fachada verde
Calefacción	28,62	28,77
Refrigeración	13,54	13,34

Podemos afirmar que la instalación de una fachada verde cerca de un edificio mejora la refrigeración y empeora la calefacción, pero en valores prácticamente inapreciables desde el punto de vista de límite de demanda. Sería útil considerar su instalación si nuestro edificio sobrepasase el límite de refrigeración por unas pocas décimas, siempre que la calefacción la cumpliésemos sobradamente.

En nuestro caso, la instalación de una fachada verde empeora nuestro edificio ya que aumenta la demanda energética de calefacción, que es justo el valor que debemos mejorar. Por tanto, no consideraremos la aplicación de esta medida pasiva en nuestro proyecto.

5.1.5. Medidas para refrigerar la vivienda.

El tipo/circuito de ventilación presente en la vivienda es ventilación cruzada desde la fachada sur hasta la fachada norte, tanto en habitaciones como en sala de estar y cocina, por lo que en verano contamos con una ventilación idónea.

En la zona donde se ubica nuestra vivienda los vientos son predominantes de levante-poniente y procedentes del mar, por lo que contamos con una fuente natural de aire fresco constante durante la época más calurosa. La captación de aire se hace innecesaria así como cualquier otro sistema de refrigeración natural.

5.1.6. Captación solar pasiva. Muro Trombe.

5.1.6.1. Definición.

El Muro Trombe es un sistema de captación solar pasivo cuyo principio se basa en potenciar la energía solar que recibe un muro y convertirlo en un sencillo sistema de calefacción.

Su componente principal es un muro orientado hacia la posición del sol más favorable a lo largo del día construido con materiales que le permitan absorber el calor como masa térmica (tierra, piedra, adobe, hormigón, etc.).

Este sistema se basa en la captación solar directa y la circulación de aire que se produce por la diferencia de temperaturas, por lo que, gestionado adecuadamente, sirve tanto para refrigerar la vivienda en verano a través de una ventilación cruzada, como para generar calefacción en invierno.

Se compone de cinco elementos principales:

6. Muro interior de gran inercia térmica. Construido de piedra o adobe pintado de negro o de un material que refleje el calor protegido con un aislante interior.
7. Lámina de vidrio de gran espesor. Se considera adecuado junto con una cámara de aire.
8. Alero superior, encargado de la protección del espacio interior entre el muro y la lámina de vidrio.
9. Espacio intermedio delimitado por el muro y el vidrio. Este espacio será el que alcance mayor temperatura, pues en él sucede el llamado "efecto invernadero".
10. Cuatro orificios con válvulas.

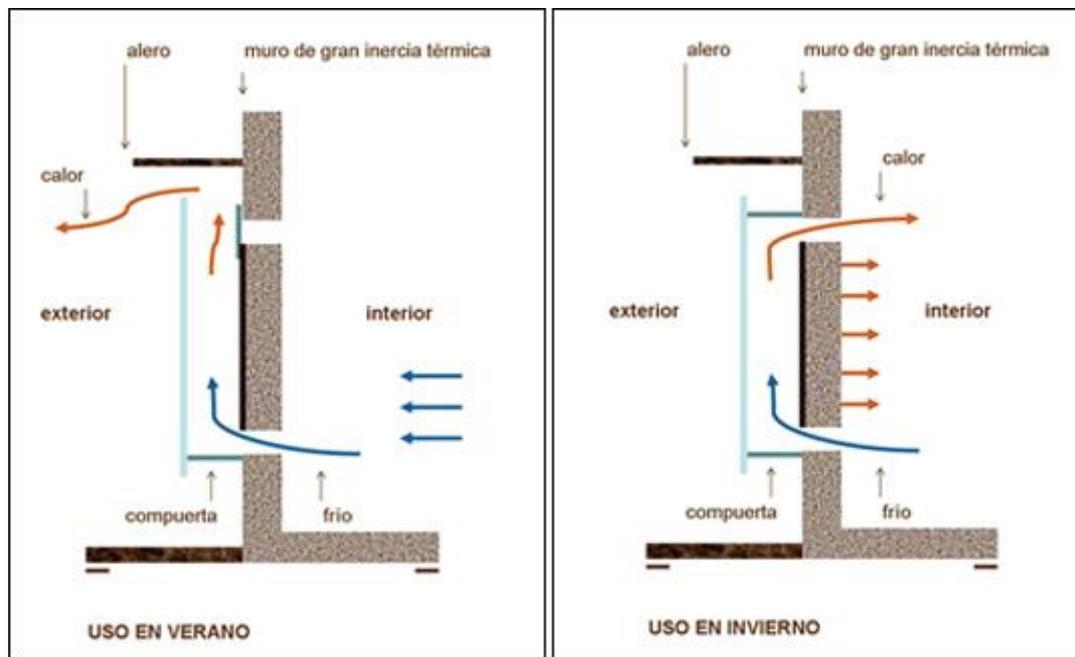


Tabla 5.1.6-1. Esquema funcionamiento Muro Trombe.

5.1.6.2. *Instalación en la vivienda mediante HULC.*

La herramienta HULC nos permite definir en cualquier cerramiento opaco la instalación de un Muro Trombe definido como una "Capacidad Adicional de Envuelta" y "Capacidad Adicional Específica para Elementos Especiales de la Envoltura".

Observamos que el programa, además de definir este tipo muro/cerramiento, da la posibilidad de la instalación de otros sistemas de calefacción independientes como son la fachada ventilada y el muro solar.

En la siguiente imagen se muestran las características a definir para el Muro Trombe en el programa:

Tabla 5.1.6-2. Introducción de datos en HULC. Caso Muro Trombe.

En cuanto a las características del mismo escogemos los siguientes:

- *Hoja exterior*: transparente, sencillo-Met con transmitancia térmica $U = 5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$ y factor solar $g = 0.77$
- Hoja interior: amarillo, con absortividad $\alpha = 0.50$
- Parámetros descriptivos: convección libre, de altura 3.00 metros y espesor 0.05 metros.
- Funcionamiento en verano: cámara abierta exterior-exterior con Factor de Sombras de verano el definido por defecto por el programa.

Realizamos este paso con todos los cerramientos opacos de las fachadas este y oeste.

5.1.6.3. *Análisis de resultados.*

Una vez realizadas estas modificaciones, realizamos el cálculo de la demanda energética HE1, para ver cómo varía.

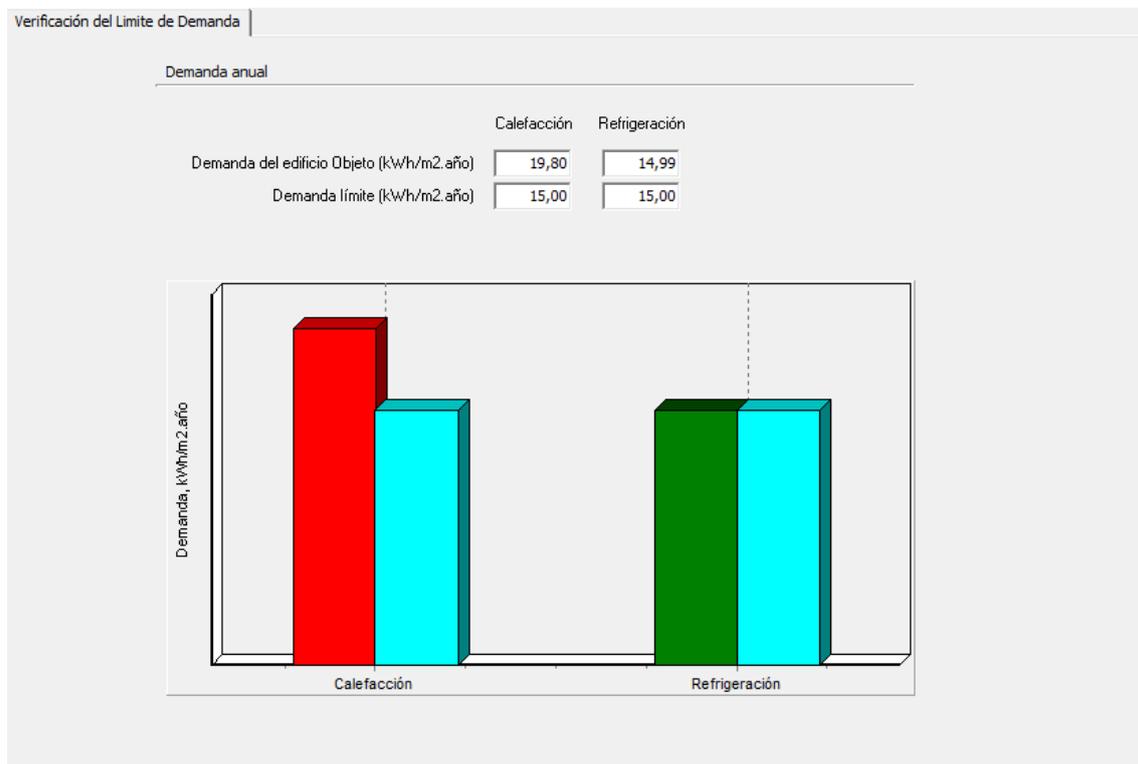


Tabla 5.1.6-3. Verificación del Límite de Demanda Energética. Caso Muro Trombe. 1.

Observamos que la demanda de calefacción mejora considerablemente, pero empeoramos nuestra refrigeración hasta el punto de llegar al límite. Por tanto, vamos a instalarlo únicamente en las fachadas orientadas al oeste de la vivienda para no perjudicar demasiado la refrigeración natural procedente del este (vientos de levante). Obtenemos los siguientes resultados:

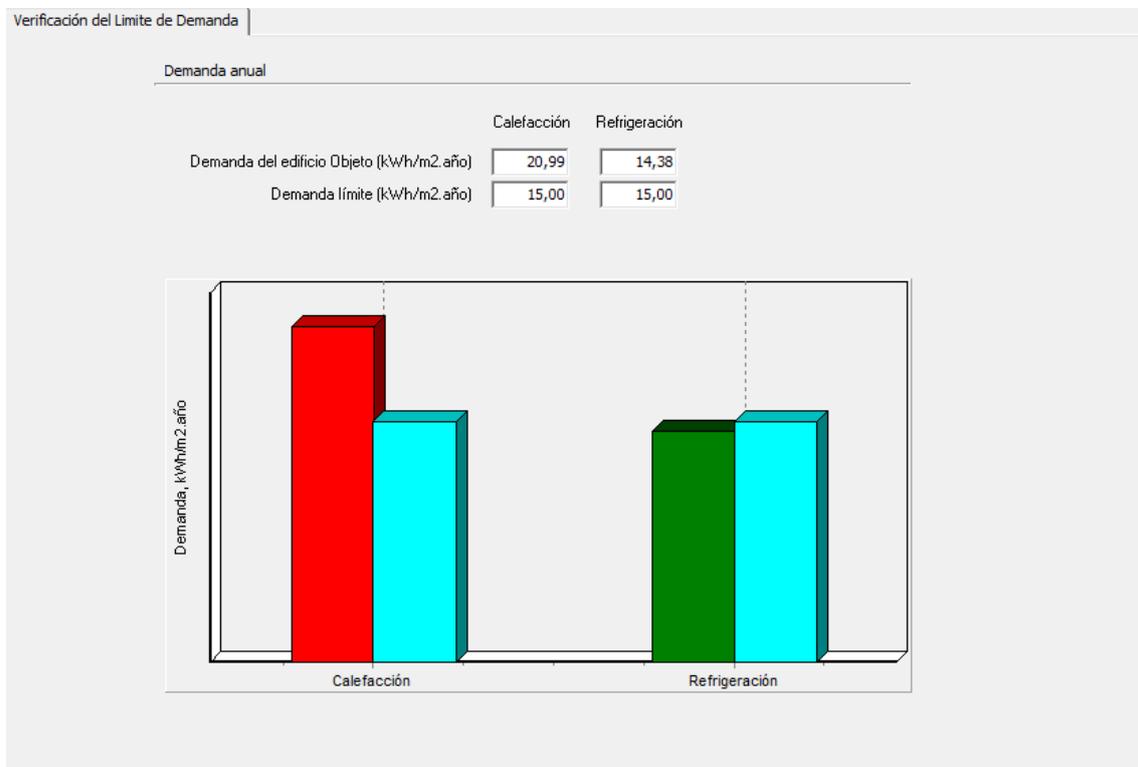


Tabla 5.1.6-4. Verificación del Límite de la Demanda Energética. Caso Muro Trombe. 2.

Vemos que la refrigeración mejora y que la calefacción empeora respecto a los resultados obtenidos en el anterior estudio.

Tabla 5.1.6-5. Comparativa eficiencia energética para la instalación de un Muro Trombe en nuestra vivienda

Demanda energética (kWh/m ² .año)	Primer intento. Fachadas E-O	Segundo intento. Fachada O
Calefacción	19,80	20,99
Refrigeración	14,99	14,38

Teniendo en cuenta que la demanda de calefacción no conseguimos cumplirla en ningún caso, lo más lógico será evitar el posible incumplimiento de la demanda de refrigeración, por lo que escogemos como solución más idónea la segunda.

5.2. Medidas de la arquitectura bioclimática activa.

La instalación en la vivienda de medidas activas mejora su sostenibilidad desde el punto de vista bioclimático, sin embargo no modifica la demanda energética ni el consumo, por lo que no podemos realizar un análisis como el realizado anteriormente.

Por tanto, para llevar a cabo una selección idónea de medidas activas nos basaremos en las características geográficas de la zona donde se ubica nuestra vivienda, en los recursos disponibles y en las características económicas de los aparatos a instalar.

Dentro de las energías renovables disponibles, las más eficientes por nuestra zona geográfica y climatología son la energía solar térmica, solar fotovoltaica, energía mini-eólica y biomasa.

5.2.1. Calderas de biomasa.

Las tecnologías para la utilización de combustibles vegetales en sistemas de calefacción doméstica han experimentado un gran desarrollo en los últimos años y han alcanzado niveles de eficiencia, fiabilidad y confort muy parecidos a los de los sistemas tradicionales de gas y de gasóleo.

La biomasa vegetal es la materia constituida por las plantas cuya energía es la solar almacenada durante el crecimiento. Por esta razón, la biomasa utilizada dentro de un ciclo continuo de producción-utilización, forma parte de las energías renovables.

La diferencia entre el gas o gasóleo y la biomasa como recurso de calefacción radica en que el carbono transferido a la atmósfera en la quema de gas procede del subsuelo, alimentando de esta forma el efecto invernadero; sin embargo, la combustión de biomasa, al ser el combustible madera, el carbono liberado a la atmósfera proviene de ella misma.

Existen tres principales combustibles vegetales: leña, astillas y pellet.

Emplear biomasa para calefacción es, además de respetuoso con el medio ambiente, una solución más económica que emplear calderas cuyo sustento sea el combustible fósil, pues el valor de los combustibles vegetales es mucho menor.

En la siguiente tabla se muestran los precios de los combustibles comerciales de biomasa por kWh. Esta información se encuentra disponible en la página web de IDAE (*Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía*).

Tabla 5.2.1-1. Precios combustibles de biomasa.

	€/kg	kWh/kg	€/kWh
Leñas	0.1208	2.90 – 4.41	0.0420 – 0.0274
Astilla elaborada	0.0948	4.19	0.0226
Pellet A1 ensacado	0.1889	5.01	0.0377
Pellet A1 granel	0.1728	5.01	0.0345
Pellet no certificado ensacado	0.1887	4.57	0.0413
Pellet no certificado granel	0.1696	4.57	0.0371
Hueso de aceituna ensacado	0.1404	4.48	0.0313
Hueso de aceituna granel	0.1036	4.48	0.0231
Cáscara de fruto granel	0.0584	4.30	0.0136

Sirviéndonos de la misma fuente de información, podemos sacar una comparativa de precios entre los principales recursos energéticos y los de biomasa:

Tabla 5.2.1-2. Comparativa precios combustibles genéricos frente a biomasa.

Material	€/kWh	Material	€/kWh
Leñas	0.0420 – 0.0274	Gasolina 95	0.1244
Astilla elaborada	0.0226	Gasóleo A	0.0939
Pellet A1 ensacado	0.0377	Gasóleo C	0.0454
Pellet A1 granel	0.0345	Gas licuado petróleo (motor)	0.0862
Pellet no certificado ensacado	0.0413	Fuelóleo	0.0247
Pellet no certificado granel	0.0371	GLP (Propano)	0.1246
Hueso de aceituna ensacado	0.0313	Gas natural	0.0494
Hueso de aceituna granel	0.0231		
Cáscara de fruto granel	0.0136		

5.2.1.1. Caldera de llama invertida.

La combustión de leña para quemar es el sistema de calefacción más común que emplea biomasa. Su potencia es limitada pues la carga es manual, por lo que su uso más adecuado es para casas aisladas o edificios pequeños.

Se denominan calderas de llama invertida pues la cámara de combustión se sitúa por debajo de la carga de leña.

Están constituidas por los siguientes elementos:

- Caldera de llama invertida
- Acumulador inercial de calor
- Calentador de agua caliente sanitaria
- Centralita de control

Además, la caldera cuenta con un rotor que permite la circulación forzada del aire comburente.

La inversión de la llama permite obtener una combustión gradual de la leña aumentando así el rendimiento de la caldera y reduciendo las emisiones de carbono a la atmósfera.

Principio de funcionamiento

El aire primario entra en la caldera en la rejilla donde se sitúa la leña produciendo la gasificación de los troncos. Estos gases liberados en contacto con las brasas llegan a la cámara de combustión, donde se mezclan con el aire secundario optimizando la combustión y la llama. Los factores esenciales para obtener una combustión óptima son una cantidad de aire adecuada, una temperatura y turbulencia elevadas en la cámara de combustión, y la permanencia de los gases calientes por un tiempo suficiente para que se completen las reacciones termoquímicas de combustión.

Algunas calderas de llama invertida incorporan una regulación de la combustión en función de una sonda lambda, que permite regular y optimizar constantemente la cantidad de aire durante el ciclo completo de funcionamiento de la caldera de leña, desde el encendido inicial hasta que se acabe el combustible.

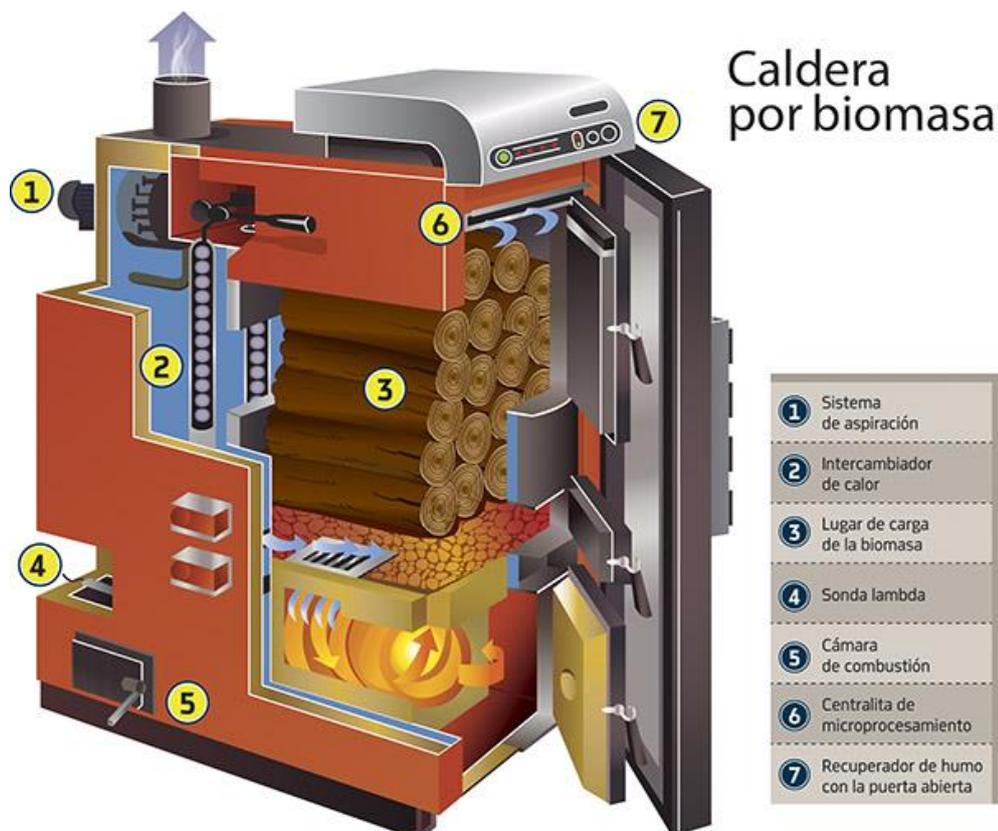


Tabla 5.2.1-3. Partes de una caldera de biomasa. Tipo llama invertida.

5.2.1.2. *Caldera de astillas.*

Las calderas de astillas emplean madera virgen cortada en pequeños fragmentos que se cargan automáticamente a través de dispositivos mecánicos.

Los sistemas de astillas están totalmente automatizados y no tienen límite de tamaño, pudiendo ser alguno de potencias de hasta MW térmicos, y llegando a alcanzar rendimiento y confort equivalentes a los obtenidos con una caldera de gas/gasóleo.

Este tipo de calderas están especialmente indicados para calefacción de edificios de tamaño medio o grande (hoteles, escuelas, hospitales, etc.), por lo que no entraremos en mayor detalle de estudio sobre las mismas en este proyecto.

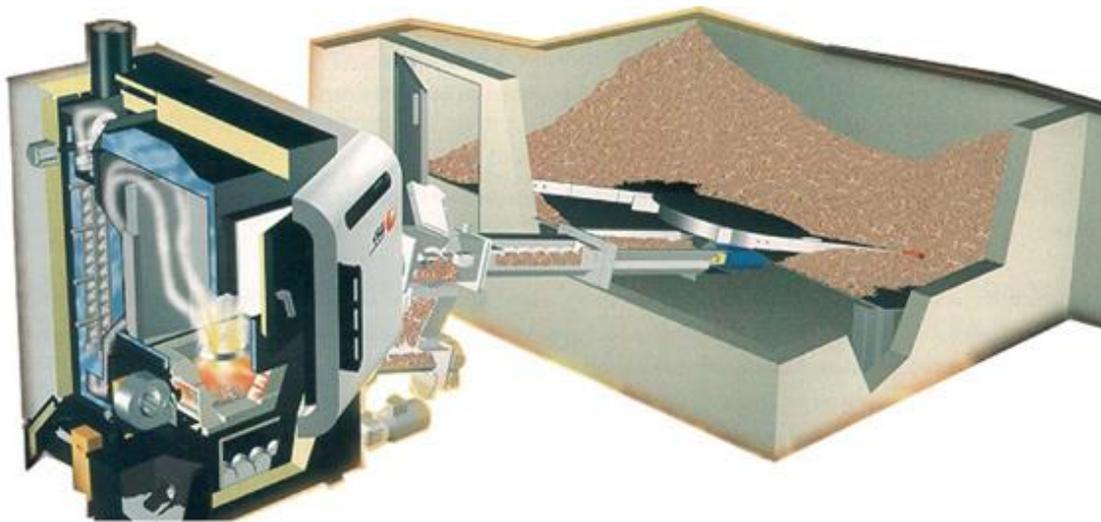


Tabla 5.2.1-4. Caldera de biomasa. Tipo caldera de astillas.

5.2.1.3. *Caldera de pellets.*

Pellet

El pellet es un combustible de madera virgen seca y prensada en pequeños cilindros, sin aditivos. Al ser material prensado, su densidad es muy elevada y alcanza poderes caloríficos suficientemente elevados como para generar calefacción, agua caliente e incluso electricidad.

Este material tiende a comportarse, por su forma y densidad, como un fluido, por lo que facilita el movimiento del combustible y la carga automática de las calderas, convirtiéndolo por tanto en el combustible vegetal más indicado para sistemas de calefacción automáticos de todos los tamaños.

Principio de funcionamiento

Las calderas de pellets requieren un contenedor para almacenaje del combustible, desde el que, mediante el uso de un tornillo sinfín, se lleva a la caldera para llevar a cabo la combustión.

La caldera de pellet está formada por los siguientes elementos:

- Caldera
- Depósito de pellet
- Sistema de alimentación del pellet
- Centralita de regulación
- Acumulador inercial y calentador de agua sanitaria

El encendido es automático y muy rápido, existiendo incluso la posibilidad de automatizar la regulación del aire comburente y del flujo de combustible mediante un microprocesador.

El hecho de que estos sistemas sean totalmente automatizables los dota de un elevado nivel de confort.

En cuanto a su instalación, debemos tener en cuenta que se hace necesario preparar un silo de almacenamiento para el pellet. Por ejemplo, un silo de 10 m^3 confiere aproximadamente una autonomía de funcionamiento de 1500 horas a la máxima potencia para el caso de una caldera de 20 kW.



Tabla 5.2.1-5. Caldera de biomasa. Tipo caldera de pellets.

5.2.1.4. *Comparación fuentes energéticas.*

Para poder comparar mejor estos sistemas de calefacción junto con los tradicionales del mercado, adjuntamos los datos proporcionados por IDAE:

Tabla 5.2.1-6. PCI y PCS de distintos combustibles.

Tipo de combustible		PCI (GJ/t)	PCI (kWh/Kg)	PCI (kcal/Kg)	PCI (tep/t)	PCS (MJ/Nm ³)	PCS (kcal/Nm ³)		
Petróleo y productos petrolíferos	Petróleo Bruto	42,55	11,82	10.190	1,0190				
	Materias primas de refinería	39,88	11,08	9.550	0,9550				
	GLP	45,89	12,75	10.990	1,0990				
	Propano	46,20	12,83	11.063	1,1063			91,27	21.800
	Butano	44,78	12,44	10.723	1,0723			118,49	28.300
	Queroseno	42,89	11,91	10.270	1,0270				
	Gasolina	43,89	12,19	10.510	1,0510				
	Gasolina aviación	43,89	12,19	10.510	1,0510				
	Gasóleo automoción	42,47	11,80	10.170	1,0170				
	Otros gasóleos	42,47	11,80	10.170	1,0170				
	Fuelóleo	39,88	11,08	9.550	0,9550				
	Alquitrán	39,88	11,08	9.550	0,9550				
	Nafta	43,89	12,19	10.510	1,0510				
	Lubricantes	39,88	11,08	9.550	0,9550				
	Coque de petróleo	31,90	8,86	7.640	0,7640				
Gases	GNL	45,10	12,53	10.800	1,0800				
	Gas natural							40,474	9.667
	Metano	50,00	13,89	11.973	1,1973				
	Etano	47,51	13,20	11.350	1,1350				
	Gas de refinería	49,36	13,71	11.820	1,1820				
	Gas de coquería							19,01	4.540
	Gas de alto horno							2,89	690
	Biogases en general							21,77	5.200
	Biogás pobre							15,51	3.705
	Biogás de vertedero							20	4.775
Biogás de depuradora					26	6.327			
Biomasa	Biomasa en general	14,12	3,92	3.382	0,3382				
	Leña y ramas	15,87	4,41	3.800	0,3800				
	Leñas tallares	10,44	2,90	2.500	0,2500				
	Leñas de podas	10,44	2,90	2.500	0,2500				
	Leñas de olivos y cultivos agrícolas	10,44	2,90	2.500	0,2500				

Serrines y virutas	15,79	4,38	3.780	0,3780
Cortezas	15,24	4,23	3.650	0,3650
Astilla de pino triturada (Humedad <20%)	15,07	4,19	3.608	0,3608
Residuos de poda	15,66	4,35	3.750	0,3750
Otros reiduos forestales	13,82	3,84	3.310	0,3310
Biomasa de la industria forestal	14,60	4,06	3.497	0,3497
Biomasa agrícola	12,53	3,48	3.000	0,3000
Sarmientos de vid	13,70	3,80	3.280	0,3280
Ramilla de uva	12,32	3,42	2.950	0,2950
Hueso de aceituna	16,12	4,48	3.860	0,3860
Orujillo	15,79	4,38	3.780	0,3780
Orujo de uva	13,53	3,76	3.240	0,3240
Cáscara de frutos secos	15,49	4,30	3.710	0,3710
Cáscara de cereales	13,15	3,65	3.150	0,3150
Cáscara de almendra (Humedad <20%)	15,90	4,42	3.808	0,3808
Paja de cereales	13,20	3,67	3.160	0,3160
Zuro de maíz (Humedad <25%)	16,24	4,51	3.888	0,3888
Otros residuos agrícolas	13,82	3,84	3.310	0,3310
Poso de café	27,14	7,54	6.500	0,6500
Marro de café	25,06	6,96	6.000	0,6000
Residuo molienda de café	8,14	2,26	1.950	0,1950
Pellets en general	16,45	4,57	3.940	0,3940
Pellet de madera (Humedad <15%)	18,04	5,01	4.319	0,4319
Carbón vegetal	15,87	4,41	3.800	0,3800

5.2.1.5. Dimensionado de la caldera.

El primer paso a llevar a cabo a la hora de realizar la instalación de una caldera es conocer el tamaño de la misma, es decir, la potencia necesaria según las necesidades que deba cubrir.

Para ello debemos tener en cuenta los siguientes valores:

- Tipo de vivienda: casa unifamiliar aislada
- Superficie útil a calentar: 156 m²
- Máxima capacidad de la vivienda: 6 personas
- Días de uso de la vivienda: 201 días

A continuación, debemos realizar dos estudios diferentes, el estudio de necesidad de Agua Caliente Sanitaria (ACS) y el de las necesidades de calefacción.

Demanda máxima instantánea de ACS

Para realizar el cálculo de la potencia necesaria para ACS debemos tener en cuenta el número de personas simultáneas máximas en la vivienda. Las necesidades de ACS por persona vienen especificadas en el [Código Técnico de la Edificación \(CTE\) en el DB HE 4](#), siendo este valor de 28 litros/persona; por tanto, se necesitará calentar 168 litros de agua. Fijando un salto térmico de 50°C y un tiempo de calentamiento del agua de 30 minutos, podemos calcular la potencia necesaria para ACS según:

$$P = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Donde P es la potencia necesaria de la caldera medida en $kcal/h$; m es el caudal másico de agua a calentar en kg/h para una densidad de agua de $1l/kg$; C_p es el calor específico del agua $1kcal/kg^{\circ}C$; y ΔT el salto térmico del fluido en $^{\circ}C$. Por tanto, sustituyendo valores obtenemos que:

$$P = \frac{168 \text{ kg}}{0,5 \text{ h}} \cdot 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^{\circ}C} \cdot (60^{\circ}C - 10^{\circ}C) = 16800 \text{ kcal/h} = 19,53 \text{ kW}$$

Ya que 1 kWh son 860 $kcal$.

Por tanto, cuando tengamos que escoger la potencia de la caldera tomaremos la potencia máxima necesaria dada por el ACS, siendo este valor de 20 kW.

Demanda energética

Para calcular la demanda energética anual necesitamos conocer dos valores: la demanda de calefacción y la demanda de ACS.

Para el segundo valor, debemos tener en cuenta el número de personas en la vivienda, el número de días de uso, el salto térmico y el valor dado por el CTE sobre litros por persona al día.

Es decir:

$$\begin{aligned} Demanda_{ACS} &= 6 \text{ personas} \cdot 28 \frac{\text{l}}{\text{día} \cdot \text{persona}} \cdot 201 \text{ días} \cdot 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}C} \cdot (60^{\circ}C - 10^{\circ}C) \\ &= 1688400 \text{ kcal/año} = 1963,3 \text{ kWh/año} \end{aligned}$$

Para el cálculo de la demanda de calefacción hacemos uso de la herramienta CALENER GT.

Cálculo de Cargas Térmicas. Calener GT.

Una vez definido el edificio en la herramienta LIDER, podemos realizar el cálculo de cargas de la misma mediante la herramienta CALENER GT. Para ello debemos definir en primer lugar nuestro edificio como gran terciario, para que podamos acceder a CALENER GT.

Una vez hemos exportado nuestro edificio a esta herramienta procedemos a comprobar que toda la información se encuentra correctamente definida para evitar cualquier posible error en la ejecución del mismo. Para realizar el cálculo de cargas debemos definir horarios de uso del edificio y calcular las renovaciones por hora del aire de ventilación regulado según RITE y CTE.

Definición de horarios

A continuación debemos definir los horarios de climatización, ocupación e iluminación para cada espacio de la vivienda. Los horarios los definiremos para periodo vacacional y no vacacional, lo que implica definir horarios diarios de uso de la vivienda y de no uso de la misma, para posteriormente definir los horarios semanales de periodo normal y vacacional; y finalmente el horario anual.

- *Horarios de climatización.* Definimos horario de “calor” para calefacción y “frío” para refrigeración.
- *Horarios de ocupación.* Este tipo de horario es orientativo en función del porcentaje de uso de los espacios de la vivienda. Al tratarse de un edificio unifamiliar, este tipo de horario es poco preciso, pero da una idea aproximada de la ocupación de la vivienda.
- *Horarios de iluminación.* En función de la ocupación de los espacios, definimos el horario de iluminación artificial, teniendo en cuenta las horas de escasez/nula iluminación natural diaria.

En la siguiente tabla mostramos un resumen del horario diario de ocupación para cada estancia y hora del día.

Tabla 5.2.1-7. Horario diario de ocupación.

Horario	Garaje	Habitaciones	Salón	Sala estar	Cocina	Aseos
0:00-1:00	0	0,9	0	0,7	0	0
1:00-2:00	0	0,9	0	0,7	0	0
2:00-3:00	0	0,9	0	0	0	0
3:00-4:00	0	0,9	0	0	0	0
4:00-5:00	0	0,9	0	0	0	0
5:00-6:00	0	0,9	0	0	0	0
6:00-7:00	0	0,9	0	0	0	0
7:00-8:00	0	0,9	0	0	0,3	0
8:00-9:00	0	0,9	0,1	0	0,3	0,5
9:00-10:00	0,3	0,2	0,1	0	0,3	0,5
10:00-11:00	0,3	0,1	0,6	0	0,1	0,1
11:00-12:00	0,3	0,1	0,6	0	0,1	0,1
12:00-13:00	0,3	0	0,6	0	0,5	0,1
13:00-14:00	0,3	0	0,4	0	0,5	0,1
14:00-15:00	0,3	0	0,4	0	0,5	0,1
15:00-16:00	0,3	0,1	0,6	0	0,5	0,5
16:00-17:00	0,3	0,1	0,6	0	0,1	0,5
17:00-18:00	0,3	0,1	0,6	0	0,1	0,1
18:00-19:00	0,3	0,1	0,6	0	0,1	0,1
19:00-20:00	0,3	0,1	0,6	0	0,1	0,1
20:00-21:00	0	0,1	0,6	0	0,5	0,1
21:00-22:00	0	0,1	0,6	0,7	0,5	0,5
22:00-23:00	0	0,8	0,6	0,7	0,1	0,5
23:00-24:00	0	0,8	0,6	0,7	0,1	0,1

El resto de horarios tanto diarios, semanales y anuales tanto de ocupación, como de iluminación y climatización se encuentran detallados en el anexo Horarios definidos para la vivienda en "HULC".

Cálculo de las renovaciones/hora

La información a tener en cuenta a la hora de realizar este cálculo es la siguiente:

- Área del espacio (m^2 /espacio)
- Volumen del espacio (m^3 /espacio)
- Ocupación (persona/espacio)

- Caudal por persona (l/s)

Por lo general, para conocer el caudal por persona en función del uso de un edificio debemos acudir al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Sin embargo, para el caso de una vivienda se consideran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la Sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.

El caudal de ventilación mínimo para los locales se obtiene en la siguiente tabla (Tabla 2.1 del HS3 del DBHS) teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- El número de ocupantes se considera igual,
 - o En cada dormitorio individual, a uno y, en cada dormitorio doble, a dos.
 - o En cada comedor y en cada sala de estar, a la suma de los contabilizados para todos los dormitorios de la vivienda correspondiente.

Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos

		Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
		Por ocupante	Por m^2 útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2	50 por local ⁽¹⁾
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

⁽¹⁾ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Tabla 5.2.1-8. Caudales de ventilación mínimos exigidos para uso residencial.

La ocupación máxima por persona en función del tipo de uso del edificio es otro valor que debemos conocer a la hora de calcular las renovaciones por hora de espacios como pasillos y zonas de escalera, pues este tipo de zonas no se encuentran contempladas en la tabla anterior. Este valor de ocupación lo encontramos en el [Documento Básico de Seguridad contra Incendios \(DBSI\)](#), definido como densidad de ocupación.

Tabla 2.1. Densidades de ocupación ⁽¹⁾

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m²/persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc. Aseos de planta	<i>Ocupación nula</i> 3
<i>Residencial Vivienda</i>	Plantas de vivienda	20
<i>Residencial Público</i>	Zonas de alojamiento Salones de uso múltiple Vestíbulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	20 1 2
<i>Aparcamiento ⁽²⁾</i>	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc. En otros casos	15 40

SI3-1

Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio

<i>Administrativo</i>	Plantas o zonas de oficinas Vestíbulos generales y zonas de uso público	10 2
<i>Comercial</i>	En <i>establecimientos</i> comerciales: áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores En zonas comunes de centros comerciales: mercados y galerías de alimentación plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior plantas diferentes de las anteriores En áreas de venta en las que no sea previsible gran afluencia de público, tales como exposición y venta de muebles, vehículos, etc.	2 3 2 3 5 5

Tabla 5.2.1-9. Densidad de ocupación en función de uso.

Con estos datos (ocupación y caudal por ocupante) y los valores de área y volumen de cada espacio acondicionado, podemos calcular las renovaciones/hora según:

$$\frac{\text{Área espacio}}{\text{Ocupación máxima/persona}} = \text{personas por espacio}$$

$$(\text{Caudal por persona}) \cdot (\text{persona por espacio}) = \text{Caudal por espacio}$$

$$\frac{\text{Caudal por espacio}}{\text{Volumen por espacio}} = \text{Renovaciones/hora}$$

Realizando además los correspondientes cambios de unidades (de segundos a horas, de litros/seg a m³/s).

Finalmente, obtenemos los siguientes datos:

Tabla 5.2.1-10. Cálculo de las renovaciones por hora de cada espacio de la vivienda.

		Área	Volum.	Ocup.	Caudal/Per	Per/espacio	Caudal (m3/s)	Renov/h
Garaje	P01_E01	85,54	185,19	20	-	-	0,240	4,665
Trastero	P01_E02	29,70	64,30	20	-	-	0,021	1,164
Aseo garaje	P01_E04	11,13	26,71	3	-	-	0,015	2,022
Salón	P02_E01	45,99	119,57	20	3	6,00	0,018	0,542
Pasillo hab. 1 y 2	P02_E02	3,54	8,37	20	3	0,18	0,001	0,228
Hab. Doble 1	P02_E03	13,24	31,31	20	5	2,00	0,010	1,150
Aseo 1	P02_E04	6,05	14,31	3	-	-	0,015	3,774
Zona escalera 1	P02_E05	6,96	16,46	20	3	0,35	0,001	0,228
Cocina	P02_E06	9,36	22,14	20	-	-	0,019	3,044
Hab. Doble 2	P02_E07	14,14	33,44	20	5	2,00	0,010	1,077
Pasillo hab. 3 y 4	P03_E01	3,54	8,37	20	3	0,18	0,001	0,228
Hab. Individual 1	P03_E02	14,14	33,44	20	5	1,00	0,005	0,538
Hab. Individual 2	P03_E03	13,24	31,31	20	5	1,00	0,005	0,575
Aseo 2	P03_E04	6,05	14,31	3	-	-	0,015	3,774
Zona escalera 2	P03_E05	6,96	18,10	20	3	0,35	0,001	0,208
Sala de estar	P03_E06	9,36	24,34	20	3	0,47	0,001	0,208
Pasillo sala estar	P06_E01	22,75	45,50	20	3	1,14	0,003	0,270

Una vez definidos todos los horarios y calculadas las renovaciones, debemos indicar en la geometría de CALENER-GT las siguientes características por espacio:

- Descripción: acondicionado o no acondicionado.
- Horario de ocupación.
- Horario de climatización, regido por el horario de iluminación.
- Horario de iluminación.
- Renovaciones por hora.

Geometría 3-D Tabla de Propiedades

Concepto a modificar: Espacios - Descripción

	Nombre	Tipo Actividad	Tipo	Tipo CTE-HE1	Mult.	Esp. Solar
1	P01_E01	residencial	No Acondicionado	Baja carga interna	1	No
2	P01_E02	residencial	No Acondicionado	Baja carga interna	1	No
3	P01_E04	residencial	No Acondicionado	Baja carga interna	1	No
4	P02_E01	residencial	Acondicionado	Baja carga interna	1	No
5	P02_E02	residencial	Acondicionado	Baja carga interna	1	No
6	P02_E03	residencial	Acondicionado	Baja carga interna	1	No
7	P02_E04	residencial	Acondicionado	Baja carga interna	1	No
8	P02_E05	residencial	Acondicionado	Baja carga interna	1	No
9	P02_E06	residencial	Acondicionado	Baja carga interna	1	No
10	P02_E07	residencial	Acondicionado	Baja carga interna	1	No
11	P03_E01	residencial	Acondicionado	Baja carga interna	1	No
12	P03_E02	residencial	Acondicionado	Baja carga interna	1	No
13	P03_E03	residencial	Acondicionado	Baja carga interna	1	No
14	P03_E04	residencial	Acondicionado	Baja carga interna	1	No
15	P03_E05	residencial	Acondicionado	Baja carga interna	1	No
16	P03_E06	residencial	Acondicionado	Baja carga interna	1	No
17	P04_E01	residencial	No Acondicionado	Baja carga interna	1	No
18	P04_E02	residencial	No Acondicionado	Baja carga interna	1	No
19	P04_E03	residencial	No Acondicionado	Baja carga interna	1	No
20	P05_E01	residencial	No Acondicionado	Baja carga interna	1	No
21	P05_E02	residencial	No Acondicionado	Baja carga interna	1	No
22	P06_E01	residencial	Acondicionado	Baja carga interna	1	No

Tabla 5.2.1-11. Descripción de espacios. Calener-GT.

Concepto a modificar: Espacios - Ocupación, Equipos e Infiltración

	Nombre	Horario Ocupación	Área/Ocup. (m ²)	Q Sen./Ocup. (W/persona)	Q Lat./Ocup. (W/persona)	Horario Equipos	Pot./Área (W/m ²)	Frac. Sens. (ratio)	Frac. Lat. (ratio)
1	P01_E01	OCUP_ANUAL_GARAJE	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_GARAJE	4,40	0,90	0,10
2	P01_E02	OCUP_ANUAL_GARAJE	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_GARAJE	4,40	0,90	0,10
3	P01_E04	OCUP_ANUAL_GARAJE	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_GARAJE	4,40	0,90	0,10
4	P02_E01	OCUP_ANUAL_SALON	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_SALON	4,40	0,90	0,10
5	P02_E02	OCUP_ANUAL_PASILLC	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_PASILLO	4,40	0,90	0,10
6	P02_E03	OCUP_ANUAL_HAB	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_HAB	4,40	0,90	0,10
7	P02_E04	OCUP_ANUAL_ASEOS	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_ASEOS	4,40	0,90	0,10
8	P02_E05	OCUP_ANUAL_PASILLC	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_PASILLO	4,40	0,90	0,10
9	P02_E06	OCUP_ANUAL_COCINA	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_COCINA	4,40	0,90	0,10
10	P02_E07	OCUP_ANUAL_HAB	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_HAB	4,40	0,90	0,10
11	P03_E01	OCUP_ANUAL_PASILLC	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_PASILLO	4,40	0,90	0,10
12	P03_E02	OCUP_ANUAL_HAB	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_HAB	4,40	0,90	0,10
13	P03_E03	OCUP_ANUAL_HAB	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_HAB	4,40	0,90	0,10
14	P03_E04	OCUP_ANUAL_ASEOS	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_ASEOS	4,40	0,90	0,10
15	P03_E05	OCUP_ANUAL_PASILLC	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_PASILLO	4,40	0,90	0,10
16	P03_E06	OCUP_ANUAL_SALITA	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_SALITA	4,40	0,90	0,10
17	P04_E01	Anual-No-Habitable	33,33	71,79	45,42	Anual-No-Habitable	4,40	0,90	0,10
18	P04_E02	Anual-No-Habitable	33,33	71,79	45,42	Anual-No-Habitable	4,40	0,90	0,10
19	P04_E03	Anual-No-Habitable	33,33	71,79	45,42	Anual-No-Habitable	4,40	0,90	0,10
20	P05_E01	Anual-No-Habitable	33,33	71,79	45,42	Anual-No-Habitable	4,40	0,90	0,10
21	P05_E02	Anual-No-Habitable	33,33	71,79	45,42	Anual-No-Habitable	4,40	0,90	0,10
22	P06_E01	OCUP_ANUAL_PASILLC	33,33	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_PASILLO	4,40	0,90	0,10

Tabla 5.2.1-12. Descripción horarios de ocupación. Calener-GT.

Concepto a modificar:

	Nombre	Q Sen./Ocup. (W/persona)	Q Lat./Ocup. (W/persona)	Horario Equipos	Pot./Área (W/m ²)	Frac. Sens. (ratio)	Frac. Lat. (ratio)	Horario Infiltración	Renov./hr (1/h)
1	P01_E01	71,79	45,42	Anual-No-Habitable	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	4,67
2	P01_E02	71,79	45,42	Anual-No-Habitable	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	1,16
3	P01_E04	71,79	45,42	Anual-No-Habitable	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	2,02
4	P02_E01	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_SALON	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	0,54
5	P02_E02	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_PASILLO	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	0,23
6	P02_E03	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_HAB	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	1,15
7	P02_E04	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_ASEOS	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	3,77
8	P02_E05	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_PASILLO	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	0,23
9	P02_E06	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_COCINA	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	3,04
10	P02_E07	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_HAB	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	1,08
11	P03_E01	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_PASILLO	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	0,23
12	P03_E02	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_HAB	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	0,54
13	P03_E03	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_HAB	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	0,57
14	P03_E04	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_ASEOS	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	3,77
15	P03_E05	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_PASILLO	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	0,21
16	P03_E06	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_SALITA	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	0,21
17	P04_E01	71,79	45,42	Anual-No-Habitable	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	1,00
18	P04_E02	71,79	45,42	Anual-No-Habitable	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	1,00
19	P04_E03	71,79	45,42	Anual-No-Habitable	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	1,00
20	P05_E01	71,79	45,42	Anual-No-Habitable	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	1,00
21	P05_E02	71,79	45,42	Anual-No-Habitable	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	1,00
22	P06_E01	71,79	45,42	ILUM_ANUAL_PASILLO	4,40	0,90	0,10	Infiltracion-Residencia	0,27

Tabla 5.2.1-13. Descripción horarios equipos y ren/h. Calener-GT.

Concepto a modificar:

	Nombre	Pot./Área (W/m ²)	Tipo de luminaria	VEEI (W/m ² ·100lux)	VEEI Limite (W/m ² ·100lux)	Horario Ilum. Artif.	Existe Control Automático
1	P01_E01	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_GARAJE	No
2	P01_E02	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_GARAJE	No
3	P01_E04	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_GARAJE	No
4	P02_E01	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_SALON	No
5	P02_E02	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_PASILLO	No
6	P02_E03	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_HAB	No
7	P02_E04	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_ASEOS	No
8	P02_E05	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_PASILLO	No
9	P02_E06	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_COCINA	No
10	P02_E07	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_HAB	No
11	P03_E01	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_PASILLO	No
12	P03_E02	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_HAB	No
13	P03_E03	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_HAB	No
14	P03_E04	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_ASEOS	No
15	P03_E05	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_PASILLO	No
16	P03_E06	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_SALITA	No
17	P04_E01	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	Anual-No-Habitable	No
18	P04_E02	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	Anual-No-Habitable	No
19	P04_E03	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	Anual-No-Habitable	No
20	P05_E01	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	Anual-No-Habitable	No
21	P05_E02	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	Anual-No-Habitable	No
22	P06_E01	4,40	Fluorescente No ventilada	7,00	10,00	ILUM_ANUAL_PASILLO	No

Tabla 5.2.1-14. Descripción horarios de iluminación. Calener-GT.

Cálculo de cargas

Una vez introducida toda la información, podemos realizar el cálculo de cargas.

Teniendo en cuenta que le programa toma como temperatura por defecto para calcular las cargas térmicas 22,5°C, debemos modificar en los archivos con denominación “.inp” dentro de la carpeta de CALENER-GT de nuestro proyecto.

Tomaremos para calefacción una temperatura de 25°C y para refrigeración 21°C.

Por tanto debemos modificar los archivos “.inp” dos veces para obtener las cargas de calefacción y refrigeración. Estos valores se encuentran dentro de la carpeta de nuestro proyecto de CALENER-GT, en el archivo denominado “usu.SIM”.

El resumen de cargas obtenido es el siguiente:

Tabla 5.2.1-15. Resultados cargas térmicas. Calener-GT.

		Refrigeración	Calefacción
		Carga total (kW)	Carga total (kW)
Garaje	P01_E01	14,122	24,787
Trastero	P01_E02	1,278	2,256
Aseo garaje	P01_E04	1,055	1,847
Salón	P02_E01	1,733	2,699
Pasillo hab. 1 y 2	P02_E02	0,042	0,071
Hab. Doble 1	P02_E03	0,816	1,130
Aseo 1	P02_E04	0,988	1,601
Zona escalera 1	P02_E05	0,119	0,161
Cocina	P02_E06	1,181	2,011
Hab. Doble 2	P02_E07	0,817	1,133
Pasillo hab. 3 y 4	P03_E01	0,059	0,086
Hab. Individual 1	P03_E02	0,567	0,620
Hab. Individual 2	P03_E03	0,515	0,610
Aseo 2	P03_E04	0,981	1,602
Zona escalera 2	P03_E05	0,283	0,373
Sala de estar	P03_E06	0,530	0,563
Pasillo sala estar	P06_E01	0,415	0,436
Total		25,501	41,986

Dado que no vamos a climatizar ninguna zona del garaje, las cargas totales finales son:

Tabla 5.2.1-16. Resumen cargas térmicas finales.

		Refrigeración	Calefacción
		Carga total (kW)	Carga total (kW)
Salón	P02_E01	1,733	2,699
	P02_E05	0,119	0,161
	P03_E05	0,283	0,373
	P06_E01	0,415	0,436
Total Salón	-	2,55	3,669
Hab. Doble 1	P02_E03	0,816	1,13
Hab. Doble 2	P02_E07	0,817	1,133
Hab. Individual 1	P03_E02	0,567	0,62
Hab. Individual 2	P03_E03	0,515	0,61
Aseo 1	P02_E04	0,988	1,601
Aseo 2	P03_E04	0,981	1,602
Sala de estar	P03_E06	0,53	0,563
Cocina	P02_E06	1,181	2,011
Total		8,945	12,939

- Refrigeración: 8,945 kW
- Calefacción: 12,939 kW

Ver en el anexo Cargas Térmicas. para descripción completa de cargas de refrigeración y calefacción por espacio.

Por tanto, la demanda anual de calefacción la calculamos a partir de la siguiente ecuación:

$$Demanda_{calef.} = potencia \cdot n^{\circ}horas/día \cdot n^{\circ}días/año \cdot Coef. intermitencia$$

El coeficiente de intermitencia es un porcentaje aplicable a una instalación cuyo funcionamiento no sea continuo, es decir, dado que su uso es intermitente se debe aplicar un suplemento para disponer de una potencia adicional que compense el tiempo que la instalación ha estado parada y así poder calentar con rapidez los locales. Este valor se varía en función de las horas de no uso de la instalación:

- Por reducción de temperatura nocturna: un 5%
- Por para de la instalación de 7 a 9 horas: un 10%
- Por parada de más de 12 horas: entre un 20 y un 30%

Dado que las horas diarias de parada según nuestro horario de climatización son 12, tomaremos un 15% por parada de la instalación, más el 5% de reducción de temperatura; esto

es, nuestro coeficiente de intermitencia es de 0,20, por lo que multiplicamos la potencia necesaria por 1,20 como suplemento.

$$Demanda_{Calef.} = 12,939 \cdot 12 \cdot 67 \cdot 1,2 = 12483,547 \text{ kWh/año}$$

5.2.1.6. *Análisis de resultados.*

De todo el cálculo anterior, obtenemos que la demanda anual de ACS es 1963,3 kWh y la de calefacción 12483,547 kWh.

Sin embargo, de esas demandas energéticas solo nos interesa la de calefacción, pues es la que queremos cubrir con la caldera de biomasa; mientras que el consumo de ACS lo estudiaremos más adelante en función de una instalación de colectores solares.

Dentro de los tres tipos de calderas de biomasa estudiados, el que sería adecuado contemplar para su implementación es la estufa de pellets, dado que es la más económica, sencilla y la que requiere menor cantidad de espacio para su instalación. Sin embargo, en el análisis económico se puede estudiar qué solución es más eficiente y económica cumpliendo la demanda energética calculada y en función de dichos resultados, decidir el tipo de caldera a instalar.



Tabla 5.2.1-17. Estufa de pellets. Sistema de distribución de calefacción en vivienda.

5.2.2. Energía solar: térmica y fotovoltaica.

El Sol es la principal fuente de energía para todos los procesos que tienen lugar en nuestro planeta. Los rayos solares se propagan a través del espacio en forma de ondas electromagnéticas de energía, fenómeno físico conocido como radiación solar, que es responsable de que nuestro planeta reciba un aporte energético continuo de aproximadamente 1367 W/m^2 . Sin embargo, solo dos terceras partes de esa energía llegan a penetrar hasta la superficie terrestre. Además de estas pérdidas, hay que sumar las debidas a la latitud y longitud de la localización, la hora del día, la estación del año, condiciones atmosféricas, etc.

Existen dos formas de radiación, la radiación solar la directa con la que nos referimos a aquella que llega a la superficie sin haber sufrido cambios de dirección; y la radiación solar difusa, entendida como aquella que llega a la superficie sin orientación determinada.

Dependiendo de la forma de recoger la radiación solar, podremos obtener energía térmica o transformarla en electricidad, dependiendo de la tecnología utilizada en cada caso.

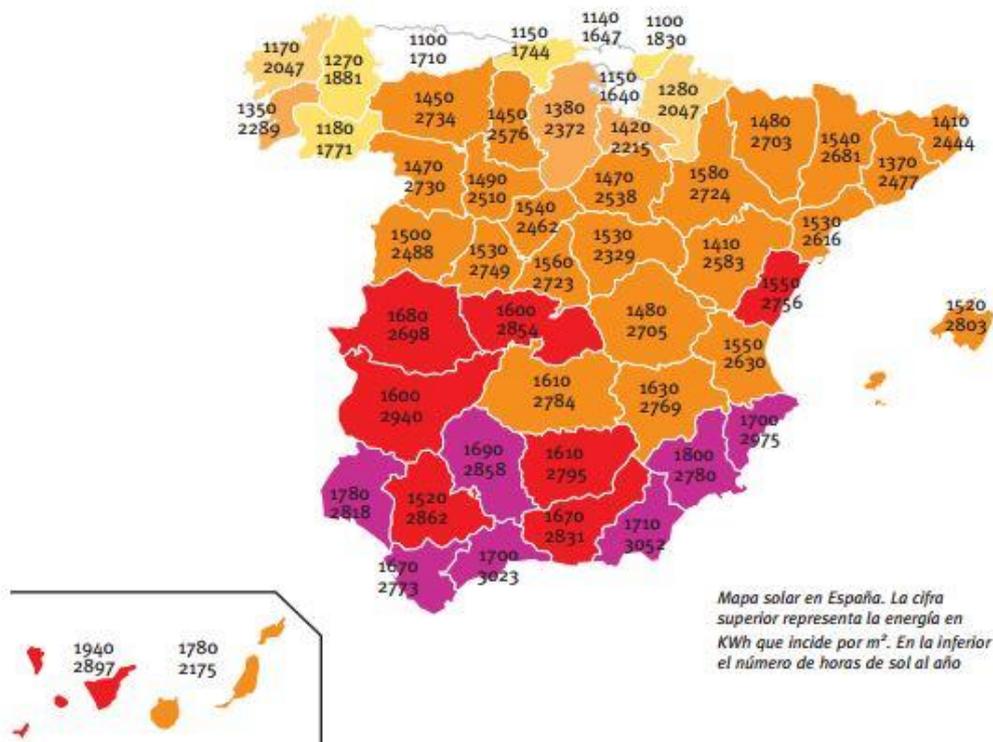


Tabla 5.2.2-1. Mapa solar España.

5.2.2.1. Energía solar térmica

La energía solar térmica aprovecha la radiación del Sol para calentar un fluido que, por lo general, suele ser agua o aire. La capacidad de transformar los rayos solares en calor es, precisamente, el principio elemental en el que se basa esta fuente de energía renovable.

Una instalación térmica está formada por captadores solares, cuyo método de funcionamiento se basa en los principios del “efecto invernadero” que ocurre en la Tierra.

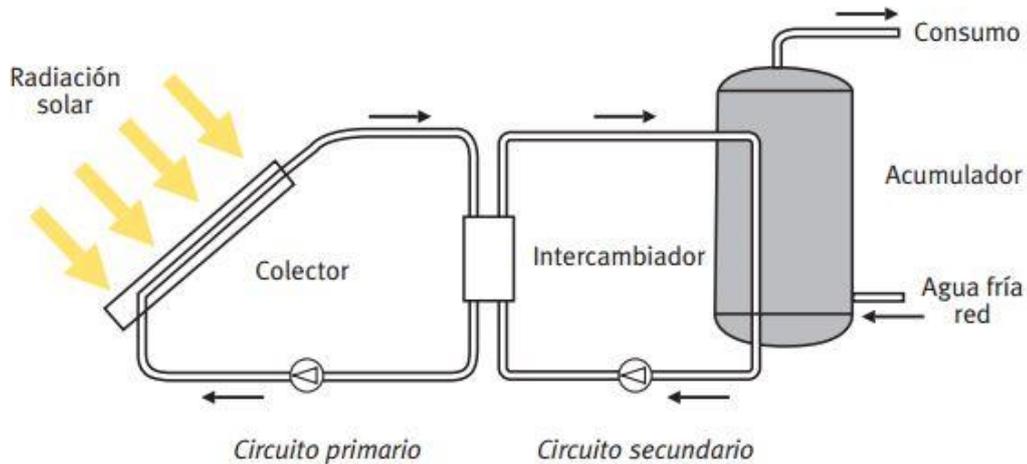


Tabla 5.2.2-2. Esquema instalación térmica.

El conjunto de captadores solares aprovecha la energía solar y la transfiere a un sistema de almacenamiento con el fin de abastecer el consumo cuando sea necesario. El principio de funcionamiento del captador se basa en una “trampa de calor” de forma que se consiga absorber la mayor cantidad de radiación solar y devolver la menor posible. La transmisión de la energía térmica se realiza mediante el fluido contenido en el captador que, como hemos mencionado anteriormente, para instalaciones de abastecimiento de agua caliente sanitaria se trata de agua.

Existen diferentes tipos de colectores solares, siendo el más habitual el colector plano con una disposición de tubos cuya disposición interna puede ser de tipo serpentina o paralelos.

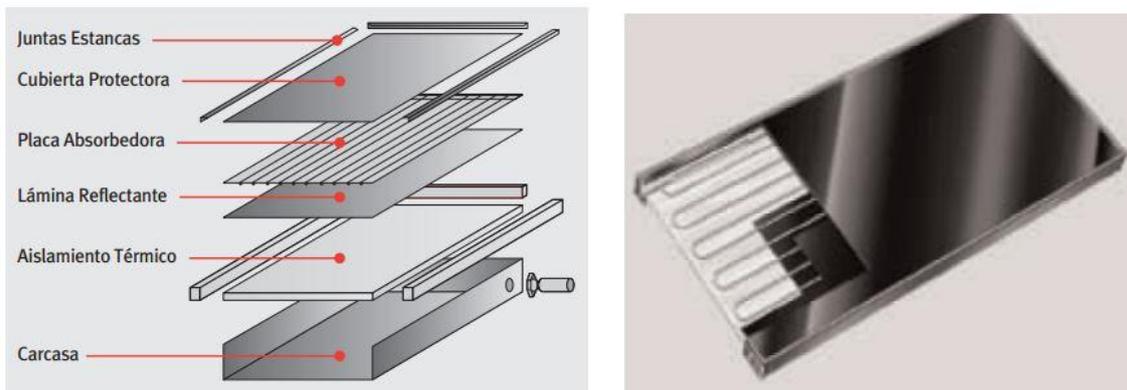


Tabla 5.2.2-3. Despiece de un colector solar.

Con esto, cabe esperar que sea necesario un acumulador con buen aislamiento térmico que evite la fuga de la energía térmica almacenada, por ello, los captadores suelen dimensionarse para que la acumulación solar sea aproximadamente la demanda de un día de la vivienda.

Normalmente, estos sistemas de energía solar térmica cuentan con un aporte de energía extra para suplir los días de carencia solar a través de un sistema de apoyo que utiliza medios energéticos convencionales (gas, electricidad, etc.)

En la actualidad, las instalaciones de energía solar vigentes en el sur de España cubren entre un 65% y un 80% del total de la demanda de agua caliente sanitaria de una vivienda, por lo que el resto se suple con un sistema de apoyo energético.

La eficiencia de los captadores solares viene definida por su curva de rendimiento, sin embargo, la curva de rendimiento está valorada sobre captadores nuevos por lo que no representa el comportamiento a lo largo de su vida útil.

Dimensionado de los captadores solares

Para dimensionar la instalación solar a base de colectores para abastecimiento de ACS, hacemos uso del método simplificado.

Para ello, necesitamos conocer la situación de la vivienda, el número de personas máximas que la ocupan simultáneamente, el tipo de colector a instalar, etc.

Selección del captador solar

Para nuestro proyecto, escogemos el equipo solar termosifón Junkers SMART 150 litros. Este sistema está equipado con un captador Smart FCC-2S, cuyas características son las siguientes:

	Captador SMART
MODELO	Excellence FCC-2 S
Montaje	Vertical
Dimensiones (mm)	1032x2026x87
Área total (m ²)	2,09
Área de apertura (m ²)	1,938
Área del absorbedor (m ²)	1,92
Volumen del absorbedor (l)	1,92
Peso en vacío (kg)	30
Presión trabajo máx. (bar)	6
Caudal nominal (l/h)	50
Material de la caja	Aluminio
Aislamiento	Lana mineral, de 25 mm. de espesor
Absorbedor	Selectivo
Recubrimiento absorbedor	PVD
Circuito hidráulico	Parrilla de tubos
Curva de rendimiento instantáneo según EN 12975-2 (basada en el área de apertura)	
Factor de eficiencia η_0	0,761
Coef. pérdidas línea (W/m ² K)	4,083
Coef. pérdidas secundaria (W/m ² K ²)	0,012

Tabla 5.2.2-4. Ficha técnica Captador Solar Excellence FCC-2 S.

Los datos que necesitamos para realizar el dimensionado de la instalación son:

- Área total: $2,09 \text{ m}^2$
- Factor de eficiencia: $\eta_0 = 0,761$
- Coef. pérdidas línea: $4,083 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Coef. pérdidas secundaria: $0,012 \text{ W/m}^2\text{K}^2$

Debemos saber además que el calentador de apoyo con el que cuenta la vivienda es un calentador eléctrico.

Cálculo de las necesidades térmicas de ACS

Tabla 5.2.2-5. Información previa dimensionado ACS.

Localidad: Águilas	Latitud (°): 37,5	Inclinación de las colectores (°): 37,5
Consumo medio ($l/(persona \cdot día)$):	28	
Nº de personas:	6	
Temperatura de consumo (°C):	60	

Tabla 5.2.2-6. Cálculo demanda de ACS y consumo eléctrico.

Mes	Días/mes	Ocupación %	Tª. Red (°C)	Salto térmico (°C)	Demanda (kJ/mes)	Necesidades de electricidad
						(kWh/mes)
Ene	18	100	8	52	658240,128	203,161
Feb	14	100	9	51	502119,072	154,975
Mar	15	100	11	49	516887,280	159,533
Abr	15	100	13	47	495789,840	153,022
Mayo	15	100	14	46	485241,120	149,766
Jun	15	100	15	45	474692,400	146,510
Jul	31	100	17	43	937429,584	289,330
Ago	31	100	16	44	959230,272	296,059
Sept	15	100	14	46	485241,120	149,766
Oct	15	100	13	47	495789,840	153,022
Nov	15	100	11	49	516887,280	159,533
Dic	20	100	7	53	745442,880	230,075
TOTAL (anual)					7272990,816	2244,750

La demanda mensual de ACS la calculamos empleando la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}
 Demanda_{ACS} = & n^{\circ} \text{ personas} \cdot \text{consumo} \left(\frac{l}{\text{día} \cdot \text{persona}} \right) \cdot (n^{\circ} \text{ días/mes}) \cdot 1 \left(\frac{kcal}{kg \cdot ^{\circ}C} \right) \\
 & \cdot 4,186 \left(\frac{kJ}{kcal} \right) \cdot \Delta T (^{\circ}C)
 \end{aligned}$$

Cálculo de la Irradiación disponible sobre Plano Inclinado. H_{β} (kJ/m^2) corregida.

Tabla 5.2.2-7. Información geográfica para cálculo de irradiación.

Inclinación de los colectores (β):	37,5
Coefficiente de reflexión del terreno (albedo):	0,2
Corrección claridad del cielo, alta montaña (k_1):	0,95
Corrección no perpendicularidad de los rayos solares con el colector (k_2):	0,94

Tabla 5.2.2-8. Cálculo irradiación corregida.

Mes	$H(\text{Wh}/\text{m}^2)/\text{día}$	$H_{\beta}(\text{kJ}/\text{m}^2)$	$k_1 \cdot H_{\beta}(\text{kJ}/\text{m}^2)$	$k_1 \cdot k_2 \cdot H_{\beta}(\text{kJ}/\text{m}^2)$
Enero	4660	16776	15937,2	14980,968
Febrero	5520	19872	18878,4	17745,696
Marzo	6750	24300	23085	21699,9
Abril	6620	23832	22640,4	21281,976
Mayo	6790	24444	23221,8	21828,492
Junio	7100	25560	24282	22825,08
Julio	7210	25956	24658,2	23178,708
Agosto	7150	25740	24453	22985,82
Septiembre	6550	23580	22401	21056,94
Octubre	5940	21384	20314,8	19095,912
Noviembre	4890	17604	16723,8	15720,372
Diciembre	4330	15588	14808,6	13920,084

En este apartado nos limitamos a corregir el valor de irradiación correspondiente a la localización de nuestra vivienda. Este valor lo conseguimos a partir de la aplicación [PVGIS \(Photovoltaic Geographical Information System – European Comission, Joint Research Center\)](#).

Cálculo de la energía media disponible. Estimación del rendimiento diario medio mensual del colector.

Tabla 5.2.2-9. Información técnica colector solar.

Datos del sistema colector/acumulador	
Factor de eficiencia (η_0):	0,761
Coeficiente de pérdidas línea (k_1):	4,083
Coeficiente de pérdidas secundaria (k_2):	0,012
Superficie del colector (m^2):	2,09
Coeficiente de pérdidas acumulación (k_3):	0,85

Tabla 5.2.2-10. Cálculo energía aportada por el colector solar

Mes	Nº horas de sol útiles	Irradiancia media H_{β}/h	Temp. ambiente media	$\frac{(t_c - t_a)}{I}$	$\frac{(t_c - t_a)^2}{I}$	η	Energía diaria media mensual disponible por m^2 de colector (kJ/m^2)		Energía mensual disponible por m^2 de colector ($kJ/m^2 \cdot mes$)
	h	$I (W/m^2)$	$T^a (^\circ C)$	E	$k_3 \cdot E$		$k_3 \cdot E \cdot (días/mes)$		
Ene	8	520,17	9	0,098	5,000	0,301	4504,501	3828,826	68918,860
Feb	9	547,71	10	0,091	4,564	0,333	5918,015	5030,312	70424,374
Mar	9	669,75	13	0,070	3,298	0,435	9437,172	8021,596	120323,947
Abr	9,5	622,28	16	0,071	3,111	0,435	9256,951	7868,408	118026,124
Mayo	9,5	638,26	18	0,066	2,764	0,459	10022,716	8519,308	127789,624
Jun	9,5	667,4	24	0,054	1,942	0,517	11811,018	10039,365	150590,478
Jul	9,5	677,74	27	0,049	1,607	0,543	12583,997	10696,398	331588,331
Ago	9,5	672,1	27	0,049	1,620	0,541	12437,210	10571,628	327720,473
Sept	9	649,91	24	0,055	1,994	0,511	10758,035	9144,330	137164,951
Oct	9	589,38	18	0,071	2,993	0,434	8289,999	7046,500	105697,493
Nov	8	545,85	13	0,086	4,047	0,361	5673,024	4822,070	72331,055
Dic	7,5	515,56	9	0,099	5,045	0,297	4128,169	3508,944	70178,872
TOTAL (anual)									1700754,582

La segunda columna corresponde a la Irradiancia media corregida por hora de sol útil. Es decir, realizamos la división de $H_{\beta,corregida}$ entre las horas de sol útil por mes. Este último valor depende de la latitud (hemisferio norte).

LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
De +25° a +45° (Hemisf. Norte)	8	9	9	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9	9	8	7,5
De -25° a +25° (Zona Ecuatorial)	8,75	9,25	9,5	9,25	9,75	8,5	8,75	9,25	9,5	9,25	8,75	8,5
De -25° a -45° (Hemisf. Sur)	9,5	9,5	9	9	8	7,5	8	9	9	9,5	9,5	9,5

Tabla 5.2.2-11. Horas de sol útil según situación geográfica.

El rendimiento del colector lo calculamos como:

$$\eta = \eta_0 - \left(k_1 \cdot \frac{\Delta T}{I}\right) - \left(k_2 \cdot \frac{\Delta T^2}{I}\right)$$

La energía diaria media mensual por m^2 de colector la calculamos multiplicando el rendimiento del colector por la irradiación solar corregida:

$$E = \eta \cdot H_{\beta,corregida}$$

La energía mensual la obtenemos multiplicando el valor anterior por el número de días de ocupación mensual y por el coeficiente de pérdidas por acumulación.

Finalmente, podemos calcular de forma aproximada el número de colectores que formarán la instalación a partir de la siguiente operación:

$$\frac{\text{Energía anual demandada}}{\text{Energía anual disponible por m}^2 \text{ de colector}} = \frac{72772990,8}{1700754,582} = 4,28 \text{ m}^2 \equiv 5 \text{ m}^2$$

La solución adoptada, considerando el entero siguiente por exceso, será de:

$$\frac{4,28 \text{ m}^2}{2,09 \text{ m}^2/\text{colector}} = 2,046 \text{ colectores} \equiv \mathbf{3 \text{ colectores}}$$

Cálculo del factor de aporte anual. Energía mensual y anual aportada por la fuente de energía de apoyo.

Tabla 5.2.2-12. Energía aportada por sistema de apoyo de energía convencional

Mes	Energía mensual disponible por m ² de colector (kJ/(m ²))	Estimación energía mensual aportada por colector (kJ)	Demanda energética ACS (kJ)	E/D	Factor de aporte mensual	Necesidades con sistema de apoyo (kWh)
Ene	68918,860	344594,300	658240,128	0,524	0,524	107,560
Feb	70424,374	352121,872	502119,072	0,701	0,701	51,439
Mar	120323,947	601619,734	516887,280	1,164	1	0
Abr	118026,124	590130,622	495789,840	1,190	1	0
Mayo	127789,624	638948,120	485241,120	1,317	1	0
Jun	150590,478	752952,390	474692,400	1,586	1	0
Jul	331588,331	1657941,656	937429,584	1,769	1	0
Ago	327720,473	1638602,367	959230,272	1,708	1	0
Sept	137164,951	685824,753	485241,120	1,413	1	0
Oct	105697,493	528487,464	495789,840	1,066	1	0
Nov	72331,055	361655,273	516887,280	0,700	0,700	53,235
Dic	70178,872	350894,359	745442,880	0,471	0,471	135,305
TOTAL (anual)						347,539

El factor de aporte mensual lo obtenemos a partir de la siguiente división:

$$\frac{\text{Energía aportada por el colector}}{\text{Demanda de ACS}} = \frac{\frac{\text{Energía mensual disponible}}{\text{m}^2 \text{ colector}} \cdot 5 \text{ m}^2 \text{ por colector}}{\text{Demanda de ACS}}$$

Si este valor es mayor o igual a 1 implica que la demanda de ACS está cubierta en su totalidad por el colector solar. De esta forma, si es 1 significa que el aporte es total y si es menor de 1, ese valor será el porcentaje de demanda de ACS cubierto por los paneles solares.

De esta forma, podemos calcular el apoyo energético necesario por el calentador eléctrico, multiplicando el “porcentaje no cubierto por el colector solar” por la necesidad energética de electricidad (energía calculada a partir de la demanda de ACS).

Tabla 5.2.2-13. Energía aportada por el colector solar.

Mes	Demanda energética ACS (kJ)	Factor de aporte mensual	Energía final aportada por colector (kJ)
Enero	658240,128	0,524	344594,3
Febrero	502119,072	0,701	352121,872
Marzo	516887,280	1	516887,28
Abril	495789,840	1	495789,84
Mayo	485241,120	1	485241,12
Junio	474692,400	1	474692,4
Julio	937429,584	1	937429,584
Agosto	959230,272	1	959230,272
Septiembre	485241,120	1	485241,12
Octubre	495789,840	1	495789,84
Noviembre	516887,280	0,700	361655,273
Diciembre	745442,880	0,471	350894,359
TOTAL (anual)	7272990,816		6259567,26

El factor de aporte anual lo calculamos según:

$$\begin{aligned} \text{Factor de aporte anual} &= \frac{\text{Energía proporcionada por colector anual}}{\text{Demanda energética de ACS anual}} = \frac{6259567,26}{7272990,816} \\ &= 0,861 \end{aligned}$$

Siendo la “energía proporcionada por el colector solar” igual al producto del factor de aporte mensual calculado anteriormente por la demanda de ACS.

5.2.2.2. Energía fotovoltaica.

La energía fotovoltaica es la transformación directa de la radiación solar en electricidad.

Esta transformación de energía solar se produce en un elemento denominado célula fotovoltaica. Los paneles fotovoltaicos se construyen con materiales semiconductores (Ge y Si) cuyos electrones, en presencia de radiación solar, se excitan generando diferencias de potencial que dan lugar a energía eléctrica.

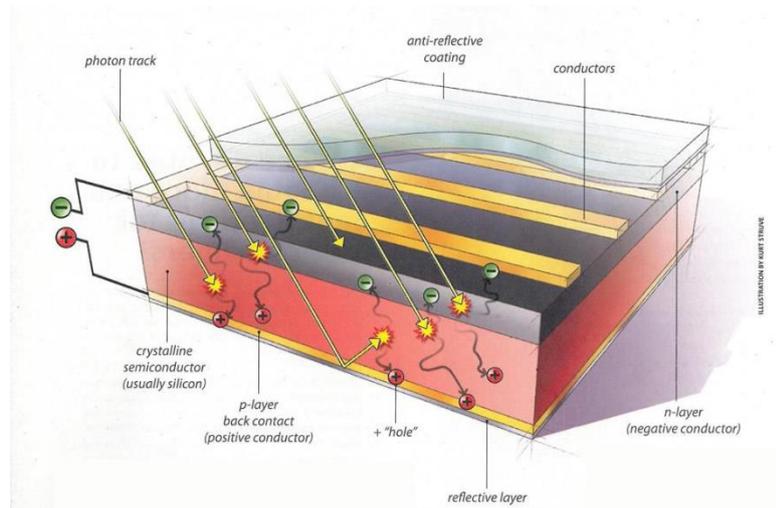


Tabla 5.2.2-14. Esquema de funcionamiento de la energía fotovoltaica.

La conversión de la energía de las radiaciones solares en energía eléctrica es un fenómeno físico conocido como el efecto fotovoltaico.

Este fenómeno presenta características muy importantes como: elevada calidad energética, pequeño o nulo impacto ecológico e inagotable a escala humana.

La energía solar contribuye eficazmente a la reducción de emisiones de CO_2 .

Cada kWh generado con energía solar fotovoltaica evita la emisión a la atmósfera de aproximadamente un kg de CO_2 , en el caso de generación eléctrica con carbón, y aproximadamente 400 g de CO_2 para el caso de generación eléctrica con gas natural. De esta manera, una vivienda unifamiliar con una potencia instalada de 5kWh puede evitar anualmente 1,8 toneladas de CO_2 si su generación eléctrica fuese mediante gas natural.

Existen dos formas de utilizar energía eléctrica generada a partir de paneles fotovoltaicos:

- Instalaciones aisladas de red eléctrica.
La energía generada se almacena en baterías para disponer de su uso cuando sea preciso.
- Instalaciones conectadas a la red eléctrica convencional.
La energía generada se envía a la red eléctrica convencional para su distribución donde sea demandada.

Orientación y funcionamiento óptimo.

Un panel solar genera electricidad incluso en ausencia de luz solar directa, sin embargo, las condiciones óptimas de operación se dan para una orientación del panel adecuada hacia el Sol con el fin de aprovechar al máximo la luz solar directa.

Generalmente, debemos orientar el panel fotovoltaico hacia el sur. La inclinación del mismo dependerá de la latitud, de la época del año y de si la instalación es fija o móvil.

Para el caso de una vivienda de uso vacacional y fines de semana, la inclinación será fija, equivalente a la latitud del lugar. Normalmente se suele adoptar una inclinación fija de 45°.

Las condiciones de trabajo nominales de un módulo fotovoltaico están normalizadas para una temperatura de funcionamiento de 25°C y una radiación solar (irradiancia) de 1000 W/m², y los valores eléctricos con estas condiciones se definen como valores pico. La potencia producida es el resultado de multiplicar la potencia nominal por el número de horas pico.

Dimensionado del módulo fotovoltaico

Para realizar un dimensionado adecuado de nuestra instalación fotovoltaica realizaremos un estudio paso a paso de los criterios que se tienen en cuenta a la hora de realizar el cálculo del sistema fotovoltaico autónomo.

En primer lugar debemos tener en cuenta que este tipo de equipos se componen de cuatro elementos principales:

- *Módulo fotovoltaico.* Encargados de la generación eléctrica. En nuestro caso, tomaremos como panel solar el LDK270 monocristalino, cuyo distribuidor es Techno Sun, siendo este módulo uno de los más vendidos por la empresa.
- *Regulador.* Encargado de controlar la carga y descarga de las baterías. Las intensidades máximas de entrada y salida del regulador dependerán de la corriente máxima que pueda producir el sistema de generación fotovoltaico.
- *Baterías.* Se encargan de acumular la energía eléctrica generada por el sistema de generación fotovoltaico para su futura disposición en las horas de carencia solar. Las más recomendables para instalaciones autónomas son las baterías estacionarias de plomo ácido, con vasos de 2V conectados para completar los Voltios de la instalación.
- *Inversor.* Si las cargas que debemos alimentar son a 230Vac, necesitamos un equipo que transforme la corriente continua del regulador en corriente alterna para alimentar las cargas. A la hora de dimensionar debemos tener en cuenta el sumatorio de cargas AC de la instalación en un instante.

Estimación del consumo eléctrico

Teniendo en cuenta la potencia nominal media de los principales aparatos eléctricos y electrónicos presentes en la vivienda y las horas de uso diarias de los mismos, podemos realizar un cálculo aproximado del consumo eléctrico diario de nuestro edificio.

Debemos tener en cuenta la aplicación de un margen de seguridad del 20% para un correcto dimensionamiento de la instalación. Además, también debemos considerar las pérdidas por

rendimiento de la batería (rendimiento del 95%) y del inversor (rendimiento del 90%); pues estos valores influyen también en la energía necesaria final.

Tabla 5.2.2-15. Cálculo demanda diaria de energía eléctrica.

	Nº de unidades	Potencia unitaria (W)	Horas uso/día	Total Energía (Wh/día)	Total Energía (Wh/día) *Margen Seguridad
Bombillas (20W)	6	20	4	480	576
Bombillas (40W)	2	40	4	320	384
Lavadora ⁽¹⁾	1	620	-	124	148,8
Lavavajillas ⁽²⁾	1	1000	1	1000	1200
Vitrocerámica	1	900	2	1800	2160
Frigorífico ⁽³⁾	2	125	24	2400	2880
TV ⁽⁴⁾	1	130	5	650	780
Horno	1	1800	0,5	900	1080
Campana extractora	1	195	1	195	234
Microondas	1	700	0,1	70	84
Estufa pellets	1	290	1	290	348
Ventilador techo ⁽⁵⁾	4	40	-	192	230,4
TOTAL				8421	10105,2

- (1) *Lavadora*. Se programa aproximadamente cada 4 días y sólo durante el período vacacional. El programa de lavado dura 2 horas, por lo que el uso diario sería de 0,5 horas; teniendo en cuenta que el período vacacional que este consumo solo es aplicable durante el período de vacaciones de verano y Navidad.
- (2) *Lavavajillas*. El lavavajillas se programa cada dos días con un programa de duración 2 horas, por lo que su uso diario correspondería a 1 hora al día.
- (3) *Frigorífico*. La vivienda cuenta con dos frigoríficos, uno en la cocina y otro en el garaje para almacenar bebida. Por tanto, consideramos que la utilización de ambos es a un 40% de su potencia nominal.
- (4) *TV*. La televisión presente en la vivienda tiene una potencia aproximada de 130 W, y una potencia de stand-by de 0,5 W, por lo que durante las horas del día que no se encuentra en funcionamiento (19 horas) consume un total de 9,5 Wh. Este valor es muy pequeño como para considerarlo, por lo que prescindimos de él teniendo en cuenta la aplicación del margen de seguridad de la instalación.
- (5) *Ventilador de techo*. Los ventiladores instalados en la vivienda son 4, uno por cada habitación. Sin embargo, sólo se ocupan dos habitaciones durante el verano, y su uso se limita a ese período vacacional (61 días), por tanto, tomaremos como aproximación que las horas de uso son la mitad, o que realmente solo hay instalados dos ventiladores, (cualquier caso nos vale); siempre teniendo en cuenta que solo se utilizan en verano.

Procedemos por tanto, a realizar un estudio mes a mes del consumo de energía eléctrica a partir de los datos de energía por aparato con aplicación del margen de seguridad, y teniendo en cuenta qué aparatos se emplean cada mes.

Tabla 5.2.2-16. Cálculo demanda mensual de energía eléctrica

	Días/mes Ocupación	Energía (Wh/día)	Energía (Wh/mes)	Energía (kWh/mes)
Ene	18	11214	201852	201,852
Feb	14	9726	136164	136,164
Mar	15	9552	143280	143,28
Abr	15	9378	140670	140,67
Mayo	15	9378	140670	140,67
Jun	15	9378	140670	140,67
Jul	31	11634	360654	360,654
Ago	31	11634	360654	360,654
Sept	15	9378	140670	140,67
Oct	15	9482,4	142236	142,236
Nov	15	9726	145890	145,89
Dic	20	9726	194520	194,52

Para calcular el consumo medio anual debemos tener en cuenta los rendimientos de inversores y batería, así como los aparatos que funcionan en DC y AC. En nuestro caso, tomaremos todos los aparatos con conexión de alterna.

$$L_{md} = \frac{L_{md,DC} + \frac{L_{md,AC}}{\eta_{inv}}}{\eta_{bat}} = \frac{0 + \frac{2247930}{0,90}}{0,95} = 2629157,9 \text{ Wh/año} \approx 2629,16 \text{ kWh/año}$$

Radiación solar disponible

Para calcular la radiación solar incidente recurrimos a la aplicación [PVGIS \(Photovoltaic Geographical Information System – European Comission, Joint Research Center\)](#), donde podemos consultar los datos de insolación de forma fácil y rápida.

Situando nuestra instalación en la dirección de nuestra vivienda, obtenemos los siguientes valores:

- Latitud: 37°26'17" Norte
- Longitud: 1°30'12" Oeste
- Potencia nominal de la instalación solar fotovoltaica: 1kWp (silicio cristalino)
- Inclinación de los módulos: 37,5°
- Orientación de los módulos: 0°

Tabla 5.2.2-17. Irradiación mensual en la localización de la vivienda.

Sistema fijo: inclinación = 37,5 °, orientación = 0°				
Mes	E_d	E_m	H_d	H_m
Ene	3,63	112	4,68	145
Feb	4,26	119	5,54	155
Mar	5,09	158	6,75	209
Abr	4,96	149	6,61	198
Mayo	5,03	156	6,77	210
Jun	5,19	156	7,07	212
Jul	5,22	162	7,18	223
Ago	5,18	161	7,13	221
Sept	4,80	144	6,55	197
Oct	4,41	137	5,95	185
Nov	3,75	113	4,91	147
Dic	3,36	104	4,35	135
Media anual	4,58	139	6,13	186
Total para el año		1670		2240

Siendo:

- E_d es la producción de electricidad media diaria por el sistema dado (kWh)
- E_m es la producción de electricidad media mensual por el sistema dado (kWh)
- H_d es la media diaria de irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado (kWh/m^2)
- H_m es la suma media de la irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh/m^2)

La forma correcta de dimensionar nuestra instalación es para las condiciones mensuales más desfavorables, para así asegurar la cobertura de demanda durante todo el año. Dado que el consumo mensual es variable, la condición a tener en cuenta no es la del mes con menos radiación. El criterio que debemos considerar para seleccionar el mes más desfavorable será el que nos proporcione una relación consumo-radiación mayor. Por tanto, debemos analizar este valor de consumo/radiación.

Tabla 5.2.2-18. Relación consumo/radiación mensual.

	Energía (kWh/mes)	Radiación/mes (kWh/m ²)	Relación consumo/radiación
Ene	201,852	4,68	43,131
Feb	136,164	5,54	24,578
Mar	143,280	6,75	21,227
Abr	140,670	6,61	21,281
Mayo	140,670	6,77	20,778
Jun	140,670	7,07	19,897
Jul	360,654	7,18	50,230
Ago	360,654	7,13	50,583
Sept	140,670	6,55	21,476
Oct	142,236	5,95	23,905
Nov	145,890	4,91	29,713
Dic	194,520	4,35	44,717

Observamos que la relación consumo-radiación más desfavorable la obtenemos para el mes de agosto, siendo el consumo de ese mes 360,654 kWh/mes y la radiación solar 7,13 kWh/m².

Podemos por tanto obtener el valor de consumo diario para el mes crítico según:

$$L_{mdcrit} = \frac{L_{mensual} (Wh)}{n^{\circ} \text{ días mes}} = \frac{360654}{31} = 11634 \text{ Wh/día}$$

Una vez conocido el valor de radiación solar incidente para el mes crítico, para obtener la cantidad de horas de sol pico (HSP) debemos dividir este valor por la radiación solar incidente que utilizamos para calibrar los módulos, es decir 1 kWh/m². De esta forma obtenemos la insolación total diaria:

$$HSP = \text{radiación solar para caso más desfavorable} / 1 \text{ kWh/m}^2 = 7,13 \text{ HSP}$$

Cálculo de los paneles solares necesarios

Para calcular el número total de módulos necesarios, empleamos la siguiente fórmula:

$$N_T = \frac{L_{mdcrit}}{P_{MPP} \cdot HSP_{crit} \cdot PR}$$

Donde

- L_{mdcrit} es el consumo diario mensual para el mes crítico, que en este caso no varía siendo el mismo 11634 Wh/día

- P_{MPP} es la potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC (1000 W/m^2 , 25°C de T^a de célula), siendo la misma 270 wattios de potencia en STC.
- HSP_{crit} indica las horas de sol pico del mes crítico, siendo la misma la correspondiente a agosto, 7,13 HSP.
- PR es el factor global de funcionamiento, indica las pérdidas que puede tener el módulo fotovoltaico, siendo las mismas en torno a un 20% y un 30%. Tomaremos como valor el más desfavorable, es decir 0,7.

De esta forma, obtenemos:

$$N_T = \frac{11634}{270 \cdot 7,13 \cdot 0,70} = 8,63 \equiv 9$$

Necesitamos 9 paneles para cubrir el consumo.

Para saber qué tipo de conexión instalar, debemos conocer tanto la tensión de las baterías como la tensión a potencia máxima del módulo.

$$N_{serie} = \frac{V_{BAT}}{V_{MOD,MPP}} = \frac{24}{31,5} = 0,76 \equiv 1$$

$$N_{paralelo} = \frac{N_T}{N_{serie}} = 9$$

Conectaríamos por tanto 9 ramas en paralelo con un panel por rama.

En el caso de *no instalar un regulador* con seguimiento de punto de máxima potencia (MPPT), debemos emplear el *Criterio de Amperios-Hora*, pues debe ser la batería la que fije la tensión del sistema, para asegurar que el valor de máxima potencia no se alcance.

El consumo de energía medio en Ah/día lo calculamos según la siguiente fórmula:

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}} = \frac{11634 \text{ Wh/día}}{24 \text{ V}} = 484,75 \text{ Ah/día}$$

Por tanto, la corriente que debe generar el panel fotovoltaico en las condiciones de radiación solar del mes crítico es:

$$I_{GFV,MPP} = \frac{Q_{Ah}}{HSP_{crit}} = \frac{484,75}{7,13} = 67,99 \text{ A} \approx 68 \text{ A}$$

Este valor corresponde al total de los paneles solares necesarias, por lo que si dividimos este valor por la corriente unitaria de cada módulo fotovoltaico, obtenemos el número de módulos necesarios conectados en paralelo:

$$N_{\text{paralelo}} = \frac{I_{GFV,MPP}}{I_{MOD,MPP}} = \frac{68}{8,58} = 7,92 \equiv 8$$

Necesitando para este caso 8 ramas en paralelo con 1 módulo por rama para cubrir las necesidades del sistema.

Aunque el dimensionado para el caso de no emplear un regulador MPPT nos da como resultado un menor número de paneles fotovoltaicos a instalar (en lugar de necesitar 9, necesitaríamos 8); no es recomendable una instalación sin este aparato, pues su función es servir de “interruptor” entre paneles y batería para que esta última no se sobrecargue.

Dimensionado de las baterías solares

Para definir el tamaño necesario de las baterías debemos tener en cuenta varios parámetros:

- Profundidad de descarga máxima: nivel máximo de descarga de la batería antes de la desconexión del regulador con el fin de proteger su durabilidad. Para un ciclo diario (profundidad de descarga máxima diaria), la profundidad de descarga se encuentra en torno al 15-20%. Para el caso de ciclo estacional (número máximo de días de descarga de la batería sin aporte de radiación a los módulos) este valor se encuentra en el 70%, siendo los días de autonomía entre 4 y 10.
- Las descargas de las baterías deben ser progresivas para ser lo más eficiente posible y suministrar así la mayor cantidad de energía posible. Los tiempos de descarga suelen ser de 100 horas, es decir, si la autonomía de la batería es de 5 días, tardaría en descargarse 120 horas, por lo que se toma el valor crítico de 100 horas como valor por defecto.

Para el caso de baterías con una autonomía de 6 días y con los valores de profundidad máxima estacional y diaria mencionados anteriormente (70% y 15%), podemos calcular la capacidad nominal necesaria de las mismas a partir de los siguientes cálculos:

- En función de la descarga máxima diaria:

$$C_{nd}(Wh) = \frac{L_{md}}{P_{Dmax,d} \cdot F_{CT}} = \frac{11634}{0,15 \cdot 1} = 77560 Wh$$

$$C_{nd}(Ah) = \frac{C_{nd}(Wh)}{V_{BAT}} = \frac{77560}{24} = 3231,67 Ah$$

- En función de la descarga máxima estacional:

$$C_{ne}(Wh) = \frac{L_{md} \cdot N}{P_{Dmax,d} \cdot F_{CT}} = \frac{11634 \cdot 9}{0,7 \cdot 1} = 149580 Wh$$

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{BAT}} = \frac{149580}{24} = 6232,5 Ah$$

Escogemos por tanto el máximo valor obtenido, siendo la capacidad nominal de las baterías como mínimo de 6233 Ah.

Cálculo del regulador

Para dimensionar el regulador debemos conocer la máxima corriente que deben soportar tanto a su entrada como a su salida.

Para el caso de la corriente de entrada del regulador debemos conocer la corriente de cortocircuito de un módulo, el número de ramas en paralelo y el factor de seguridad.

- La corriente de cortocircuito para un módulo en el caso del SW180 es $I_{MOD,sc} = 8,99 A$
- Para el caso de instalación con regulador, el número de ramas en paralelo es $N_{paralelo} = 9$
- Tomaremos como coeficiente de seguridad un 25% la corriente de entrada.

$$I_{entrada} = 1,25 \cdot 8,99 \cdot 9 = 101,14 A$$

Para calcular la corriente de salida debemos tener en cuenta las potencias de los aparatos funcionando en DC y en AC. Como consideramos que todas las cargas son en alterna:

- Potencia de las cargas DC: $0W$
- Potencia de las cargas AC: $(620 + 1000 + 2 \times 125 + 1800 + 195 + 700 + 290 + 6 \times 20 + 2 \times 40 + 900 + 130 + 4 \times 40) = 5625W$

$$I_{salida} = \frac{Coef. seguridad \cdot \left(P_{DC} + \frac{P_{AC}}{\eta_{inv}} \right)}{V_{BAT}} = \frac{1,25 \cdot \left(0 + \frac{5625}{0,90} \right)}{24} = 325,5 A$$

Por tanto, el regulador de carga debería soportar como mínimo una corriente de 102A a su entrada y 326A a la salida.

Cálculo del inversor

A la hora de dimensionar el inversor solo debemos tener en cuenta la suma de potencias de las cargas de alterna y aplicar un margen de seguridad del 20%.

$$P_{inv} = 1,2 \cdot P_{AC} = 1,2 \cdot 5625 = 6750 W$$

Análisis de resultados

Para conseguir cubrir los consumos eléctricos de nuestra vivienda necesitamos instalar un gran número de paneles fotovoltaicos, por lo que estudiaremos como posible solución la instalación de un sistema mixto de energía mini-eólica y módulos fotovoltaicos.

5.2.3. Generador mini-eólico.

La energía eólica es una de las fuentes de energía renovable más importantes, pues se ha calculado que el potencial eólico de la Tierra equivale a unas veinte veces el actual consumo mundial de energía.

La utilización de la energía eólica nos lleva a generar energía eléctrica a partir de la fuerza del viento, mediante la utilización de la energía cinética producida por efecto de las corrientes de aire. Se trata de una fuente de energía limpia e inagotable, que reduce la emisión de gases de efecto invernadero y preserva el medioambiente.

5.2.3.1. *El viento y sus características*

El viento se define mediante dirección y velocidad.

El paso previo para la instalación de una aeroturbina consiste en la evaluación de los recursos eólicos de la zona. Para ello, nos serviremos de las mediciones realizadas por los puntos SIMAR (modelo numérico) que podemos encontrar en la web de “Puertos del estado”.

El punto SIMAR más cercano a nuestra vivienda es el 2066089, cuya información se muestra a continuación:

Tabla 5.2.3-1. Información necesaria para obtención de datos históricos de viento.

Longitud:	1.50° W
Latitud:	37.42° N
Cadencia:	1 h
Código:	2066089
Inicio de medidas:	04-01-1958
Fin de medidas:	24-08-2016
Conjunto de Datos:	Punto SIMAR

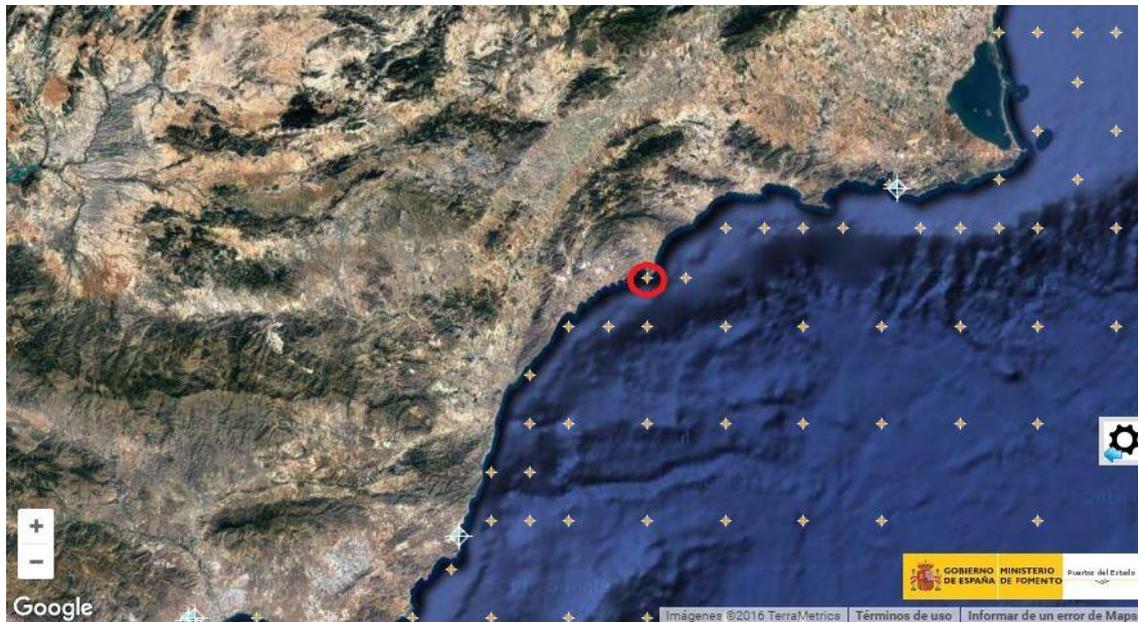


Tabla 5.2.3-2. Localización del punto SIMAR.

De él, podemos obtener datos de viento en forma de:

- Histogramas
- Rosas de viento
- Tablas de máximos por meses
- Gráficas de series temporales

Recogiendo los datos de los últimos 5 años, podemos realizar un buen análisis de viento para el estudio previo a nuestro generador eólico.

Rosa de viento

La rosa de los vientos nos proporciona información sobre la dirección o direcciones principales del mismo con su frecuencia en un diagrama circular permitiendo la ubicación del aerogenerador en la localización correcta.

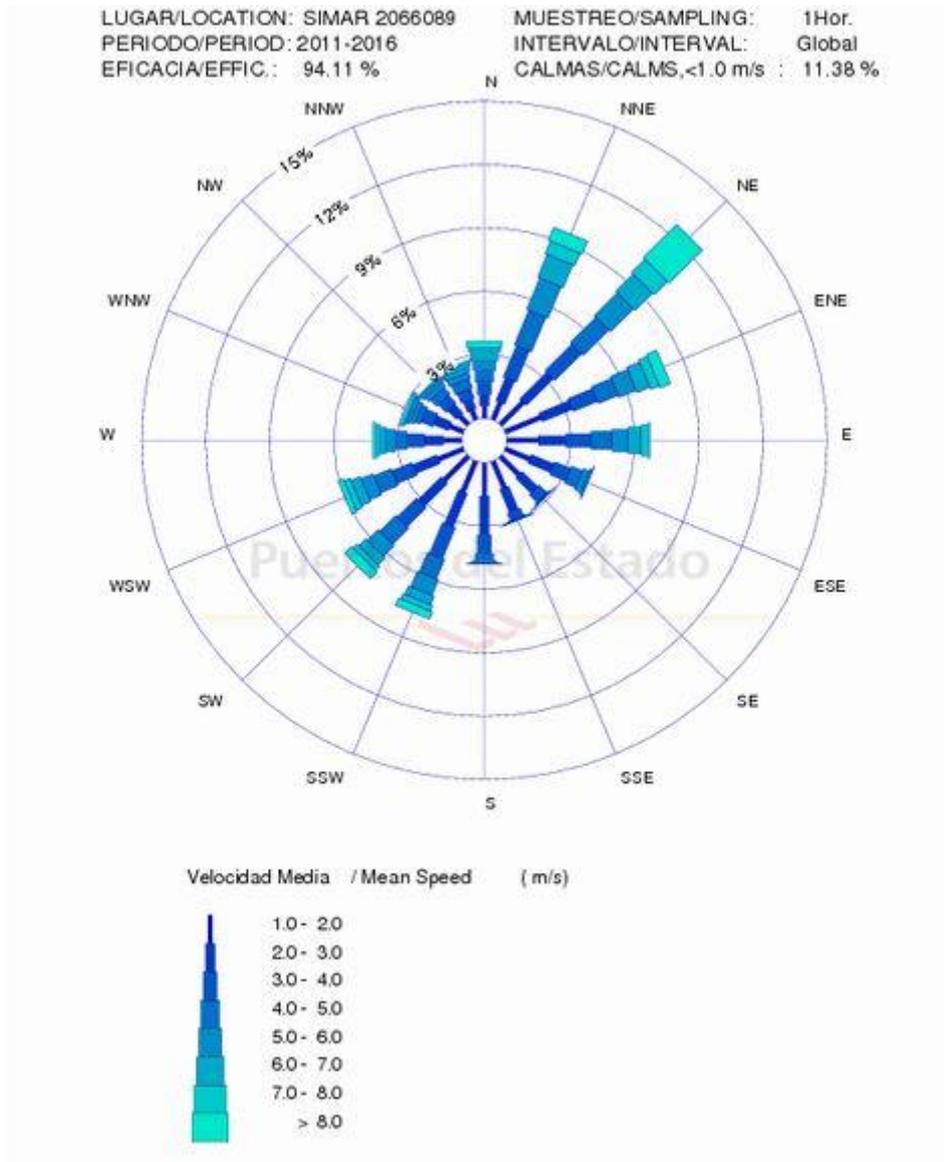


Tabla 5.2.3-3. Rosa de viento anual para estudio de 5 años.

Vemos que la dirección dominante es NE, por lo que esa orientación debe permanecer libre de obstáculos.

Si particularizamos para la estación de verano, época de mayor uso de la vivienda, obtenemos la siguiente rosa de vientos:

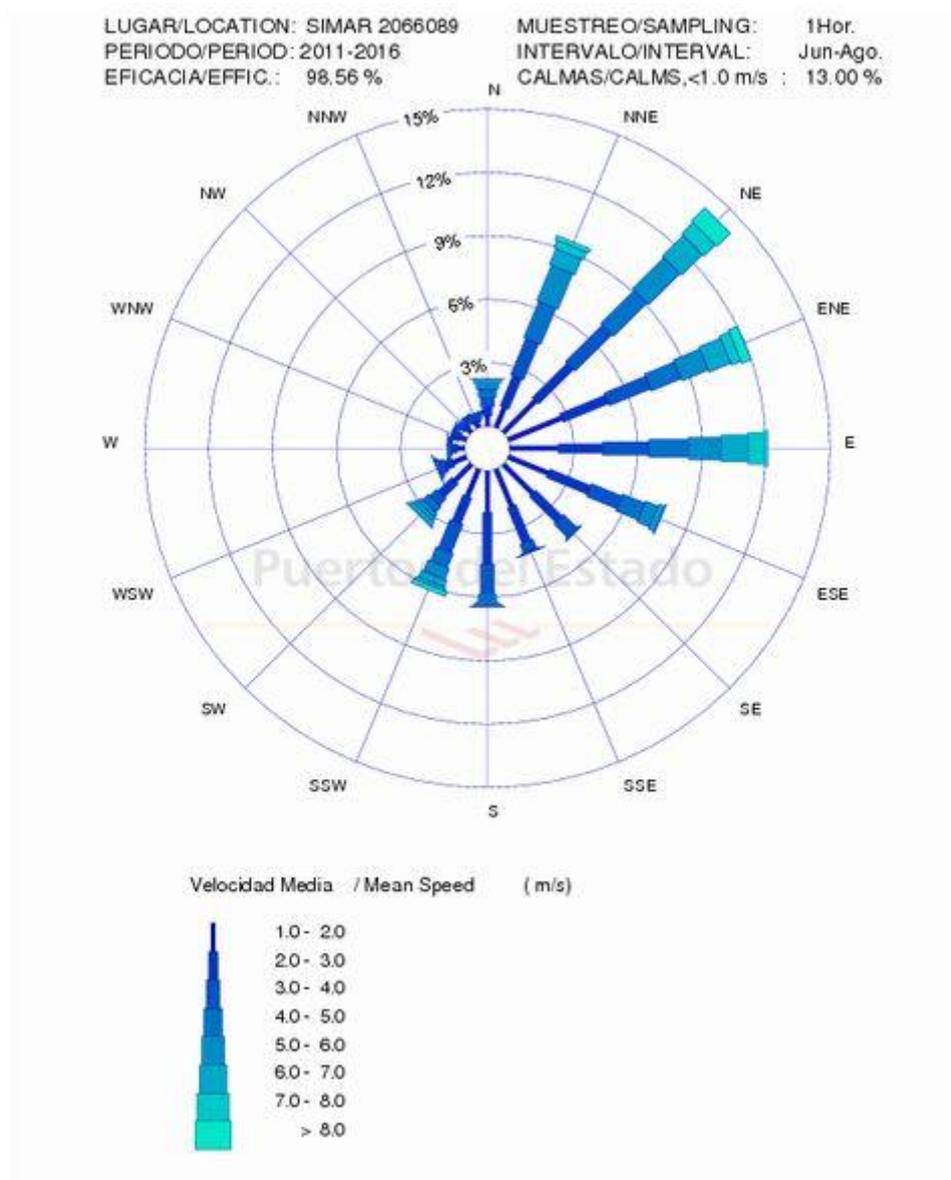


Tabla 5.2.3-4. Rosa de viento temporada de verano para estudio de 5 años.

Siendo la dirección dominante de viento la misma que para el caso anual.

Histograma

El histograma nos proporciona la velocidad del viento predominante en porcentaje respecto al 100% del viento anual.

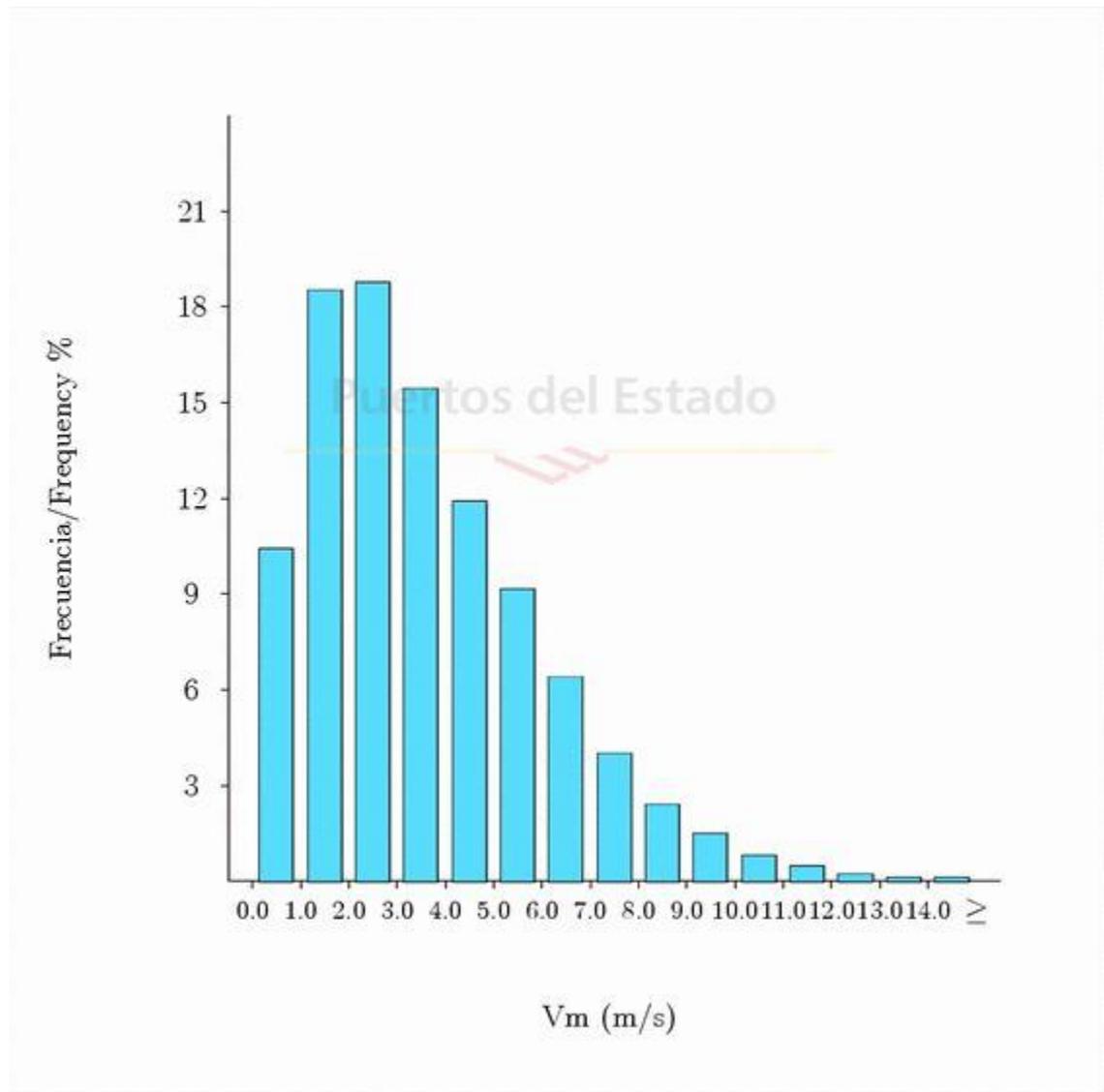


Tabla 5.2.3-5. Frecuencia de aparición frente a velocidad del viento. Estudio de 5 años.

Otros datos

También podemos obtener otros datos, como la evolución temporal de la velocidad del viento media y máxima en los últimos 5 años:

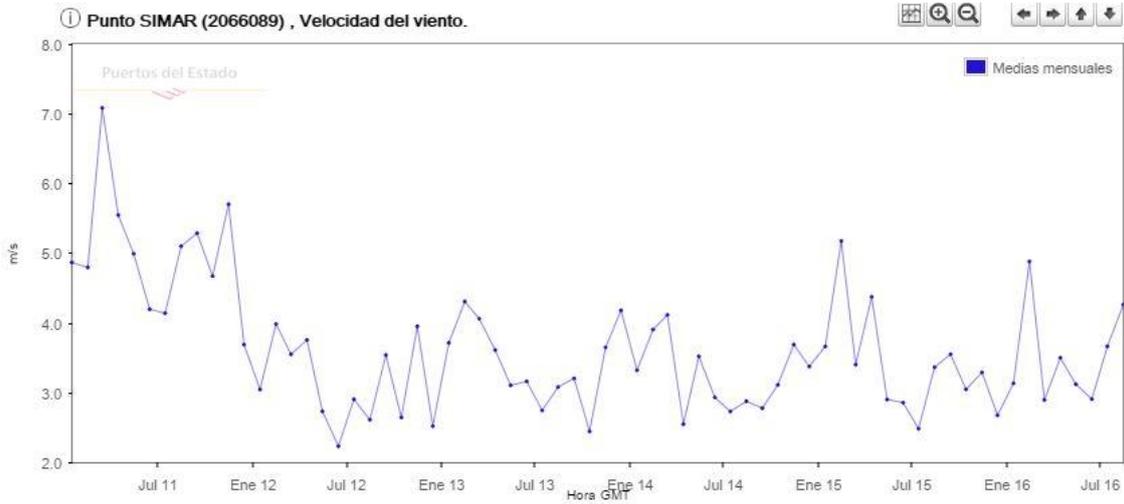


Tabla 5.2.3-6. Evolución temporal de la velocidad media del viento. Estudio de 5 años.

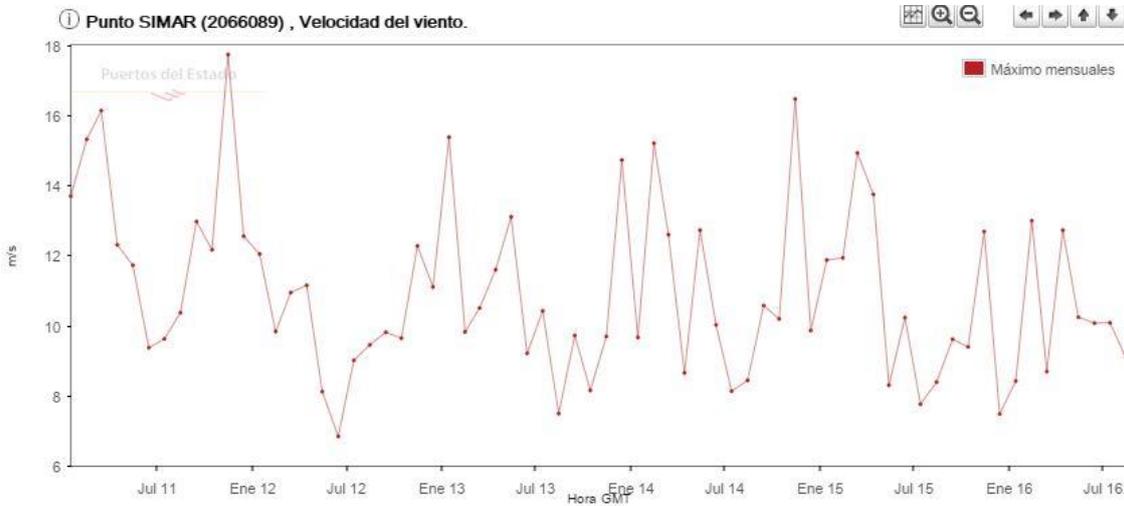


Tabla 5.2.3-7. Evolución temporal de la velocidad máxima del viento. Estudio de 5 años.

Y los valores máximos registrados totales, detallando velocidad, dirección, fecha y hora.

Punto WANA 2066089 1958 - 2016 / WANA Point 2066089 1958 - 2016					
Mes/Month	Vm Max./Max. Vm	Dir	Año/Year	Día/Day	Hora/Hour
Enero/January	16.77	53	2010	26	15
Febrero/February	15.32	234	2011	16	20
Marzo/March	16.14	43	2011	09	00
Abril/April	13.97	224	2009	14	19
Mayo/May	13.16	221	2007	13	21
Junio/June	13.64	232	2010	09	19
Julio/July	12.19	45	2010	04	18
Agosto/August	13.73	38	2007	22	08
Septiembre/September	12.98	65	2011	19	01
Octubre/October	16.69	227	2009	22	06
Noviembre/November	17.74	232	2011	04	19
Diciembre/December	15.56	235	2009	22	18

Tabla 5.2.3-8. Velocidades máximas registradas.

5.2.3.2. Situación y emplazamiento

A la hora de escoger el emplazamiento de nuestro aerogenerador, debemos tener en cuenta diversos factores.

En cuanto a la orografía, lo más apropiado sería situarlo sobre colinas que favorezcan la aceleración del viento. Si por el contrario vamos a situar nuestro aerogenerador sobre el edificio, debemos situarlo lo más lejos de obstáculos posible, es decir, cuanto mayor altura y más distancia de ellos la cantidad y calidad de viento será mejor.

Es decir, la velocidad del viento aumenta proporcionalmente a la altura y disminuye con la rugosidad del suelo, además debemos colocar el aerogenerador a barlovento de los posibles obstáculos. Por tanto, para aumentar el rendimiento y prolongar la vida de nuestro dispositivo, debemos colocarlo en un lugar bien expuesto al viento y con reducidas turbulencias.

5.2.3.3. Tecnología y aerodinámica de aerogeneradores

Un aerogenerador de pequeña potencia está compuesto por el rotor, en el cual se convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica a través del generador eléctrico acoplado mecánicamente al rotor, y el timón o aleta de cola (sistema de orientación). Además de estos componentes es necesario un sistema de acondicionamiento de potencia, que suele ser un convertidor CA/CC y un regulador de carga o inversor, dependiendo del tipo de aerogenerador. Por último todo aerogenerador de pequeña potencia debe contar con un limitador de potencia, para el caso de velocidades de viento extremas.

La potencia del viento es función de la densidad del aire, del área de "recepción" y de la velocidad.

La máxima potencia captada por un aerogenerador se expresa habitualmente como:

$$P = C_p \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v_1^3$$

Donde C_p es el coeficiente de potencia que determina el rendimiento aerodinámico del rotor.



Tabla 5.2.3-9. Distintos tipos de aerogeneradores para autoconsumo.

5.2.3.4. *Dimensionado del aerogenerador y estimación de la producción.*

Para poder realizar la estimación de la producción de un aerogenerador, necesitamos conocer la curva de potencia del mismo proporcionada por el fabricante y la distribución de viento anual (obtenida anteriormente).

Tras una búsqueda de aerogeneradores en el mercado, encontramos tres soluciones posibles:

- Enair 30. Este modelo tiene como principal ventaja la baja velocidad del viento que necesita para arrancar, siendo la misma de 2 m/s, así como la potencia obtenida con el mismo, alcanzando valores de casi 2000 W. Sin embargo, el coste de estos aparatos es muy elevado, rondando los 8000€.
- Bornay 600. Este modelo es mucho más económico que el anterior, sin embargo tiene la velocidad de arranque en 3,5 m/s y la máxima potencias obtenida es de 650W, bastante más inferiores que el aerogenerador Enair 30.
- Bornay 1500. Dentro de la misma gama de aerogeneradores Bornay, encontramos el modelo 1500, que alcanza potencias más elevadas y su coste no es mucho mayor que el anterior. Con este modelo podemos llegar a conseguir potencias en torno a 1400-1500W. Su precio es de aproximadamente 3700€.

Escogemos por tanto como modelo de aerogenerador el Bornay 1500. Con la información disponible en su ficha técnica, podemos elaborar una tabla combinando la distribución probabilística del viento junto con la curva de potencia, todo ello en función de la velocidad del viento.

Teniendo en cuenta que un año tipo tiene $24 \text{ horas} \cdot 365 \text{ días/año} = 8760 \text{ horas}$, obtenemos:

Tabla 5.2.3-10. Cálculo de energía eléctrica anual producida por el aerogenerador.

Rango (m/s)	%	Horas/año	Potencia Diagrama (W)	Producción (kWh/año)
[0; 1]	10,28	900,528	0,00	0,000
[1; 2]	18,30	1603,080	0,00	0,000
[2; 3]	18,88	1653,888	0,00	0,000
[3; 4]	15,47	1355,172	228,20	309,250
[4; 5]	11,78	1031,928	316,65	326,760
[5; 6]	9,23	808,548	461,70	373,307
[6; 7]	6,40	560,640	604,75	339,047
[7; 8]	3,88	339,888	761,83	258,935
[8; 9]	2,42	211,992	916,22	194,230
[9; 10]	1,62	141,912	1037,84	147,282
[10; 11]	0,89	77,964	1181,34	92,102
[11; 12]	0,43	37,668	1327,31	49,997
[12; 13]	0,22	19,272	1427,50	27,511
[13; 14]	0,10	8,760	1476,51	12,934
[14; 15]	0,10	8,760	0,00	0,000
SUMA DE PRODUCCIÓN				2131,355

Ahora bien, de este total de producción deberemos tener en cuenta distintos márgenes de seguridad:

- Por cumplimiento con la curva de potencia: 5%
- Para tener en cuenta la fluctuación anual del viento: 15%
- Por medición del viento en un punto de referencia diferente al emplazamiento del aerogenerador: 25%

Por tanto, nuestra producción anual estimada sería:

$$2131,355 \text{ kWh} \cdot (1 - 0,05) \cdot (1 - 0,15) \cdot (1 - 0,25) = 1290,802 \text{ kWh}$$

Debemos tener en cuenta en el estudio económico el dimensionado del resto de elementos de la instalación aislada, siendo estos en torno a los siguientes porcentajes:

- Aerogenerador: 27%
- Baterías: 31%
- Regulador: 4%
- Inversor: 28%
- Instalación: 10%

5.2.3.5. *Solución mixta: generador mini-eólico y módulos fotovoltaicos.*

Si contemplamos en el estudio la solución mixta de panel fotovoltaico más turbina mini-eólica observamos que la contribución necesaria de fotovoltaica sería:

$$\begin{aligned} \text{Energía fotovoltaica} &= \text{Demanda energética} - \text{contribución energética mini-eólica} \\ &= (2629,16 - 1290,802) \text{ kWh} = 1338,36 \text{ kWh/año} \end{aligned}$$

Para realizar el dimensionado de la nueva instalación fotovoltaica, debemos tener en cuenta la contribución en porcentaje del mes crítico en función de la demanda energética total anual:

Tabla 5.2.3-11. Estimación del consumo mensual en función del anual.

	Energía (Wh/mes)	% consumo mensual en función del anual
Ene	201852	8,98
Feb	136164	6,06
Mar	143280	6,37
Abr	140670	6,26
Mayo	140670	6,26
Jun	140670	6,26
Jul	360654	16,04
Ago	360654	16,04
Sept	140670	6,26
Oct	142236	6,33
Nov	145890	6,49
Dic	194520	8,65
TOTAL	2247930	100

Multiplicando la demanda anual a cubrir por el porcentaje de consumo del mes crítico, obtendríamos el valor de demanda energética mensual equivalente, y dividiendo dicho valor por el número de días de ocupación de ese mes, obtenemos el valor de demanda energética diaria:

$$\text{Demanda equivalente mensual} = 1338,36 \cdot 0,1604 = 214,73 \text{ kWh/mes}$$

$$\frac{214,73 \text{ kWh/mes}}{31 \text{ días/mes}} = 6,93 \text{ kWh/día} = 6926,64 \text{ Wh/día}$$

Con el valor estimado de demanda energética diaria a cubrir por el panel fotovoltaico y las características del mismo, podemos dimensionar la instalación:

Número de paneles necesarios. Serie y paralelo.

$$N_T = \frac{L_{mdcrit}}{P_{MPP} \cdot HSP_{crit} \cdot PR} = \frac{6926,64}{270 \cdot 7,13 \cdot 0,7} = 5,14 \equiv 6$$

$$N_{serie} = \frac{V_{BAT}}{V_{MOD,MPP}} = \frac{24}{31,5} = 0,76 \equiv 1$$

$$N_{paralelo} = \frac{N_T}{N_{serie}} = 6$$

Cálculo de las baterías.

- En función de la descarga máxima diaria.

$$C_{nd}(Wh) = \frac{L_{md}}{P_{Dmax,d} \cdot F_{CT}} = \frac{6926,64}{0,15 \cdot 1} = 46177,6 Wh$$

$$C_{nd}(Ah) = \frac{C_{nd}(Wh)}{V_{BAT}} = \frac{46177,6}{24} = 1924,07 Ah$$

- En función de la descarga máxima estacional

$$C_{ne}(Wh) = \frac{L_{md} \cdot N}{P_{Dmax,d} \cdot F_{CT}} = \frac{6926,64 \cdot 6}{0,7 \cdot 1} = 59371,2 Wh$$

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{BAT}} = \frac{59371,2}{24} = 2473,8 Ah$$

Capacidad nominal mínima de las baterías: 2473,8 Ah

Del dimensionado del regulador y del inversor, solo varía la corriente de entrada del regulador, pues esta depende del número de paneles de la instalación, siendo por tanto este valor:

$$I_{entrada} = 1,25 \cdot 8,99 \cdot 6 = 67,4 A$$

5.2.3.6. *Análisis de resultados.*

Tras realizar el dimensionado de la solución mixta obtenemos un ahorro considerable en la instalación de fotovoltaica, pues el número de paneles se reduce en un tercio y las capacidades que deben tener el resto de elementos son bastante menores. Sin embargo, debemos estudiar si el ahorro económico en la instalación fotovoltaica es más rentable que el coste del generador mini-eólico. Estudio que llevaremos a cabo en el análisis económico.

6. Análisis económico.

En este apartado analizaremos la viabilidad económica de implantar las medidas activas estudiadas en el apartado anterior.

Debemos tener en cuenta que este análisis se hace desde el punto de vista de la viabilidad, y no con carácter de realizar un estudio económico de la ejecución de un proyecto. Es decir, lo que buscamos es conocer si las opciones que hemos planteado para mejorar la sostenibilidad de nuestra vivienda son asumibles y nos generan un ahorro posterior.

Para ello, calcularemos el período de retorno de nuestra inversión inicial (VAN) para comprobar, en función de la durabilidad de los aparatos implementados, si es rentable realizar tal inversión.

6.1. Captador solar.

El captador solar sobre el que vamos a estudiar su viabilidad económica es el “Equipo Solar Junkers SMART 150L”. Se trata de un kit solar, que desde el punto de vista del ahorro en instalación y compra de aparatos, es una solución más económica que comprar por separado captador, depósito acumulador, intercambiador, etc.



Tabla 5.2.3-1. Equipo solar Junkers SMART 150 L.

En el dimensionado del equipo obtuvimos como resultado que el número de captadores a instalar para cubrir nuestra demanda de ACS es de 3 unidades.

6.1.1. Facturación anual de electricidad sin instalación de colector solar.

En primer lugar debemos calcular la facturación anual de consumo de ACS. Para ello debemos saber que para una potencia contratada de 5,75 kW los precios de electricidad aportados por la compañía *Iberdrola* son los siguientes:

- Precio por kWh: 0,130316 €/kWh
- Cuota por potencia contratada (bimensual): 23,93 €
- Impuesto electricidad (bimensual): 5,1127% sobre (consumo bimensual + potencia contratada)
- Alquiler de equipos (bimensual): 0,82 €

Por tanto, la facturación anual será igual a:

$$2244,75 \left(\frac{kWh}{año} \right) \cdot 0,130316 (\text{€/kWh}) \\ + [0,82 + 0,051127 \cdot (23,93 + (2244,75/6\text{meses}) \cdot 0,130316)] (\text{€/mes}) \\ \cdot 6(\text{meses/año}) = 319,74 \text{ €/año}$$

Dado que la cuota fija es bimensual, la multiplicamos por la mitad de los meses de utilización de nuestro sistema.

6.1.2. Facturación anual de electricidad con instalación de colector solar.

Conocida la energía necesaria con el sistema de apoyo convencional una vez hemos calculado el aporte de energía por el colector solar, podemos calcular, análogamente a lo realizado en el apartado anterior, la facturación anual necesitada del sistema eléctrico de apoyo.

Teniendo en cuenta que sólo requerimos aporte adicional al colector solar durante cuatro meses, el coste fijo bimensual lo multiplicaremos por 2.

$$347,54 kWh/año \cdot 0,130316 \\ + [0,82 + 0,051127 \cdot (23,93 + (347,54/2\text{meses}) \cdot 0,130316)] (\text{€/mes}) \\ \cdot 2(\text{meses/año}) = 51,69 \text{ €/año}$$

En este caso, el aporte de energía por instalación de apoyo convencional se realiza durante cuatro meses, por tanto multiplicamos por 2 la cuota fija bimensual.

6.1.3. Estudio de la Rentabilidad de la Inversión

Sabemos que nuestro sistema solar cuesta 1290€, y cada sistema cuenta con 1 colector. Por tanto, la instalación completa tiene un coste de:

$$1290 (\text{€/unidad}) \cdot 3\text{unidades} = 3870\text{€}$$

El ahorro anual lo calculamos como la diferencia entre la facturación anual sin colector solar y la facturación anual con colector solar.

Tabla 6.1.3-1. Datos iniciales estudio económico.

Inversión diferencial (I_n, euros)	3870
Ahorro anual (A, euros)	268,05
Mantenimiento (% sobre la inversión)	1
Mantenimiento primer año (M, euros)	38,7
Vida de la instalación (años) n	20
Interés para pequeño capital (%) e	8
Inflación de electricidad (%) c	15
Inflación del mantenimiento (%) i	12

Tabla 6.1.3-2. Cálculo datos para obtención de VAN.

Años, n	A_n	M_n
1	285,425	40,133
2	303,925	41,620
3	323,624	43,161
4	344,599	44,760
5	366,934	46,418
6	390,717	48,137
7	416,041	49,920
8	443,007	51,768
9	471,721	53,686
10	502,295	55,674
11	534,851	57,736
12	569,517	59,875
13	606,431	62,092
14	645,736	64,392
15	687,590	66,777
16	732,156	69,250
17	779,610	71,815
18	830,140	74,475
19	883,946	77,233
20	941,239	80,093

- Columna A_n : ahorro cada año

$$A_n = \text{Ahorro anual inicial} \cdot \left(\frac{1 + \text{inflación electricidad}}{1 + \text{interés para pequeño capital}} \right)^n$$

- Columna M_n : gasto en mantenimiento cada año

$$M_n = \text{Mantenimiento anual inicial} \cdot \left(\frac{1 + \text{inflación mantenimiento}}{1 + \text{interés para pequeño capital}} \right)^n$$

Tabla 6.1.3-3. Resultados VAN.

Ahorro neto	11059,504
Total Mantenimiento	1159,013
Inversión diferencial	3870
Beneficio neto (VAN)	6030,491

Siendo:

- Ahorro neto: suma de A_n
- Total mantenimiento: suma de M_n
- $Beneficio\ neto = Ahorro\ neto - Total\ Mantenimiento - Inversión\ diferencial$

Tabla 6.1.3-4. Retorno de la inversión.

B_n (VAN)	años
-19,873	11
489,770	12

Haciendo un estudio año a año del beneficio neto, observamos que del año 11 al 12 se produce un cambio de signo, lo que significa que empezamos a recuperar el dinero invertido en la instalación.

Para calcular la *tasa interna de retorno (TIR)*, debemos realizar un tanteo variando el valor de "Interés de pequeño capital, e" en la fórmula de cálculo de Ahorro y Gasto de Mantenimiento anual, hasta que consigamos llevar a 0 el valor del beneficio neto.

Obtenemos de esta forma que para un *Interés de pequeño capital* del 17,36%, el valor del beneficio neto se hace prácticamente nulo (0,027).

6.1.4. Análisis de resultados

Tras realizar el estudio económico de la instalación del sistema solar obtenemos que el período de retorno de la inversión es de 12 años, por lo que podemos concluir que la instalación **es rentable**.

6.2. Caldera de biomasa.

En el dimensionado del equipo para cubrir la demanda de calefacción obtuvimos como resultado que la potencia necesaria para climatización es de 12,939 kW, es decir 13 kW.

$$Demanda_{calef.} = 12,939(kW) \cdot 12(h/día) \cdot 67(días/año) \cdot 1,2 = 12483,547 kWh/año$$

Además, el área aproximada a calentar de la vivienda es de 125 m², pues no queremos climatizar el garaje, los aseos ni la sala de estar de la segunda planta.

Por tanto, para cubrir esta demanda de calefacción emplearemos una estufa de pellets canalizable, en concreto el modelo TMC PWA de 14 kW de potencia, con capacidad de calefacción de estancias de hasta 130 m^2 y con un rendimiento del 92%.



Tabla 6.1.4-1. Estufa de pellets canalizable TMC PWA 14kW.

6.2.1. Facturación anual de electricidad sin instalación de biomasa.

En primer lugar debemos calcular la facturación anual de consumo de electricidad. Para ello debemos saber que para una potencia contratada de 5,95 kW los precios de electricidad aportados por la compañía *Iberdrola* son los siguientes:

- Precio por kWh: 0,130316 €/kWh
- Cuota por potencia contratada (bimensual): 23,93 €
- Impuesto electricidad (bimensual): 5,1127% sobre (consumo bimensual + potencia contratada)
- Alquiler de equipos (bimensual): 0,82 €

Además, para calcular el consumo de energía debemos tener en cuenta el rendimiento de la caldera:

$$CE = \frac{\text{Demanda calefacción}}{\text{Rendimiento de la caldera}} = \frac{12483,55}{0,92} = 13569,073 \text{ kWh/año}$$

Por tanto, la facturación anual será igual a:

$$13569,073 \left(\frac{kWh}{año} \right) \cdot 0,130316 (\text{€/kWh}) \\ + [0,82 + 0,051127 \cdot (23,93 + (13569,073/3\text{meses}) \cdot 0,130316)] (\text{€/mes}) \\ \cdot 3(\text{meses/año}) = 1864,80 \text{ €/año}$$

Multiplicamos la “cuota fija bimensual” por 3 meses ya que la calefacción se realiza durante 6 meses anuales.

6.2.2. Facturación anual de electricidad y consumo de combustible con instalación de biomasa.

Para calcular el coste anual que supone la calefacción mediante una estufa de pellets debemos tener en cuenta dos gastos:

- El gasto eléctrico que genera la caldera.
- El gasto de combustible que requiere.

En cuanto al coste de electricidad, debemos tener en cuenta que la instalación de la estufa conlleva un gasto eléctrico. En la ficha técnica del producto podemos su máxima potencia eléctrica absorbida es de 290W.

Como sabemos que las horas diarias de calefacción son 12 (ver horarios de climatización “clim_calor” en anexo), podemos calcular la demanda de energía eléctrica anual como:

$$Demanda_{elec.} = 0,290(kW) \cdot 12(h/día) \cdot 67(días/año) = 233,16 kWh/año$$

Para el cálculo de consumo de combustible debemos conocer dos valores: el PCI del pellet y el precio por kg.

El PCI del pellet lo encontramos en la Tabla 5.2.1-6. PCI y PCS de distintos combustibles., siendo el mismo 5,01 kWh/kg; y el precio actual del pellet varía en función de la calidad, la cantidad y el distribuidor. Según la información proporcionada por IDAE sobre precios de biomasa, tiene un coste actual (primer trimestre de 2016) entre 183,62 y 169,21 €/t en función de si se compra por sacos o a granel. Tomaremos en nuestro caso que lo compramos por sacos de 15 kg.

El consumo anual de combustible lo calculamos a partir del PCI del pellet según:

$$Q_{comb} = \frac{CE}{PCI_{pellet}} = \frac{13569,07 kWh/año}{5,01 kWh/kg} = 2708,40 kg/año$$

Sabiendo el precio del pellet, calculamos el coste anual del combustible:

$$C_{Comb} = 2708,40 (kg/año) \cdot 0,183 (\text{€/kg}) = 497,316 \text{ €/año}$$

Por tanto, la facturación anual que tendríamos con nuestro nuevo sistema de calefacción sería:

- Facturación eléctrica:

$$233,16 \left(\frac{kWh}{año} \right) \cdot 0,130316$$

$$+ [0,82 + 0,051127 \cdot (23,93 + (233,16/3meses) \cdot 0,130316)] (\text{€/mes})$$

$$\cdot 3(\text{meses/año}) = 38,07 \text{ €/año}$$

- Coste combustible anual: 497,316 €/año

El total del coste anual será: $38,07 + 497,316 = 535,38 \text{ €/año}$

6.2.3. Estudio de la Rentabilidad de la Inversión

Sabemos que nuestro sistema solar cuesta 1290€, y cada sistema cuenta con 1 colector.

El ahorro anual lo calculamos como la diferencia entre la facturación anual sin colector solar y la facturación anual con colector solar.

Tabla 6.2.3-1. Datos iniciales estudio económico.

Inversión diferencial (I_n, euros)	3590
Ahorro anual (A, euros)	1329,42
Mantenimiento (% sobre la inversión)	1
Mantenimiento primer año (M, euros)	35,9
Vida de la instalación (años) n	20
Interés para pequeño capital (%) e	8
Inflación de electricidad (%) c	15
Inflación del mantenimiento (%) i	12

Tabla 6.2.3-2. Cálculo datos para obtención de VAN.

Años, n	A_n	M_n
1	1415,586	37,230
2	1507,337	38,609
3	1605,034	40,038
4	1709,064	41,521
5	1819,837	43,059
6	1937,789	44,654
7	2063,387	46,308
8	2197,125	48,023
9	2339,531	49,802
10	2491,167	51,646
11	2652,632	53,559
12	2824,562	55,543
13	3007,635	57,600
14	3202,575	59,733
15	3410,149	61,945
16	3631,177	64,240
17	3866,531	66,619
18	4117,140	69,086
19	4383,991	71,645
20	4668,139	74,298

- Columna A_n : ahorro cada año

$$A_n = \text{Ahorro anual inicial} \cdot \left(\frac{1 + \text{inflación electricidad}}{1 + \text{interés para pequeño capital}} \right)^n$$

- Columna M_n : gasto en mantenimiento cada año

$$M_n = \text{Mantenimiento anual inicial} \cdot \left(\frac{1 + \text{inflación mantenimiento}}{1 + \text{interés para pequeño capital}} \right)^n$$

Tabla 6.2.3-3. Resultados VAN.

Ahorro neto	54850,388
Total Mantenimiento	1075,157
Inversión diferencial	3590
Beneficio neto (VAN)	50185,231

Siendo:

- Ahorro neto: suma de A_n
- Total mantenimiento: suma de M_n
- $\text{Beneficio neto} = \text{Ahorro neto} - \text{Total Mantenimiento} - \text{Inversión diferencial}$

Tabla 6.2.3-4. Retorno de la inversión.

B_n (VAN)	años
-742,916	2
822,080	3

Haciendo un estudio año a año del beneficio neto, observamos que del año 2 al 3 se produce un cambio de signo, lo que significa que empezamos a recuperar el dinero invertido en la instalación.

Para calcular la *tasa interna de retorno (TIR)*, debemos realizar un tanteo variando el valor de “Interés de pequeño capital, e ” en la fórmula de cálculo de Ahorro y Gasto de Mantenimiento anual, hasta que consigamos llevar a 0 el valor del beneficio neto.

Obtenemos de esta forma que para un *Interés de pequeño capital* del 56,45%, el valor del beneficio neto se hace prácticamente nulo (0,041).

6.2.4. Análisis de resultados

Tras realizar el estudio económico de la instalación de la estufa de pellets canalizable obtenemos que el período de retorno de la inversión es de 3 años, por lo que podemos concluir que la instalación **es rentable**.

6.3. Módulos fotovoltaicos.

La instalación fotovoltaica sobre la que vamos a realizar el análisis económico es de la empresa Techno Sun, en concreto, el módulo fotovoltaico de 270 W LDK 270 monocristalino de 60 células. En cuanto al resto de componentes, dado que es difícil encontrar un precio único de kit fotovoltaico o seleccionar aparatos en concreto, tomaremos (basándonos en precios vistos en catálogos) que su coste total es en torno a 3 veces el precio del módulo fotovoltaico.



Tabla 6.2.4-1. Módulo fotovoltaico LDK 270 monocristalino de 60 células. Potencia 270W.

En el dimensionado del equipo obtuvimos como resultado que el número de paneles a instalar para cubrir nuestra demanda de electricidad es de 9 unidades.

6.3.1. Facturación anual de electricidad sin instalación fotovoltaica.

En primer lugar debemos calcular la facturación anual de consumo de electricidad. Como ya hemos explicado en los apartados anteriores, los precios de electricidad para una potencia contratada de 5,75 kW aportados por la compañía *Iberdrola* son los siguientes:

- Precio por kWh: 0,130316 €/kWh
- Cuota por potencia contratada (bimensual): 23,93 €
- Impuesto electricidad (bimensual): 5,1127% sobre (consumo bimensual + potencia contratada)
- Alquiler de equipos (bimensual): 0,82 €

En el apartado de dimensionado de la energía solar fotovoltaica, obtuvimos que la demanda de energía eléctrica en función de los consumos diarios por hora y aparato eléctrico de la vivienda es:

$$L_{md} = 2629,16 \text{ kWh/año}$$

Por tanto, la facturación anual será igual a:

$$2629,16 \left(\frac{kWh}{año} \right) \cdot 0,130316 (\text{€/kWh})$$

$$+ [0,82 + 0,051127 \cdot (23,93 + (2629,16/6 \text{ meses}) \cdot 0,130316)] (\text{€/mes})$$

$$\cdot 6 (\text{meses/año}) = 372,40 \text{ €/año}$$

6.3.2. Facturación anual de electricidad con instalación fotovoltaica.

Una vez instalados los módulos fotovoltaicos, el consumo anual de energía eléctrica supuestamente es nulo, pero considerando pérdidas producidas por el resto de elementos de la instalación (regulador, inversor y baterías) de aproximadamente un 10% del consumo eléctrico anual sin instalación, podemos estimar el consumo eléctrico con la instalación fotovoltaica.

$$\text{Consumo eléctrico instalación FV} = 2629,16 \cdot 0,1 = 262,62 \text{ kWh/año}$$

$$262,92 \text{ kWh/año} \cdot 0,130316$$

$$+ [0,82 + 0,051127 \cdot (23,93 + (262,92/6 \text{ meses}) \cdot 0,130316)] (\text{€/mes})$$

$$\cdot 6 (\text{meses/año}) = 48,27 \text{ €/año}$$

6.3.3. Estudio de la Rentabilidad de la Inversión

Sabemos que el módulo fotovoltaico de 270W LDK 270 cuesta 337,57€, por lo que según hemos estimado, nuestro sistema fotovoltaico cuesta $337,57 \cdot 3 (\text{resto de elementos de la instalación}) = 1012,71\text{€}$, y en el dimensionado obtuvimos como resultado para cubrir la demanda energética de electricidad, que eran necesarios 9 módulos de 270W. Por lo tanto, el coste total de la instalación será de:

$$1012,72 \cdot 9 = 9114,39\text{€}$$

El ahorro anual lo calculamos como la diferencia entre la facturación anual sin colector solar y la facturación anual con colector solar.

Tabla 6.3.3-1. Datos iniciales estudio económico.

Inversión diferencial (I_n, euros)	9114,39
Ahorro anual (A, euros)	324,12
Mantenimiento (% sobre la inversión)	1
Mantenimiento primer año (M, euros)	91,14
Vida de la instalación (años) n	30
Interés para pequeño capital (%) e	8
Inflación de electricidad (%) c	15
Inflación del mantenimiento (%) i	12

Tabla 6.3.3-2. Cálculo datos para obtención de VAN.

Años, n	A_n	M_n
1	345,133	94,520
2	367,502	98,020
3	391,322	101,651
4	416,686	105,416
5	443,693	109,320
6	472,451	113,369
7	503,073	117,568
8	535,679	121,922
9	570,399	126,438
10	607,369	131,120
11	646,736	135,977
12	688,654	141,013
13	733,289	146,236
14	780,817	151,652
15	831,426	157,268
16	885,314	163,093
17	942,696	169,134
18	1003,796	175,398
19	1068,857	181,894
20	1138,135	188,631
21	1211,903	195,617
22	1290,452	202,862
23	1374,093	210,376
24	1463,154	218,167
25	1557,988	226,248
26	1658,969	234,627
27	1766,495	243,317
28	1880,990	252,329
29	2002,906	261,674
30	2132,724	271,366

- Columna A_n : ahorro cada año

$$A_n = \text{Ahorro anual inicial} \cdot \left(\frac{1 + \text{inflación electricidad}}{1 + \text{interés para pequeño capital}} \right)^n$$

- Columna M_n : gasto en mantenimiento cada año

$$M_n = \text{Mantenimiento anual inicial} \cdot \left(\frac{1 + \text{inflación mantenimiento}}{1 + \text{interés para pequeño capital}} \right)^n$$

Tabla 6.3.3-3. Resultados VAN.

Ahorro neto	29712,703
Total Mantenimiento	5046,222
Inversión diferencial	9114,39
Beneficio neto (VAN)	15552,091

Siendo:

- Ahorro neto: suma de A_n
- Total mantenimiento: suma de M_n
- *Beneficio neto = Ahorro neto – Total Mantenimiento – Inversión diferencial*

Tabla 6.3.3-4. Retorno de la inversión.

Bn (VAN)	años
-307,467	18
579,496	19

Haciendo un estudio año a año del beneficio neto, observamos que del año 18 al 19 se produce un cambio de signo, lo que significa que empezamos a recuperar el dinero invertido en la instalación.

Para calcular la *tasa interna de retorno (TIR)*, debemos realizar un tanteo variando el valor de “Interés de pequeño capital, e” en la fórmula de cálculo de Ahorro y Gasto de Mantenimiento anual, hasta que consigamos llevar a 0 el valor del beneficio neto.

Obtenemos de esta forma que para un *Interés de pequeño capital* del 13,96%, el valor del beneficio neto se hace prácticamente nulo (0,113).

6.3.4. Análisis de resultados

Tras realizar el estudio económico de la instalación del sistema fotovoltaico obtenemos que el período de retorno de la inversión es de 19 años. Teniendo en cuenta que la vida útil de estos sistemas es del orden de 30 años o más, y además, si una de las células falla no afecta al funcionamiento de las demás, podemos afirmar que la instalación sí **es rentable**.

6.4. Instalación mixta. Mini-eólica + fotovoltaica.

En el estudio del generador mini-eólico estudiamos la posibilidad de una solución mixta que combinase el aerogenerador más módulos fotovoltaicos. A partir de la electricidad proporcionada anualmente por el aerogenerador, calculamos el número de módulos fotovoltaicos para cubrir el resto de demanda de electricidad de la vivienda.

La solución obtenida es la necesidad de 6 módulos fotovoltaicos de 270 W LDK 270 monocristalino de 60 células (Techno Sun) más el aerogenerador Bornay 1500.

El precio de los módulos fotovoltaicos ya lo detallamos en el apartado anterior, mientras que el aerogenerador cuesta 3695€, distribuido por la compañía “Genera tu propia energía”.

Por tanto, el coste total de ambos sistemas será:

$$3695 + 1012,72 \cdot 6 = 9771,32\text{€}$$

Tabla 6.3.4-1. Comparativa de coste instalación FV frente a mixta.

	Instalación Fotovoltaica	Instalación mixta
Coste total (€)	9114,39	9771,32
Diferencia Respecto a Inst. FV (€)	0	+656,93

Vemos que el precio de la instalación mixta es mayor que el de la instalación fotovoltaica, por tanto, teniendo en cuenta que no vamos a mejorar el ahorro, e incluso incrementaríamos costes de mantenimiento y de instalación, no contemplaremos esta solución como viable al ser económicamente más cara.

7. Conclusiones.

Finalmente, hemos planteado las siguientes soluciones para mejorar nuestra vivienda:

Tabla 6.3.4-1. Resumen medidas estudiadas.

	Aplicaciones	Conclusiones	Aplicable
Medidas pasivas	Fachada verde	No mejoraba la demanda de calefacción	No
	Muro Trombe	Mejoraba destacablemente la demanda de calefacción	Sí
Medidas activas	Estufa de pellets (biomasa)	Cubría las cargas de calefacción	Sí
	Captador solar (Solar térmica)	Cubría la demanda de ACS	Sí
	Módulo fotovoltaico (Solar fotovoltaica)	Cubría la demanda de electricidad	Sí
	Generador mini-eólico (Eólica)	Solución más costosa para cubrir la demanda de electricidad	No

Realizando una vista global del proyecto, vemos que hemos mejorado en todo lo posible la eficiencia de la vivienda, aplicando medidas pasivas que mejoren el ahorro en el consumo de energía; estudiando además las medidas bioclimáticas ya incluidas en la vivienda.

Una vez aplicados todos los criterios pasivos posibles, hemos seleccionado por condiciones climatológicas, aquellas medidas activas que mejorasen la sostenibilidad de la vivienda, consumiendo energía producida de forma renovable, y llegando a convertir la vivienda prácticamente autosuficiente, dependiendo lo mínimo de posible de las fuentes de energías fósiles.

Bibliografía

Puertos del estado: Datos históricos de viento registrados por puntos SIMAR [en línea] [consulta: 25 Marzo 2016]. Disponible en: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>

AEMET: Catálogo de datos abiertos [en línea] [consulta: 25 Marzo 2016]. Disponible en: http://www.aemet.es/es/datos_abiertos/catalogo

AEMET: Datos climatológicos: temperaturas medias anuales San Javier, Murcia [en línea] [consulta: 26 Marzo 2016]. Disponible en: <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=7031&k=mur>

AEMET: Datos climatológicos: atlas de radiación [en línea] [consulta: 26 Marzo 2016]. Disponible en: http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_radiacion_solar/atlas_de_radiacion_24042012.pdf

Garzón, Beatriz. Arquitectura bioclimática. Editorial Nobuko, 2011. 180p. ISBN 9789875840966

Fernández Salgado, José María. Eficiencia energética en los edificios. Ed. Antonio Madrid Vicente, 2011. 250p. ISBN 9788496709713

Blog electrónico Suite 101 [en línea]. Jesús García: Arquitectura bioclimática, 2013- [consulta: 28 Marzo 2016]. Disponible en: http://suite101.net/article/arquitectura-bioclimatica-a50554#.V_EiZPCLS03

Pedro J. Hernández: Web personal sobre Arquitectura, Diseño y Arte. Arquitectura bioclimática [en línea] [consulta: 30 Marzo 2016]. Disponible en: <https://pedrojhernandez.com/category/arquitectura-bioclimatica/>

Gestor Energético Formación: Sistemas pasivos de climatización [en línea] [consulta: 30 Marzo 2016]. Disponible en: <http://www.gestor-energetico.com/sistemas-pasivos-de-climatizacion-arquitectura-bioclimatica/>

Pedro J. Hernández: Web personal sobre Arquitectura, Diseño y Arte. La cubierta y el aislamiento [en línea] [consulta: 1 Abril 2016]. Disponible en: <https://pedrojhernandez.com/2014/04/15/la-cubierta-y-el-aislamiento/>

CTE: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE Ahorro de energía. Sección HE 1 Limitación de la demanda energética. Zonas climáticas [en línea] [consulta: 3 Mayo 2016]. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DBHE.pdf>

Revista ARQHYS [en línea]. A.: Captación solar pasiva, 2012, 12- [consulta: 3 Abril 2016]. Disponible en: <http://www.arqhys.com/arquitectura/captacion-solar-pasiva.html>

Pedro J. Hernández: Web personal sobre Arquitectura, Diseño y Arte. Captación solar pasiva [en línea] [consulta: 3 Abril 2016]. Disponible en: <https://pedrojhernandez.com/2014/03/19/captacion-solar-pasiva/>

Plataforma Arquitectura: sitio web sobre arquitectura. Muro Trombe [en línea] [consulta: 4 Abril 2016]. Disponible en: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-68622/en-detalle-muro-trombe>

Mimbrea: sostenibilidad, eficiencia y ecoconstrucción para tu vivienda [en línea]. Juan Manuel de Ayarra: Muro Trombe, 2014- [consulta: 4 Abril 2016]. Disponible en: <http://www.mimbrea.com/el-muro-trombe-aprovechando-la-luz-del-sol-como-calefaccion/>

FENERCOM: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Guía de la Cogeneración [en línea]. Madrid: 2011 [consulta: 5 Agosto de 2016]. Disponible en: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-de-la-Cogeneracion-fenercom-2010.pdf>

FENERCOM: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Guía Básica Microgeneración [en línea]. Madrid: 2011 [consulta: 5 Agosto 2016]. Disponible en: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-basica-de-Microcogeneracion-fenercom-2012.pdf>

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía [en línea] [consulta: 12 Julio 2016]. Disponible en: <http://www.idae.es>

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Geotermia [en línea] [consulta: 5 Agosto 2016]. Disponible en: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Calor_y_Frio_Renovables_Geotermia_30012012_global_196afed7.pdf

CECU: Confederación de consumidores y usuarios. Calderas de biomasa para sistemas de calefacción doméstica [en línea]. Madrid [consulta: 6 Agosto 2016]. Disponible en: <http://cecu.es/campanas/medio%20ambiente/res&rue/htm/dossier/5%20biomasa.htm>

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Biomasa en edificios [en línea] [consulta: 8 Agosto 2016]. Disponible en: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10737_Biomasa_Edificios_A2007_6862bde5.pdf

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Instalaciones de biomasa térmica en edificios [en línea] [consulta: 9 Agosto 2016]. Disponible en:

<http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Biomasa.pdf>

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Energía Solar Térmica [en línea] [consulta: 15 Agosto 2016]. Disponible en: http://dl.idae.es/Publicaciones/10374_Energia_solar_termica_A2006.pdf

Agenergia: Agencia Insular de energía de Tenerife [en línea] [consulta: 16 Agosto 2016]. Disponible en: <http://www.agenergia.org>

Agenergia: Agencia Insular de energía de Tenerife. Energía Solar Fotovoltaica [en línea] [consulta: 16 Agosto 2016]. Disponible en: http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random49914e4ed9045/1234262761_Energia_Solar_FV_Dudas.pdf

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red [en línea] [consulta: 16 Agosto 2016]. Disponible en: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_FV_Pliego_aisladas_de_red_09_d5e0a327.pdf

JRC European Commission. Sistema de Información geográfica fotovoltaica. Mapa Interactivo [en línea] [consulta: 16 Agosto 2016]. Disponible en: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=es&map=europe>

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Energía eólica [en línea] [consulta: 20 Agosto 2016]. Disponible en: http://dl.idae.es/Publicaciones/10374_Energia_eolica_A2006.pdf

Agenergia: Agencia Insular de energía de Tenerife. Energía Eólica [en línea] [consulta: 20 Agosto 2016]. Disponible en: http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random49917eec3c3bd/1234272293_e_eolica.pdf

FENERCOM: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Guía sobre Tecnología Minieólica [en línea]. Madrid: 2011 [consulta: 20 Agosto 2016]. Disponible en: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-basica-de-Microgeneracion-fenercom-2012.pdf>

Agencia Andaluza de la Energía: Manuales y publicaciones técnicas. Energía eólica: Guía Técnica [en línea] [consulta: 23 Agosto 2016]. Disponible en: https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/guia_tecnica_energia_minieolica.pdf

CTE: Código Técnico de la Edificación. Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC) [en línea] [consulta: 30 Agosto 2016]. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/index.php/menu-recursos/menu-aplicaciones/282-herramienta-unificada-lider-calener>

Ministerio de Fomento: Dirección General de Arquitectura Vivienda y Suelo, Ministerio de Industria, Energía y Turismo, IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía. Herramienta Unificada LIDER-CALENER [software]. 8 Mayo 2014 [consulta: 10 Marzo 2016]. Disponible en: http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/aplicaciones/lider-calener/iCTEHE2013_last

CTE: Código Técnico de la Edificación. Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC) Manual de usuario [en línea] [consulta: 30 Agosto 2016]. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/aplicaciones/lider-calener/ManualDeUsuarioHULC-20151221.pdf>

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Poderes caloríficos de las principales fuentes energéticas [en línea] [consulta: 31 Agosto 2016]. Disponible en: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_PCI_Combustibles_Carburantes_final_valores_Update_2014_0830376a.xlsx

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Informe de precios energéticos: combustibles y carburantes [en línea] [consulta: 31 Agosto 2016]. Disponible en: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Combustibles_y_carburantes_enero_2016_7d8e4295.pdf

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Informe de precios de la biomasa para usos térmicos [en línea] [consulta: 31 Agosto 2016]. Disponible en: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Informe_Precios_Biomasa_Usos_Termicos_1T_2016_v1_df54c937.pdf

CTE: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE Ahorro de energía. Sección HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria [en línea] [consulta: 2 Septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DBHE.pdf>

CTE: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio. Sección SI 3 Evacuación de ocupantes. Densidades de ocupación [en línea] [consulta: 2 Septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadIncendio/DBSI.pdf>

CTE: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HS Salubridad. Sección HS 3 Calidad del aire interior. Caudales de ventilación mínimos exigidos [en línea] [consulta: 2 Septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/salubridad/DBHS.pdf>

RITE: Reglamento de Instalaciones térmicas en los Edificios [en línea] [consulta: 10 Septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/08/29/pdfs/A35931-35984.pdf>

8. Anexos.

8.1. Horarios definidos para la vivienda en "HULC".

8.1.1. Horarios de climatización.

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario: CLIM_CALOR

Nombre: CLIM_CALOR

Tipo: Todo/nada

Valores Horarios

0 - 1:	1	8 - 9:	0	16 - 17:	1
1 - 2:	1	9 - 10:	0	17 - 18:	1
2 - 3:	1	10 - 11:	0	18 - 19:	1
3 - 4:	0	11 - 12:	0	19 - 20:	1
4 - 5:	0	12 - 13:	0	20 - 21:	1
5 - 6:	0	13 - 14:	0	21 - 22:	1
6 - 7:	0	14 - 15:	0	22 - 23:	1
7 - 8:	0	15 - 16:	1	23 - 24:	1

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario: CLIM_NO

Nombre: CLIM_NO

Tipo: Todo/nada

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0"/>	8 - 9:	<input type="text" value="0"/>	16 - 17:	<input type="text" value="0"/>
1 - 2:	<input type="text" value="0"/>	9 - 10:	<input type="text" value="0"/>	17 - 18:	<input type="text" value="0"/>
2 - 3:	<input type="text" value="0"/>	10 - 11:	<input type="text" value="0"/>	18 - 19:	<input type="text" value="0"/>
3 - 4:	<input type="text" value="0"/>	11 - 12:	<input type="text" value="0"/>	19 - 20:	<input type="text" value="0"/>
4 - 5:	<input type="text" value="0"/>	12 - 13:	<input type="text" value="0"/>	20 - 21:	<input type="text" value="0"/>
5 - 6:	<input type="text" value="0"/>	13 - 14:	<input type="text" value="0"/>	21 - 22:	<input type="text" value="0"/>
6 - 7:	<input type="text" value="0"/>	14 - 15:	<input type="text" value="0"/>	22 - 23:	<input type="text" value="0"/>
7 - 8:	<input type="text" value="0"/>	15 - 16:	<input type="text" value="0"/>	23 - 24:	<input type="text" value="0"/>

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: CLIM_SEM_CALOR

Nombre: CLIM_SEM_CALOR

Tipo: Todo/nada

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="CLIM_NO"/>
Martes:	<input type="text" value="CLIM_NO"/>
Miércoles:	<input type="text" value="CLIM_NO"/>
Jueves:	<input type="text" value="CLIM_NO"/>
Viernes:	<input type="text" value="CLIM_CALOR"/>
Sábado:	<input type="text" value="CLIM_CALOR"/>
Domingo:	<input type="text" value="CLIM_CALOR"/>

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: CLIM_SEM_FRIO

Nombre: CLIM_SEM_FRIO

Tipo: Todo/nada

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	CLIM_NO
Martes:	CLIM_NO
Miércoles:	CLIM_NO
Jueves:	CLIM_NO
Viernes:	CLIM_FRIO
Sábado:	CLIM_FRIO
Domingo:	CLIM_FRIO

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: CLIM_SEM_FRIO_VAC

Nombre: CLIM_SEM_FRIO_VAC

Tipo: Todo/nada

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	CLIM_FRIO
Martes:	CLIM_FRIO
Miércoles:	CLIM_FRIO
Jueves:	CLIM_FRIO
Viernes:	CLIM_FRIO
Sábado:	CLIM_FRIO
Domingo:	CLIM_FRIO

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: CLIM_SEM_CALOR_VAC

Nombre: CLIM_SEM_CALOR_VAC

Tipo: Todo/nada

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	CLIM_CALOR
Martes:	CLIM_CALOR
Miércoles:	CLIM_CALOR
Jueves:	CLIM_CALOR
Viernes:	CLIM_CALOR
Sábado:	CLIM_CALOR
Domingo:	CLIM_CALOR

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: CLIM_SEM_NO

Nombre: CLIM_SEM_NO

Tipo: Todo/nada

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	CLIM_NO
Martes:	CLIM_NO
Miércoles:	CLIM_NO
Jueves:	CLIM_NO
Viernes:	CLIM_NO
Sábado:	CLIM_NO
Domingo:	CLIM_NO

Horario Diario | Horario Semanal | **Horario Anual**

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	6	1	CLIM_SEM_CALOR_VAC
2	15	3	CLIM_SEM_CALOR
3	25	10	CLIM_SEM_NO
4	23	12	CLIM_SEM_CALOR
5	31	12	CLIM_SEM_CALOR_VAC

Horario Diario | Horario Semanal | **Horario Anual**

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	1	5	CLIM_SEM_NO
2	30	6	CLIM_SEM_FRIO
3	31	8	CLIM_SEM_FRIO_VAC
4	30	9	CLIM_SEM_FRIO
5	31	12	CLIM_SEM_NO

8.1.2. Horarios de ocupación.

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,9000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="0,9000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,9000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,9000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,9000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,9000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,9000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,9000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="0,8000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,9000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,8000"/>	ratio

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="0,6000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="0,6000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="0,6000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="0,6000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="0,6000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="0,6000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="0,6000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,6000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="0,4000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,6000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,4000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="0,6000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,6000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,6000"/>	ratio

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,7000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,7000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,7000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="0,7000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,7000"/>	ratio

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,1000"/>	ratio

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,2000"/>	ratio

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: OCUP_SEM_GARAJE

Nombre: OCUP_SEM_GARAJE

Tipo: Fracción

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	OCUP_NO
Martes:	OCUP_NO
Miércoles:	OCUP_NO
Jueves:	OCUP_NO
Viernes:	OCUP_GARAJE
Sábado:	OCUP_GARAJE
Domingo:	OCUP_GARAJE

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: OCUP_SEM_GARAJE_VAC

Nombre: OCUP_SEM_GARAJE_VAC

Tipo: Fracción

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	OCUP_GARAJE
Martes:	OCUP_GARAJE
Miércoles:	OCUP_GARAJE
Jueves:	OCUP_GARAJE
Viernes:	OCUP_GARAJE
Sábado:	OCUP_GARAJE
Domingo:	OCUP_GARAJE

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: OCUP_SEM_HAB

Nombre: OCUP_SEM_HAB

Tipo: Fracción

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	OCUP_NO
Martes:	OCUP_NO
Miércoles:	OCUP_NO
Jueves:	OCUP_NO
Viernes:	OCUP_HABITACIONES
Sábado:	OCUP_HABITACIONES
Domingo:	OCUP_HABITACIONES

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: OCUP_SEM_HAB_VAC

Nombre: OCUP_SEM_HAB_VAC

Tipo: Fracción

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	OCUP_HABITACIONES
Martes:	OCUP_HABITACIONES
Miércoles:	OCUP_HABITACIONES
Jueves:	OCUP_HABITACIONES
Viernes:	OCUP_HABITACIONES
Sábado:	OCUP_HABITACIONES
Domingo:	OCUP_HABITACIONES

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: OCUP_SEM_SALON

Nombre: OCUP_SEM_SALON

Tipo: Fracción

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	OCUP_NO
Martes:	OCUP_NO
Miércoles:	OCUP_NO
Jueves:	OCUP_NO
Viernes:	OCUP_SALON
Sábado:	OCUP_SALON
Domingo:	OCUP_SALON

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: OCUP_SEM_SALON_VAC

Nombre: OCUP_SEM_SALON_VAC

Tipo: Fracción

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	OCUP_SALON
Martes:	OCUP_SALON
Miércoles:	OCUP_SALON
Jueves:	OCUP_SALON
Viernes:	OCUP_SALON
Sábado:	OCUP_SALON
Domingo:	OCUP_SALON

Horario Diario | **Horario Semanal** | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal:

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="OCUP_NO"/>
Martes:	<input type="text" value="OCUP_NO"/>
Miércoles:	<input type="text" value="OCUP_NO"/>
Jueves:	<input type="text" value="OCUP_NO"/>
Viernes:	<input type="text" value="OCUP_SALITA"/>
Sábado:	<input type="text" value="OCUP_SALITA"/>
Domingo:	<input type="text" value="OCUP_SALITA"/>

Horario Diario | **Horario Semanal** | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal:

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="OCUP_SALITA"/>
Martes:	<input type="text" value="OCUP_SALITA"/>
Miércoles:	<input type="text" value="OCUP_SALITA"/>
Jueves:	<input type="text" value="OCUP_SALITA"/>
Viernes:	<input type="text" value="OCUP_SALITA"/>
Sábado:	<input type="text" value="OCUP_SALITA"/>
Domingo:	<input type="text" value="OCUP_SALITA"/>

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: OCUP_SEM_COCINA

Nombre: OCUP_SEM_COCINA

Tipo: Fracción

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	OCUP_NO
Martes:	OCUP_NO
Miércoles:	OCUP_NO
Jueves:	OCUP_NO
Viernes:	OCUP_COCINA
Sábado:	OCUP_COCINA
Domingo:	OCUP_COCINA

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: OCUP_SEM_COCINA_VAC

Nombre: OCUP_SEM_COCINA_VAC

Tipo: Fracción

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	OCUP_COCINA
Martes:	OCUP_COCINA
Miércoles:	OCUP_COCINA
Jueves:	OCUP_COCINA
Viernes:	OCUP_COCINA
Sábado:	OCUP_COCINA
Domingo:	OCUP_COCINA

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: OCUP_SEM_ASEOS

Nombre: OCUP_SEM_ASEOS

Tipo: Fracción

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	OCUP_NO
Martes:	OCUP_NO
Miércoles:	OCUP_NO
Jueves:	OCUP_NO
Viernes:	OCUP_ASEOS
Sábado:	OCUP_ASEOS
Domingo:	OCUP_ASEOS

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: OCUP_SEM_ASEOS_VAC

Nombre: OCUP_SEM_ASEOS_VAC

Tipo: Fracción

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	OCUP_ASEOS
Martes:	OCUP_ASEOS
Miércoles:	OCUP_ASEOS
Jueves:	OCUP_ASEOS
Viernes:	OCUP_ASEOS
Sábado:	OCUP_ASEOS
Domingo:	OCUP_ASEOS

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: OCUP_SEM_PASILLO

Nombre: OCUP_SEM_PASILLO

Tipo: Fracción

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	OCUP_NO
Martes:	OCUP_NO
Miércoles:	OCUP_NO
Jueves:	OCUP_NO
Viernes:	OCUP_PASILLO
Sábado:	OCUP_PASILLO
Domingo:	OCUP_PASILLO

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: OCUP_SEM_PASILLO_VAC

Nombre: OCUP_SEM_PASILLO_VAC

Tipo: Fracción

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	OCUP_PASILLO
Martes:	OCUP_PASILLO
Miércoles:	OCUP_PASILLO
Jueves:	OCUP_PASILLO
Viernes:	OCUP_PASILLO
Sábado:	OCUP_PASILLO
Domingo:	OCUP_PASILLO

Horario Diario | Horario Semanal | **Horario Anual**

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	6	1	OCUP_SEM_GARAJE_VAC
2	30	6	OCUP_SEM_GARAJE
3	31	8	OCUP_SEM_GARAJE_VAC
4	23	12	OCUP_SEM_GARAJE
5	31	12	OCUP_SEM_GARAJE_VAC

Horario Diario | Horario Semanal | **Horario Anual**

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	6	1	OCUP_SEM_HAB_VAC
2	30	6	OCUP_SEM_HAB
3	31	8	OCUP_SEM_HAB_VAC
4	23	12	OCUP_SEM_HAB
5	31	12	OCUP_SEM_HAB_VAC

Horario Diario | Horario Semanal | **Horario Anual**

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	6	1	OCUP_SEM_SALON_VAC
2	30	6	OCUP_SEM_SALON
3	31	8	OCUP_SEM_SALON_VAC
4	23	12	OCUP_SEM_SALON
5	31	12	OCUP_SEM_SALON_VAC

Horario Diario | Horario Semanal | **Horario Anual**

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	6	1	OCUP_SEM_SALITA_VAC
2	30	6	OCUP_SEM_SALITA
3	31	8	OCUP_SEM_SALITA_VAC
4	23	12	OCUP_SEM_SALITA
5	31	12	OCUP_SEM_SALITA_VAC

Horario Diario | Horario Semanal | **Horario Anual**

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	6	1	OCUP_SEM_COCINA_VAC
2	30	6	OCUP_SEM_COCINA
3	31	8	OCUP_SEM_COCINA_VAC
4	23	12	OCUP_SEM_COCINA
5	31	12	OCUP_SEM_COCINA_VAC

Horario Diario | Horario Semanal | **Horario Anual**

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	6	1	OCUP_SEM_ASEOS_VAC
2	30	6	OCUP_SEM_ASEOS
3	31	8	OCUP_SEM_ASEOS_VAC
4	23	12	OCUP_SEM_ASEOS
5	31	12	OCUP_SEM_ASEOS_VAC

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	6	1	OCUP_SEM_PASILLO_VAC
2	30	6	OCUP_SEM_PASILLO
3	31	8	OCUP_SEM_PASILLO_VAC
4	23	12	OCUP_SEM_PASILLO
5	31	12	OCUP_SEM_PASILLO_VAC

8.1.3. Horarios de iluminación.

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1: <input type="text" value="0,0000"/> ratio	8 - 9: <input type="text" value="0,0000"/> ratio	16 - 17: <input type="text" value="0,0000"/> ratio
1 - 2: <input type="text" value="0,0000"/> ratio	9 - 10: <input type="text" value="1,0000"/> ratio	17 - 18: <input type="text" value="1,0000"/> ratio
2 - 3: <input type="text" value="0,0000"/> ratio	10 - 11: <input type="text" value="1,0000"/> ratio	18 - 19: <input type="text" value="1,0000"/> ratio
3 - 4: <input type="text" value="0,0000"/> ratio	11 - 12: <input type="text" value="1,0000"/> ratio	19 - 20: <input type="text" value="1,0000"/> ratio
4 - 5: <input type="text" value="0,0000"/> ratio	12 - 13: <input type="text" value="0,0000"/> ratio	20 - 21: <input type="text" value="0,0000"/> ratio
5 - 6: <input type="text" value="0,0000"/> ratio	13 - 14: <input type="text" value="0,0000"/> ratio	21 - 22: <input type="text" value="0,0000"/> ratio
6 - 7: <input type="text" value="0,0000"/> ratio	14 - 15: <input type="text" value="0,0000"/> ratio	22 - 23: <input type="text" value="0,0000"/> ratio
7 - 8: <input type="text" value="0,0000"/> ratio	15 - 16: <input type="text" value="0,0000"/> ratio	23 - 24: <input type="text" value="0,0000"/> ratio

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="0,6000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="0,6000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="0,8000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="0,8000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="0,8000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,8000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,8000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,8000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,5000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,3000"/>	ratio

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal:

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Martes:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Miércoles:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Jueves:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Viernes:	<input type="text" value="ILUM_GARAJE"/>
Sábado:	<input type="text" value="ILUM_GARAJE"/>
Domingo:	<input type="text" value="ILUM_GARAJE"/>

Horario Diario | **Horario Semanal** | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal:

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="ILUM_GARAJE"/>
Martes:	<input type="text" value="ILUM_GARAJE"/>
Miércoles:	<input type="text" value="ILUM_GARAJE"/>
Jueves:	<input type="text" value="ILUM_GARAJE"/>
Viernes:	<input type="text" value="ILUM_GARAJE"/>
Sábado:	<input type="text" value="ILUM_GARAJE"/>
Domingo:	<input type="text" value="ILUM_GARAJE"/>

Horario Diario | **Horario Semanal** | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal:

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Martes:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Miércoles:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Jueves:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Viernes:	<input type="text" value="ILUM_HAB"/>
Sábado:	<input type="text" value="ILUM_HAB"/>
Domingo:	<input type="text" value="ILUM_HAB"/>

Horario Diario | **Horario Semanal** | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal:

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="ILUM_HAB"/>
Martes:	<input type="text" value="ILUM_HAB"/>
Miércoles:	<input type="text" value="ILUM_HAB"/>
Jueves:	<input type="text" value="ILUM_HAB"/>
Viernes:	<input type="text" value="ILUM_HAB"/>
Sábado:	<input type="text" value="ILUM_HAB"/>
Domingo:	<input type="text" value="ILUM_HAB"/>

Horario Diario | **Horario Semanal** | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal:

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Martes:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Miércoles:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Jueves:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Viernes:	<input type="text" value="ILUM_SALON"/>
Sábado:	<input type="text" value="ILUM_SALON"/>
Domingo:	<input type="text" value="ILUM_SALON"/>

Horario Diario | **Horario Semanal** | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal:

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="ILUM_SALON"/>
Martes:	<input type="text" value="ILUM_SALON"/>
Miércoles:	<input type="text" value="ILUM_SALON"/>
Jueves:	<input type="text" value="ILUM_SALON"/>
Viernes:	<input type="text" value="ILUM_SALON"/>
Sábado:	<input type="text" value="ILUM_SALON"/>
Domingo:	<input type="text" value="ILUM_SALON"/>

Horario Diario | **Horario Semanal** | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal:

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Martes:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Miércoles:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Jueves:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Viernes:	<input type="text" value="ILUM_SALITA"/>
Sábado:	<input type="text" value="ILUM_SALITA"/>
Domingo:	<input type="text" value="ILUM_SALITA"/>

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal:

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="ILUM_SALITA"/>
Martes:	<input type="text" value="ILUM_SALITA"/>
Miércoles:	<input type="text" value="ILUM_SALITA"/>
Jueves:	<input type="text" value="ILUM_SALITA"/>
Viernes:	<input type="text" value="ILUM_SALITA"/>
Sábado:	<input type="text" value="ILUM_SALITA"/>
Domingo:	<input type="text" value="ILUM_SALITA"/>

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal:

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Martes:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Miércoles:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Jueves:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Viernes:	<input type="text" value="ILUM_COCINA"/>
Sábado:	<input type="text" value="ILUM_COCINA"/>
Domingo:	<input type="text" value="ILUM_COCINA"/>

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal:

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="ILUM_COCINA"/>
Martes:	<input type="text" value="ILUM_COCINA"/>
Miércoles:	<input type="text" value="ILUM_COCINA"/>
Jueves:	<input type="text" value="ILUM_COCINA"/>
Viernes:	<input type="text" value="ILUM_COCINA"/>
Sábado:	<input type="text" value="ILUM_COCINA"/>
Domingo:	<input type="text" value="ILUM_COCINA"/>

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal:

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Martes:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Miércoles:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Jueves:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Viernes:	<input type="text" value="ILUM_ASEOS"/>
Sábado:	<input type="text" value="ILUM_ASEOS"/>
Domingo:	<input type="text" value="ILUM_ASEOS"/>

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal:

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="ILUM_ASEOS"/>
Martes:	<input type="text" value="ILUM_ASEOS"/>
Miércoles:	<input type="text" value="ILUM_ASEOS"/>
Jueves:	<input type="text" value="ILUM_ASEOS"/>
Viernes:	<input type="text" value="ILUM_ASEOS"/>
Sábado:	<input type="text" value="ILUM_ASEOS"/>
Domingo:	<input type="text" value="ILUM_ASEOS"/>

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal:

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Martes:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Miércoles:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Jueves:	<input type="text" value="ILUM_NO"/>
Viernes:	<input type="text" value="ILUM_PASILLO"/>
Sábado:	<input type="text" value="ILUM_PASILLO"/>
Domingo:	<input type="text" value="ILUM_PASILLO"/>

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal:

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:

Martes:

Miércoles:

Jueves:

Viernes:

Sábado:

Domingo:

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	6	1	ILUM_SEM_GARAJE_VAC
2	30	6	ILUM_SEM_GARAJE
3	31	8	ILUM_SEM_GARAJE_VAC
4	23	12	ILUM_SEM_GARAJE
5	31	12	ILUM_SEM_GARAJE_VAC

Horario Diario | Horario Semanal | **Horario Anual**

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	6	1	ILUM_SEM_HAB_VAC
2	30	6	ILUM_SEM_HAB
3	31	8	ILUM_SEM_HAB_VAC
4	23	12	ILUM_SEM_HAB
5	31	12	ILUM_SEM_HAB_VAC

Horario Diario | Horario Semanal | **Horario Anual**

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	6	1	ILUM_SEM_SALON_VAC
2	30	6	ILUM_SEM_SALON
3	31	8	ILUM_SEM_SALON_VAC
4	23	12	ILUM_SEM_SALON
5	31	12	ILUM_SEM_SALON_VAC

Horario Diario | Horario Semanal | **Horario Anual**

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	6	1	ILUM_SEM_SALITA_VAC
2	30	6	ILUM_SEM_SALITA
3	31	8	ILUM_SEM_SALITA_VAC
4	23	12	ILUM_SEM_SALITA
5	31	12	ILUM_SEM_SALITA_VAC

Horario Diario | Horario Semanal | **Horario Anual**

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	6	1	ILUM_SEM_COCINA_VAC
2	30	6	ILUM_SEM_COCINA
3	31	8	ILUM_SEM_COCINA_VAC
4	23	12	ILUM_SEM_COCINA
5	31	12	ILUM_SEM_COCINA_VAC

Horario Diario | Horario Semanal | **Horario Anual**

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	6	1	ILUM_SEM_ASEOS_VAC
2	30	6	ILUM_SEM_ASEOS
3	31	8	ILUM_SEM_ASEOS_VAC
4	23	12	ILUM_SEM_ASEOS
5	31	12	ILUM_SEM_ASEOS_VAC

Horario Diario | Horario Semanal | **Horario Anual**

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	6	1	ILUM_SEM_PASILLO_VAC
2	30	6	ILUM_SEM_PASILLO
3	31	8	ILUM_SEM_PASILLO_VAC
4	23	12	ILUM_SEM_PASILLO
5	31	12	ILUM_SEM_PASILLO_VAC

8.2. Cargas Térmicas.

8.2.1. Cargas Calefacción.

SPACE P01_E01

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 921 SQFT 86 M2
VOLUME 5800 CUFT 164 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	=====		=====	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	7.9 KTS	4.1 M/S	7.9 KTS	4.1 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
WALL CONDUCTION	0.414	0.121	0.000	0.000	-0.215	-0.063
ROOF CONDUCTION	-0.215	-0.063	0.000	0.000	-0.363	-0.106
WINDOW GLASS+FRM COND	0.053	0.016	0.000	0.000	-0.180	-0.053
WINDOW GLASS SOLAR	0.109	0.032	0.000	0.000	0.061	0.018
DOOR CONDUCTION	0.032	0.009	0.000	0.000	-0.077	-0.022
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	-1.195	-0.350	0.000	0.000	-1.195	-0.350
OCCUPANTS TO SPACE	0.047	0.014	0.000	0.000	0.031	0.009
LIGHT TO SPACE	0.165	0.048	0.000	0.000	0.108	0.032
EQUIPMENT TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	20.065	5.879	9.572	2.805	-82.768	-24.251
TOTAL	19.475	5.706	9.572	2.805	-84.597	-24.787
TOTAL / AREA	0.021	0.067	0.010	0.033	-0.092	-0.290
TOTAL LOAD	29.048 KBTU/H	8.511 KW	-84.597 KBTU/H	-24.787 KW		
TOTAL LOAD / AREA	31.55 BTU/H.SQFT	99.497 W/M2	91.879 BTU/H.SQFT	289.770 W/M2		

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****

```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P01_E02

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P01_E02

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 320 SQFT 30 M2
VOLUME 2014 CUFT 57 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	7.9 KTS	4.1 M/S	7.9 KTS	4.1 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.231	0.068	0.000	0.000	-0.133	-0.039
ROOF CONDUCTION	-0.015	-0.005	0.000	0.000	-0.025	-0.007
WINDOW GLASS+FRM COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS SOLAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	-0.418	-0.123	0.000	0.000	-0.418	-0.123
OCCUPANTS TO SPACE	0.017	0.005	0.000	0.000	0.011	0.003
LIGHT TO SPACE	0.059	0.017	0.000	0.000	0.037	0.011
EQUIPMENT TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	1.738	0.509	0.829	0.243	-7.170	-2.101
TOTAL	1.611	0.472	0.829	0.243	-7.698	-2.256
TOTAL / AREA	0.005	0.016	0.003	0.008	-0.024	-0.076
TOTAL LOAD	2.440 KBTU/H	0.715 KW			-7.698 KBTU/H	-2.256 KW
TOTAL LOAD / AREA	7.63 BTU/H.SQFT	24.068 W/M2			24.081 BTU/H.SQFT	75.947 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P01_E04

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P01_E04

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 120 SQFT 11 M2
VOLUME 943 CUFT 27 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.3 KTS	4.3 M/S	8.3 KTS	4.3 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.075	0.022	0.000	0.000	-0.037	-0.011
ROOF CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS+FRM COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS SOLAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DOOR CONDUCTION	0.015	0.004	0.000	0.000	-0.026	-0.008
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	-0.158	-0.046	0.000	0.000	-0.158	-0.046
OCCUPANTS TO SPACE	0.006	0.002	0.000	0.000	0.004	0.001
LIGHT TO SPACE	0.022	0.006	0.000	0.000	0.013	0.004
EQUIPMENT TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	1.478	0.433	0.705	0.207	-6.098	-1.787
TOTAL	1.438	0.421	0.705	0.207	-6.303	-1.847
TOTAL / AREA	0.012	0.038	0.006	0.019	-0.053	-0.166
TOTAL LOAD	2.143 KBTU/H	0.628 KW			-6.303 KBTU/H	-1.847 KW
TOTAL LOAD / AREA	17.89 BTU/H.SQFT	56.433 W/M2			52.628 BTU/H.SQFT	165.978 W/M2

*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P02_E01

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P02_E01

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 495 SQFT 46 M2
VOLUME 4223 CUFT 120 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	AUG 19 1AM		JUN 10 7AM	
DRY-BULB TEMP	83 F	28 C	47 F	8 C
WET-BULB TEMP	66 F	19 C	44 F	7 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.4 KTS	4.3 M/S	8.4 KTS	4.3 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	3		4	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.388	0.114	0.000	0.000	-0.590	-0.173
ROOF CONDUCTION	0.125	0.036	0.000	0.000	-1.962	-0.575
WINDOW GLASS+FRM COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS SOLAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DOOR CONDUCTION	0.031	0.009	0.000	0.000	-0.101	-0.030
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.084	0.024	0.000	0.000	0.048	0.014
LIGHT TO SPACE	0.152	0.044	0.000	0.000	0.081	0.024
EQUIPMENT TO SPACE	0.143	0.042	0.000	0.000	0.076	0.022
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	1.352	0.396	1.028	0.301	-6.761	-1.981
TOTAL	2.274	0.666	1.028	0.301	-9.210	-2.699
TOTAL / AREA	0.005	0.014	0.002	0.007	-0.019	-0.059
TOTAL LOAD	3.302 KBTU/H	0.968 KW			-9.210 KBTU/H	-2.699 KW
TOTAL LOAD / AREA	6.67 BTU/H.SQFT	21.037 W/M2			18.605 BTU/H.SQFT	58.676 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P02_E02

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P02_E02

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 38 SQFT 4 M2
VOLUME 265 CUFT 8 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	=====		=====	
	AUG 19 1AM		JUN 6 7AM	
DRY-BULB TEMP	83 F	28 C	47 F	8 C
WET-BULB TEMP	66 F	19 C	42 F	6 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	3		1	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
WALL CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ROOF CONDUCTION	-0.018	-0.005	0.000	0.000	-0.071	-0.021
WINDOW GLASS+FRM COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS SOLAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.005	0.001	0.003	0.001	0.000	0.000
LIGHT TO SPACE	0.015	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
EQUIPMENT TO SPACE	0.013	0.004	0.002	0.000	0.000	0.000
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.034	0.010	0.026	0.008	-0.172	-0.050
TOTAL	0.049	0.014	0.030	0.009	-0.242	-0.071
TOTAL / AREA	0.001	0.004	0.001	0.003	-0.006	-0.020
TOTAL LOAD	0.079 KBTU/H		0.023 KW		-0.242 KBTU/H -0.071 KW	
TOTAL LOAD / AREA	2.08 BTU/H.SQFT		6.567 W/M2		6.356 BTU/H.SQFT 20.044 W/M2	

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P02_E03

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P02_E03

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 142 SQFT 13 M2
VOLUME 991 CUFT 28 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.139	0.041	0.000	0.000	-0.067	-0.020
ROOF CONDUCTION	-0.123	-0.036	0.000	0.000	-0.201	-0.059
WINDOW GLASS+FRM COND	0.058	0.017	0.000	0.000	-0.177	-0.052
WINDOW GLASS SOLAR	0.274	0.080	0.000	0.000	0.090	0.026
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.059	0.017	0.047	0.014	0.011	0.003
LIGHT TO SPACE	0.042	0.012	0.000	0.000	0.022	0.006
EQUIPMENT TO SPACE	0.040	0.012	0.000	0.000	0.020	0.006
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.862	0.253	0.411	0.120	-3.555	-1.042
TOTAL	1.350	0.396	0.458	0.134	-3.857	-1.130
TOTAL / AREA	0.009	0.030	0.003	0.010	-0.027	-0.085
TOTAL LOAD	1.808 KBTU/H	0.530 KW			-3.857 KBTU/H	-1.130 KW
TOTAL LOAD / AREA	12.69 BTU/H.SQFT	40.012 W/M2			27.068 BTU/H.SQFT	85.368 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P02_E04

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P02_E04

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 65 SQFT 6 M2
VOLUME 453 CUFT 13 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.062	0.018	0.000	0.000	-0.030	-0.009
ROOF CONDUCTION	-0.056	-0.016	0.000	0.000	-0.093	-0.027
WINDOW GLASS+FRM COND	0.024	0.007	0.000	0.000	-0.059	-0.017
WINDOW GLASS SOLAR	0.142	0.042	0.000	0.000	0.029	0.009
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.005	0.002	0.000	0.000	0.003	0.001
LIGHT TO SPACE	0.018	0.005	0.000	0.000	0.010	0.003
EQUIPMENT TO SPACE	0.017	0.005	0.000	0.000	0.009	0.003
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	1.293	0.379	0.617	0.181	-5.333	-1.562
TOTAL	1.505	0.441	0.617	0.181	-5.463	-1.601
TOTAL / AREA	0.023	0.073	0.009	0.030	-0.084	-0.265
TOTAL LOAD	2.122 KBTU/H	0.622 KW			-5.463 KBTU/H	-1.601 KW
TOTAL LOAD / AREA	32.59 BTU/H.SQFT	102.773 W/M2			83.884 BTU/H.SQFT	264.554 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P02_E05

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P02_E05

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 75 SQFT 7 M2
VOLUME 521 CUFT 15 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD			
	JUL 22 9PM		JUN 5 7AM			
DRY-BULB TEMP	90 F	32 C	48 F	9 C		
WET-BULB TEMP	69 F	21 C	42 F	6 C		
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	43 BTU/H.SQFT		135 W/M2		0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S		
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	1		1			

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.022	0.006	0.000	0.000	-0.034	-0.010
ROOF CONDUCTION	-0.057	-0.017	0.000	0.000	-0.139	-0.041
WINDOW GLASS+FRM COND	0.046	0.014	0.000	0.000	-0.078	-0.023
WINDOW GLASS SOLAR	0.092	0.027	0.000	0.000	0.026	0.008
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.009	0.003	0.005	0.002	0.000	0.000
LIGHT TO SPACE	0.034	0.010	0.000	0.000	0.001	0.000
EQUIPMENT TO SPACE	0.030	0.009	0.005	0.002	0.001	0.000
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.023	0.007	0.009	0.003	-0.326	-0.096
TOTAL	0.200	0.059	0.020	0.006	-0.549	-0.161
TOTAL / AREA	0.003	0.008	0.000	0.001	-0.007	-0.023
TOTAL LOAD	0.221 KBTU/H		0.065 KW		-0.549 KBTU/H -0.161 KW	
TOTAL LOAD / AREA	2.94 BTU/H.SQFT		9.283 W/M2		7.334 BTU/H.SQFT 23.130 W/M2	

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P02_E06

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P02_E06

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 101 SQFT 9 M2
VOLUME 701 CUFT 20 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.081	0.024	0.000	0.000	-0.055	-0.016
ROOF CONDUCTION	-0.087	-0.026	0.000	0.000	-0.144	-0.042
WINDOW GLASS+FRM COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS SOLAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DOOR CONDUCTION	0.017	0.005	0.000	0.000	-0.046	-0.013
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.008	0.002	0.000	0.000	0.005	0.001
LIGHT TO SPACE	0.029	0.008	0.000	0.000	0.016	0.005
EQUIPMENT TO SPACE	0.027	0.008	0.000	0.000	0.015	0.004
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	1.613	0.473	0.770	0.226	-6.655	-1.950
TOTAL	1.688	0.495	0.770	0.226	-6.864	-2.011
TOTAL / AREA	0.017	0.053	0.008	0.024	-0.068	-0.215
TOTAL LOAD	2.458 KBTU/H		0.720 KW		-6.864 KBTU/H -2.011 KW	
TOTAL LOAD / AREA	24.40 BTU/H.SQFT		76.947 W/M2		68.129 BTU/H.SQFT 214.868 W/M2	

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P02_E07

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P02_E07

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 152 SQFT 14 M2
VOLUME 1058 CUFT 30 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD			
	OCT 11 3PM		JUN 4 7AM			
DRY-BULB TEMP	87 F	31 C	44 F	7 C		
WET-BULB TEMP	71 F	22 C	39 F	4 C		
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	209 BTU/H.SQFT		658 W/M2		0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S		
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5			

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.033	0.010	0.000	0.000	-0.077	-0.022
ROOF CONDUCTION	-0.124	-0.036	0.000	0.000	-0.214	-0.063
WINDOW GLASS+FRM COND	0.132	0.039	0.000	0.000	-0.175	-0.051
WINDOW GLASS SOLAR	1.225	0.359	0.000	0.000	0.096	0.028
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.004
LIGHT TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.007
EQUIPMENT TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.022	0.006
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.173	0.051	0.295	0.086	-3.555	-1.042
TOTAL	1.439	0.422	0.295	0.086	-3.868	-1.133
TOTAL / AREA	0.009	0.030	0.002	0.006	-0.025	-0.080
TOTAL LOAD	1.733 KBTU/H	0.508 KW			-3.868 KBTU/H	-1.133 KW
TOTAL LOAD / AREA	11.39 BTU/H.SQFT	35.926 W/M2			25.415 BTU/H.SQFT	80.156 W/M2

*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P03_E01

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P03_E01

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 38 SQFT 4 M2
VOLUME 265 CUFT 8 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	AUG 19 1AM		JUN 9 7AM	
DRY-BULB TEMP	83 F	28 C	50 F	10 C
WET-BULB TEMP	66 F	19 C	47 F	8 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	3		2	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.031	0.009	0.000	0.000	-0.069	-0.020
ROOF CONDUCTION	-0.018	-0.005	0.000	0.000	-0.081	-0.024
WINDOW GLASS+FRM COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS SOLAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.005	0.001	0.003	0.001	0.002	0.000
LIGHT TO SPACE	0.014	0.004	0.000	0.000	0.004	0.001
EQUIPMENT TO SPACE	0.013	0.004	0.002	0.000	0.004	0.001
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.034	0.010	0.026	0.008	-0.155	-0.045
TOTAL	0.079	0.023	0.030	0.009	-0.294	-0.086
TOTAL / AREA	0.002	0.007	0.001	0.003	-0.008	-0.024
TOTAL LOAD	0.110 KBTU/H	0.032 KW			-0.294 KBTU/H	-0.086 KW
TOTAL LOAD / AREA	2.88 BTU/H.SQFT	9.081 W/M2			7.726 BTU/H.SQFT	24.366 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P03_E02

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P03_E02

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 152 SQFT 14 M2
VOLUME 1058 CUFT 30 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD			
	OCT 11 3PM		JUN 4 7AM			
DRY-BULB TEMP	87 F	31 C	44 F	7 C		
WET-BULB TEMP	71 F	22 C	39 F	4 C		
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	209 BTU/H.SQFT		658 W/M2		0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S		
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5			

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.028	0.008	0.000	0.000	-0.108	-0.032
ROOF CONDUCTION	-0.124	-0.036	0.000	0.000	-0.214	-0.063
WINDOW GLASS+FRM COND	0.131	0.038	0.000	0.000	-0.173	-0.051
WINDOW GLASS SOLAR	1.209	0.354	0.000	0.000	0.099	0.029
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.004
LIGHT TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.007
EQUIPMENT TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.022	0.006
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.086	0.025	0.147	0.043	-1.778	-0.521
TOTAL	1.330	0.390	0.147	0.043	-2.117	-0.620
TOTAL / AREA	0.009	0.028	0.001	0.003	-0.014	-0.044
TOTAL LOAD	1.478 KBTU/H	0.433 KW			-2.117 KBTU/H	-0.620 KW
TOTAL LOAD / AREA	9.71 BTU/H.SQFT	30.622 W/M2			13.912 BTU/H.SQFT	43.877 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P03_E03

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P03_E03

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 142 SQFT 13 M2
VOLUME 991 CUFT 28 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD			
	JUL 21 9PM		JUN 4 7AM			
DRY-BULB TEMP	94 F	34 C	44 F	7 C		
WET-BULB TEMP	69 F	21 C	39 F	4 C		
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	45 BTU/H.SQFT		141 W/M2		0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S		
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	5		5			

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.079	0.023	0.000	0.000	-0.067	-0.020
ROOF CONDUCTION	-0.130	-0.038	0.000	0.000	-0.203	-0.059
WINDOW GLASS+FRM COND	0.135	0.040	0.000	0.000	-0.177	-0.052
WINDOW GLASS SOLAR	0.552	0.162	0.000	0.000	0.090	0.026
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.020	0.006	0.005	0.002	0.011	0.003
LIGHT TO SPACE	0.069	0.020	0.000	0.000	0.022	0.006
EQUIPMENT TO SPACE	0.060	0.018	0.010	0.003	0.020	0.006
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.147	0.043	0.025	0.007	-1.778	-0.521
TOTAL	0.932	0.273	0.040	0.012	-2.081	-0.610
TOTAL / AREA	0.007	0.021	0.000	0.001	-0.015	-0.046
TOTAL LOAD	0.972 KBTU/H	0.285 KW			-2.081 KBTU/H	-0.610 KW
TOTAL LOAD / AREA	6.82 BTU/H.SQFT	21.516 W/M2			14.604 BTU/H.SQFT	46.058 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P03_E04

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P03_E04

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 65 SQFT 6 M2
VOLUME 453 CUFT 13 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.062	0.018	0.000	0.000	-0.030	-0.009
ROOF CONDUCTION	-0.057	-0.017	0.000	0.000	-0.093	-0.027
WINDOW GLASS+FRM COND	0.023	0.007	0.000	0.000	-0.058	-0.017
WINDOW GLASS SOLAR	0.122	0.036	0.000	0.000	0.026	0.007
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.005	0.002	0.000	0.000	0.003	0.001
LIGHT TO SPACE	0.018	0.005	0.000	0.000	0.010	0.003
EQUIPMENT TO SPACE	0.017	0.005	0.000	0.000	0.009	0.003
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	1.293	0.379	0.617	0.181	-5.333	-1.562
TOTAL	1.483	0.435	0.617	0.181	-5.467	-1.602
TOTAL / AREA	0.023	0.072	0.009	0.030	-0.084	-0.265
TOTAL LOAD	2.100 KBTU/H	0.615 KW			-5.467 KBTU/H	-1.602 KW
TOTAL LOAD / AREA	32.25 BTU/H.SQFT	101.709 W/M2			83.950 BTU/H.SQFT	264.765 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P03_E05

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P03_E05

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 75 SQFT 7 M2
VOLUME 639 CUFT 18 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 9PM	FEB 15 9AM	JUL 21 9PM	FEB 15 9AM
DRY-BULB TEMP	94 F	34 C	39 F	4 C
WET-BULB TEMP	69 F	21 C	36 F	2 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	45 BTU/H.SQFT	141 W/M2	15 BTU/H.SQFT	47 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.4 KTS	4.3 M/S	8.4 KTS	4.3 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	5		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.441	0.129	0.000	0.000	-1.100	-0.322
ROOF CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS+FRM COND	0.052	0.015	0.000	0.000	-0.108	-0.032
WINDOW GLASS SOLAR	0.099	0.029	0.000	0.000	0.014	0.004
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.009	0.003	0.005	0.002	0.000	0.000
LIGHT TO SPACE	0.033	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
EQUIPMENT TO SPACE	0.029	0.009	0.005	0.002	0.000	0.000
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.036	0.010	0.006	0.002	-0.080	-0.023
TOTAL	0.699	0.205	0.017	0.005	-1.274	-0.373
TOTAL / AREA	0.009	0.029	0.000	0.001	-0.017	-0.054
TOTAL LOAD	0.715 KBTU/H 0.210 KW		-1.274 KBTU/H -0.373 KW			
TOTAL LOAD / AREA	9.55 BTU/H.SQFT 30.112 W/M2		17.003 BTU/H.SQFT 53.624 W/M2			

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P03_E06

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P03_E06

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 101 SQFT 9 M2
VOLUME 859 CUFT 24 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD			
	JUL 22 8PM		FEB 15 8AM			
DRY-BULB TEMP	93 F	34 C	36 F	2 C		
WET-BULB TEMP	69 F	21 C	34 F	1 C		
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	110 BTU/H.SQFT		346 W/M2		0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.4 KTS	4.3 M/S	8.4 KTS	4.3 M/S		
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	1		5			

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.550	0.161	0.000	0.000	-1.308	-0.383
ROOF CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS+FRM COND	0.251	0.073	0.000	0.000	-0.551	-0.162
WINDOW GLASS SOLAR	0.558	0.163	0.000	0.000	0.052	0.015
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
LIGHT TO SPACE	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
EQUIPMENT TO SPACE	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.045	0.013	0.011	0.003	-0.115	-0.034
TOTAL	1.410	0.413	0.011	0.003	-1.922	-0.563
TOTAL / AREA	0.014	0.044	0.000	0.000	-0.019	-0.060
TOTAL LOAD	1.421 KBTU/H	0.416 KW			-1.922 KBTU/H	-0.563 KW
TOTAL LOAD / AREA	14.11 BTU/H.SQFT	44.492 W/M2			19.080 BTU/H.SQFT	60.176 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P06_E01

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P06_E01

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 77 F / 25 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 245 SQFT 23 M2
VOLUME 1607 CUFT 46 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.0 KTS	4.1 M/S	8.0 KTS	4.1 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.257	0.075	0.000	0.000	-0.207	-0.061
ROOF CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS+FRM COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS SOLAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.031	0.009	0.018	0.005	0.010	0.003
LIGHT TO SPACE	0.088	0.026	0.000	0.000	0.024	0.007
EQUIPMENT TO SPACE	0.079	0.023	0.010	0.003	0.023	0.007
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.324	0.095	0.155	0.045	-1.338	-0.392
TOTAL	0.780	0.229	0.183	0.054	-1.488	-0.436
TOTAL / AREA	0.003	0.010	0.001	0.002	-0.006	-0.019
TOTAL LOAD	0.963 KBTU/H	0.282 KW			-1.488 KBTU/H	-0.436 KW
TOTAL LOAD / AREA	3.93 BTU/H.SQFT	12.397 W/M2			6.077 BTU/H.SQFT	19.165 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-C Building Peak Load Components

WEATHER FILE- zonaA3.met

*** BUILDING ***

FLOOR AREA 1887 SQFT 175 M2
VOLUME 14085 CUFT 399 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	6.4 KTS	3.3 M/S	6.4 KTS	3.3 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE (KBTU/H)	LATENT (KW)	SENSIBLE (KBTU/H) (KW)	
WALL CONDUCTION	2.288	0.671	0.000	0.000
ROOF CONDUCTION	-1.335	-0.391	0.000	0.000
WINDOW GLASS+FRM COND	0.446	0.131	0.000	0.000
WINDOW GLASS SOLAR	1.730	0.507	0.000	0.000
DOOR CONDUCTION	0.051	0.015	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.435	0.127	0.253	0.074
LIGHT TO SPACE	0.603	0.177	0.000	0.000
EQUIPMENT TO SPACE	0.557	0.163	0.027	0.008
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	9.338	2.736	4.455	1.305
TOTAL	14.114	4.135	4.734	1.387
TOTAL / AREA	0.007	0.024	0.003	0.008
TOTAL LOAD	18.848 KBTU/H	5.523 KW	-43.703 KBTU/H	-12.805 KW
TOTAL LOAD / AREA	9.99 BTU/H.SQFT	31.501 W/M2	23.159 BTU/H.SQFT	73.040 W/M2

*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:34:26 BDL RUN 2

REPORT- LS-D Building Monthly Loads Summary

WEATHER FILE- zonaA3.met

8.2.2. Cargas refrigeración.

SPACE P01_E01

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 921 SQFT 86 M2
VOLUME 5800 CUFT 164 M3

TIME	COOLING LOAD				HEATING LOAD			
	=====				=====			
	JUL 21 1AM				JUN 4 7AM			
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C				
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C				
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2				
WINDSPEED AT SPACE	7.9 KTS	4.1 M/S	7.9 KTS	4.1 M/S				
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5					
	SENSIBLE	LATENT	SENSIBLE					
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)		
	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
WALL CONDUCTION	0.600	0.176	0.000	0.000	-0.029	-0.008		
ROOF CONDUCTION	-0.046	-0.014	0.000	0.000	-0.194	-0.057		
WINDOW GLASS+FRM COND	0.105	0.031	0.000	0.000	-0.129	-0.038		
WINDOW GLASS SOLAR	0.109	0.032	0.000	0.000	0.061	0.018		
DOOR CONDUCTION	0.054	0.016	0.000	0.000	-0.055	-0.016		
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
UNDERGROUND SURF COND	-0.533	-0.156	0.000	0.000	-0.533	-0.156		
OCCUPANTS TO SPACE	0.047	0.014	0.000	0.000	0.031	0.009		
LIGHT TO SPACE	0.165	0.048	0.000	0.000	0.108	0.032		
EQUIPMENT TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
INFILTRATION	38.123	11.170	9.572	2.805	-64.709	-18.960		
TOTAL	38.624	11.317	9.572	2.805	-65.449	-19.177		
TOTAL / AREA	0.042	0.132	0.010	0.033	-0.071	-0.224		
TOTAL LOAD	48.196 KBTU/H	14.122 KW	-65.449 KBTU/H	-19.177 KW				
TOTAL LOAD / AREA	52.34 BTU/H.SQFT	165.087 W/M2	71.083 BTU/H.SQFT	224.183 W/M2				

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****

```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P01_E02

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P01_E02

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 320 SQFT 30 M2
VOLUME 2014 CUFT 57 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	7.9 KTS	4.1 M/S	7.9 KTS	4.1 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.346	0.101	0.000	0.000	-0.018	-0.005
ROOF CONDUCTION	-0.004	-0.001	0.000	0.000	-0.014	-0.004
WINDOW GLASS+FRM COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS SOLAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	-0.187	-0.055	0.000	0.000	-0.187	-0.055
OCCUPANTS TO SPACE	0.017	0.005	0.000	0.000	0.011	0.003
LIGHT TO SPACE	0.059	0.017	0.000	0.000	0.037	0.011
EQUIPMENT TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	3.302	0.968	0.829	0.243	-5.605	-1.642
TOTAL	3.532	1.035	0.829	0.243	-5.777	-1.693
TOTAL / AREA	0.011	0.035	0.003	0.008	-0.018	-0.057
TOTAL LOAD	4.362 KBTU/H	1.278 KW			-5.777 KBTU/H	-1.693 KW
TOTAL LOAD / AREA	13.64 BTU/H.SQFT	43.029 W/M2			18.069 BTU/H.SQFT	56.988 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P01_E04

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P01_E04

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 120 SQFT 11 M2
VOLUME 943 CUFT 27 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.3 KTS	4.3 M/S	8.3 KTS	4.3 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.109	0.032	0.000	0.000	-0.004	-0.001
ROOF CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS+FRM COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS SOLAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DOOR CONDUCTION	0.022	0.006	0.000	0.000	-0.018	-0.005
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	-0.071	-0.021	0.000	0.000	-0.071	-0.021
OCCUPANTS TO SPACE	0.006	0.002	0.000	0.000	0.004	0.001
LIGHT TO SPACE	0.022	0.006	0.000	0.000	0.013	0.004
EQUIPMENT TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	2.809	0.823	0.705	0.207	-4.768	-1.397
TOTAL	2.897	0.849	0.705	0.207	-4.844	-1.419
TOTAL / AREA	0.024	0.076	0.006	0.019	-0.040	-0.128
TOTAL LOAD	3.602 KBTU/H	1.055 KW			-4.844 KBTU/H	-1.419 KW
TOTAL LOAD / AREA	30.08 BTU/H.SQFT	94.853 W/M2			40.446 BTU/H.SQFT	127.559 W/M2

*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P02_E01

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P02_E01

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 495 SQFT 46 M2
VOLUME 4223 CUFT 120 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	=====		=====	
	AUG 19 1AM		JUN 10 7AM	
DRY-BULB TEMP	83 F	28 C	47 F	8 C
WET-BULB TEMP	66 F	19 C	44 F	7 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.4 KTS	4.3 M/S	8.4 KTS	4.3 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	3		4	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
WALL CONDUCTION	0.664	0.194	0.000	0.000	-0.315	-0.092
ROOF CONDUCTION	0.811	0.238	0.000	0.000	-1.278	-0.374
WINDOW GLASS+FRM COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS SOLAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DOOR CONDUCTION	0.061	0.018	0.000	0.000	-0.072	-0.021
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.084	0.024	0.000	0.000	0.048	0.014
LIGHT TO SPACE	0.152	0.044	0.000	0.000	0.081	0.024
EQUIPMENT TO SPACE	0.143	0.042	0.000	0.000	0.076	0.022
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	2.975	0.872	1.028	0.301	-5.139	-1.506
TOTAL	4.888	1.432	1.028	0.301	-6.598	-1.933
TOTAL / AREA	0.010	0.031	0.002	0.007	-0.013	-0.042
TOTAL LOAD	5.916 KBTU/H	1.733 KW			-6.598 KBTU/H	-1.933 KW
TOTAL LOAD / AREA	11.95 BTU/H.SQFT	37.689 W/M2			13.329 BTU/H.SQFT	42.038 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****

```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P02_E02

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P02_E02

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 38 SQFT 4 M2
VOLUME 265 CUFT 8 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	AUG 19 1AM		JUN 6 7AM	
DRY-BULB TEMP	83 F	28 C	47 F	8 C
WET-BULB TEMP	66 F	19 C	42 F	6 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	3		1	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ROOF CONDUCTION	0.006	0.002	0.000	0.000	-0.046	-0.014
WINDOW GLASS+FRM COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS SOLAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.005	0.001	0.003	0.001	0.000	0.000
LIGHT TO SPACE	0.015	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
EQUIPMENT TO SPACE	0.013	0.004	0.002	0.000	0.000	0.000
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.076	0.022	0.026	0.008	-0.130	-0.038
TOTAL	0.115	0.034	0.030	0.009	-0.177	-0.052
TOTAL / AREA	0.003	0.009	0.001	0.003	-0.005	-0.015
TOTAL LOAD	0.145 KBTU/H 0.042 KW		-0.177 KBTU/H -0.052 KW			
TOTAL LOAD / AREA	3.81 BTU/H.SQFT 12.003 W/M2		4.633 BTU/H.SQFT 14.611 W/M2			

*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P02_E03

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P02_E03

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 142 SQFT 13 M2
VOLUME 991 CUFT 28 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.200	0.059	0.000	0.000	-0.006	-0.002
ROOF CONDUCTION	-0.033	-0.010	0.000	0.000	-0.112	-0.033
WINDOW GLASS+FRM COND	0.108	0.032	0.000	0.000	-0.128	-0.037
WINDOW GLASS SOLAR	0.274	0.080	0.000	0.000	0.090	0.026
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.059	0.017	0.047	0.014	0.011	0.003
LIGHT TO SPACE	0.042	0.012	0.000	0.000	0.022	0.006
EQUIPMENT TO SPACE	0.040	0.012	0.000	0.000	0.020	0.006
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	1.638	0.480	0.411	0.120	-2.780	-0.814
TOTAL	2.326	0.682	0.458	0.134	-2.881	-0.844
TOTAL / AREA	0.016	0.051	0.003	0.010	-0.020	-0.064
TOTAL LOAD	2.784 KBTU/H	0.816 KW			-2.881 KBTU/H	-0.844 KW
TOTAL LOAD / AREA	19.54 BTU/H.SQFT	61.622 W/M2			20.221 BTU/H.SQFT	63.772 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P02_E04

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P02_E04

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 65 SQFT 6 M2
VOLUME 453 CUFT 13 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.090	0.026	0.000	0.000	-0.003	-0.001
ROOF CONDUCTION	-0.015	-0.004	0.000	0.000	-0.051	-0.015
WINDOW GLASS+FRM COND	0.040	0.012	0.000	0.000	-0.042	-0.012
WINDOW GLASS SOLAR	0.142	0.042	0.000	0.000	0.029	0.009
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.005	0.002	0.000	0.000	0.003	0.001
LIGHT TO SPACE	0.018	0.005	0.000	0.000	0.010	0.003
EQUIPMENT TO SPACE	0.017	0.005	0.000	0.000	0.009	0.003
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	2.456	0.720	0.617	0.181	-4.169	-1.222
TOTAL	2.754	0.807	0.617	0.181	-4.214	-1.235
TOTAL / AREA	0.042	0.133	0.009	0.030	-0.065	-0.204
TOTAL LOAD	3.371 KBTU/H	0.988 KW			-4.214 KBTU/H	-1.235 KW
TOTAL LOAD / AREA	51.77 BTU/H.SQFT	163.261 W/M2			64.708 BTU/H.SQFT	204.078 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****

```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P02_E05

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P02_E05

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 75 SQFT 7 M2
VOLUME 521 CUFT 15 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 5 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	48 F	9 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	42 F	6 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		1	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.041	0.012	0.000	0.000	-0.017	-0.005
ROOF CONDUCTION	-0.019	-0.005	0.000	0.000	-0.092	-0.027
WINDOW GLASS+FRM COND	0.048	0.014	0.000	0.000	-0.057	-0.017
WINDOW GLASS SOLAR	0.050	0.015	0.000	0.000	0.026	0.008
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.010	0.003	0.005	0.002	0.000	0.000
LIGHT TO SPACE	0.028	0.008	0.000	0.000	0.001	0.000
EQUIPMENT TO SPACE	0.025	0.007	0.003	0.001	0.001	0.000
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.171	0.050	0.043	0.013	-0.245	-0.072
TOTAL	0.354	0.104	0.052	0.015	-0.382	-0.112
TOTAL / AREA	0.005	0.015	0.001	0.002	-0.005	-0.016
TOTAL LOAD	0.406 KBTU/H		0.119 KW		-0.382 KBTU/H -0.112 KW	
TOTAL LOAD / AREA	5.42 BTU/H.SQFT		17.084 W/M2		5.105 BTU/H.SQFT 16.100 W/M2	

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P02_E06

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P02_E06

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 101 SQFT 9 M2
VOLUME 701 CUFT 20 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.126	0.037	0.000	0.000	-0.010	-0.003
ROOF CONDUCTION	-0.024	-0.007	0.000	0.000	-0.080	-0.023
WINDOW GLASS+FRM COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS SOLAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DOOR CONDUCTION	0.030	0.009	0.000	0.000	-0.033	-0.010
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.008	0.002	0.000	0.000	0.005	0.001
LIGHT TO SPACE	0.029	0.008	0.000	0.000	0.016	0.005
EQUIPMENT TO SPACE	0.027	0.008	0.000	0.000	0.015	0.004
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	3.065	0.898	0.770	0.226	-5.203	-1.524
TOTAL	3.262	0.956	0.770	0.226	-5.291	-1.550
TOTAL / AREA	0.032	0.102	0.008	0.024	-0.053	-0.166
TOTAL LOAD	4.031 KBTU/H	1.181 KW			-5.291 KBTU/H	-1.550 KW
TOTAL LOAD / AREA	40.01 BTU/H.SQFT	126.190 W/M2			52.517 BTU/H.SQFT	165.630 W/M2

*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P02_E07

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P02_E07

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 152 SQFT 14 M2
VOLUME 1058 CUFT 30 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.222	0.065	0.000	0.000	-0.008	-0.002
ROOF CONDUCTION	-0.035	-0.010	0.000	0.000	-0.119	-0.035
WINDOW GLASS+FRM COND	0.104	0.030	0.000	0.000	-0.126	-0.037
WINDOW GLASS SOLAR	0.248	0.073	0.000	0.000	0.096	0.028
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.063	0.018	0.050	0.015	0.012	0.004
LIGHT TO SPACE	0.045	0.013	0.000	0.000	0.023	0.007
EQUIPMENT TO SPACE	0.042	0.012	0.000	0.000	0.022	0.006
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	1.637	0.480	0.411	0.120	-2.779	-0.814
TOTAL	2.326	0.682	0.461	0.135	-2.879	-0.844
TOTAL / AREA	0.015	0.048	0.003	0.010	-0.019	-0.060
TOTAL LOAD	2.787 KBTU/H	0.817 KW			-2.879 KBTU/H	-0.844 KW
TOTAL LOAD / AREA	18.32 BTU/H.SQFT	57.765 W/M2			18.919 BTU/H.SQFT	59.669 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P03_E01

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P03_E01

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 38 SQFT 4 M2
VOLUME 265 CUFT 8 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	AUG 19 1AM		JUN 9 7AM	
DRY-BULB TEMP	83 F	28 C	50 F	10 C
WET-BULB TEMP	66 F	19 C	47 F	8 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	3		2	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.056	0.016	0.000	0.000	-0.044	-0.013
ROOF CONDUCTION	0.006	0.002	0.000	0.000	-0.056	-0.017
WINDOW GLASS+FRM COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS SOLAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.005	0.001	0.003	0.001	0.002	0.000
LIGHT TO SPACE	0.014	0.004	0.000	0.000	0.004	0.001
EQUIPMENT TO SPACE	0.013	0.004	0.002	0.000	0.004	0.001
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.076	0.022	0.026	0.008	-0.113	-0.033
TOTAL	0.169	0.050	0.030	0.009	-0.204	-0.060
TOTAL / AREA	0.004	0.014	0.001	0.003	-0.005	-0.017
TOTAL LOAD	0.200 KBTU/H 0.059 KW		-0.204 KBTU/H -0.060 KW			
TOTAL LOAD / AREA	5.24 BTU/H.SQFT 16.537 W/M2		5.362 BTU/H.SQFT 16.911 W/M2			

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P03_E02

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P03_E02

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 152 SQFT 14 M2
VOLUME 1058 CUFT 30 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	=====		=====	
	AUG 19 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	83 F	28 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	66 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	3		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
WALL CONDUCTION	0.313	0.092	0.000	0.000	-0.018	-0.005
ROOF CONDUCTION	0.032	0.009	0.000	0.000	-0.119	-0.035
WINDOW GLASS+FRM COND	0.103	0.030	0.000	0.000	-0.125	-0.037
WINDOW GLASS SOLAR	0.334	0.098	0.000	0.000	0.099	0.029
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.063	0.018	0.050	0.015	0.012	0.004
LIGHT TO SPACE	0.044	0.013	0.000	0.000	0.023	0.007
EQUIPMENT TO SPACE	0.041	0.012	0.000	0.000	0.022	0.006
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.711	0.208	0.246	0.072	-1.390	-0.407
TOTAL	1.641	0.481	0.295	0.087	-1.495	-0.438
TOTAL / AREA	0.011	0.034	0.002	0.006	-0.010	-0.031
TOTAL LOAD	1.936 KBTU/H	0.567 KW			-1.495 KBTU/H	-0.438 KW
TOTAL LOAD / AREA	12.72 BTU/H.SQFT	40.128 W/M2			9.822 BTU/H.SQFT	30.977 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P03_E03

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P03_E03

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 142 SQFT 13 M2
VOLUME 991 CUFT 28 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.199	0.058	0.000	0.000	-0.006	-0.002
ROOF CONDUCTION	-0.034	-0.010	0.000	0.000	-0.113	-0.033
WINDOW GLASS+FRM COND	0.108	0.032	0.000	0.000	-0.128	-0.037
WINDOW GLASS SOLAR	0.274	0.080	0.000	0.000	0.090	0.026
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.059	0.017	0.047	0.014	0.011	0.003
LIGHT TO SPACE	0.042	0.012	0.000	0.000	0.022	0.006
EQUIPMENT TO SPACE	0.040	0.012	0.000	0.000	0.020	0.006
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.819	0.240	0.206	0.060	-1.390	-0.407
TOTAL	1.505	0.441	0.252	0.074	-1.493	-0.437
TOTAL / AREA	0.011	0.033	0.002	0.006	-0.010	-0.033
TOTAL LOAD	1.758 KBTU/H	0.515 KW			-1.493 KBTU/H	-0.437 KW
TOTAL LOAD / AREA	12.33 BTU/H.SQFT	38.901 W/M2			10.479 BTU/H.SQFT	33.048 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P03_E04

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P03_E04

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 65 SQFT 6 M2
VOLUME 453 CUFT 13 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.1 KTS	4.2 M/S	8.1 KTS	4.2 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.089	0.026	0.000	0.000	-0.003	-0.001
ROOF CONDUCTION	-0.015	-0.005	0.000	0.000	-0.052	-0.015
WINDOW GLASS+FRM COND	0.040	0.012	0.000	0.000	-0.042	-0.012
WINDOW GLASS SOLAR	0.122	0.036	0.000	0.000	0.026	0.007
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.005	0.002	0.000	0.000	0.003	0.001
LIGHT TO SPACE	0.018	0.005	0.000	0.000	0.010	0.003
EQUIPMENT TO SPACE	0.017	0.005	0.000	0.000	0.009	0.003
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	2.456	0.720	0.617	0.181	-4.169	-1.222
TOTAL	2.732	0.801	0.617	0.181	-4.218	-1.236
TOTAL / AREA	0.042	0.132	0.009	0.030	-0.065	-0.204
TOTAL LOAD	3.349 KBTU/H	0.981 KW			-4.218 KBTU/H	-1.236 KW
TOTAL LOAD / AREA	51.43 BTU/H.SQFT	162.197 W/M2			64.775 BTU/H.SQFT	204.289 W/M2

*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P03_E05

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P03_E05

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 75 SQFT 7 M2
VOLUME 639 CUFT 18 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 9PM		FEB 15 9AM	
DRY-BULB TEMP	94 F	34 C	39 F	4 C
WET-BULB TEMP	69 F	21 C	36 F	2 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	45 BTU/H.SQFT	141 W/M2	15 BTU/H.SQFT	47 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.4 KTS	4.3 M/S	8.4 KTS	4.3 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	5		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.655	0.192	0.000	0.000	-0.888	-0.260
ROOF CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS+FRM COND	0.073	0.021	0.000	0.000	-0.088	-0.026
WINDOW GLASS SOLAR	0.099	0.029	0.000	0.000	0.014	0.004
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.009	0.003	0.005	0.002	0.000	0.000
LIGHT TO SPACE	0.033	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
EQUIPMENT TO SPACE	0.029	0.009	0.005	0.002	0.000	0.000
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.051	0.015	0.006	0.002	-0.065	-0.019
TOTAL	0.948	0.278	0.017	0.005	-1.026	-0.301
TOTAL / AREA	0.013	0.040	0.000	0.001	-0.014	-0.043
TOTAL LOAD	0.965 KBTU/H	0.283 KW			-1.026 KBTU/H	-0.301 KW
TOTAL LOAD / AREA	12.88 BTU/H.SQFT	40.626 W/M2			13.697 BTU/H.SQFT	43.199 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P03_E06

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P03_E06

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 101 SQFT 9 M2
VOLUME 859 CUFT 24 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD			
	JUL 22 8PM		FEB 15 8AM			
DRY-BULB TEMP	93 F	34 C	36 F	2 C		
WET-BULB TEMP	69 F	21 C	34 F	1 C		
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	110 BTU/H.SQFT		346 W/M2		0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.4 KTS	4.3 M/S	8.4 KTS	4.3 M/S		
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	1		5			

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.816	0.239	0.000	0.000	-1.046	-0.307
ROOF CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS+FRM COND	0.352	0.103	0.000	0.000	-0.452	-0.132
WINDOW GLASS SOLAR	0.558	0.163	0.000	0.000	0.052	0.015
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
LIGHT TO SPACE	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
EQUIPMENT TO SPACE	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.065	0.019	0.011	0.003	-0.095	-0.028
TOTAL	1.797	0.527	0.011	0.003	-1.541	-0.451
TOTAL / AREA	0.018	0.056	0.000	0.000	-0.015	-0.048
TOTAL LOAD	1.808 KBTU/H	0.530 KW			-1.541 KBTU/H	-0.451 KW
TOTAL LOAD / AREA	17.95 BTU/H.SQFT	56.609 W/M2			15.291 BTU/H.SQFT	48.226 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-B Space Peak Load Components P06_E01

WEATHER FILE- zonaA3.met

SPACE P06_E01

SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER 1.0 FLOOR MULTIPLIER 1.0

FLOOR AREA 245 SQFT 23 M2
VOLUME 1607 CUFT 46 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	8.0 KTS	4.1 M/S	8.0 KTS	4.1 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	0.420	0.123	0.000	0.000	-0.045	-0.013
ROOF CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS+FRM COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS SOLAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.031	0.009	0.018	0.005	0.010	0.003
LIGHT TO SPACE	0.088	0.026	0.000	0.000	0.024	0.007
EQUIPMENT TO SPACE	0.079	0.023	0.010	0.003	0.023	0.007
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.616	0.181	0.155	0.045	-1.046	-0.307
TOTAL	1.234	0.362	0.183	0.054	-1.034	-0.303
TOTAL / AREA	0.005	0.016	0.001	0.002	-0.004	-0.013
TOTAL LOAD	1.417 KBTU/H	0.415 KW			-1.034 KBTU/H	-0.303 KW
TOTAL LOAD / AREA	5.79 BTU/H.SQFT	18.248 W/M2			4.222 BTU/H.SQFT	13.315 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****

```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-C Building Peak Load Components

WEATHER FILE- zonaA3.met

*** BUILDING ***

FLOOR AREA 1887 SQFT 175 M2
VOLUME 14085 CUFT 399 M3

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	=====		=====	
	JUL 21 1AM		JUN 4 7AM	
DRY-BULB TEMP	85 F	29 C	44 F	7 C
WET-BULB TEMP	67 F	19 C	39 F	4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	6.4 KTS	3.3 M/S	6.4 KTS	3.3 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0		5	

	SENSIBLE	LATENT	SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
	-----	-----	-----	-----
WALL CONDUCTION	3.628	1.063	0.000	0.000
ROOF CONDUCTION	-0.035	-0.010	0.000	0.000
WINDOW GLASS+FRM COND	0.820	0.240	0.000	0.000
WINDOW GLASS SOLAR	1.730	0.507	0.000	0.000
DOOR CONDUCTION	0.094	0.027	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.435	0.127	0.253	0.074
LIGHT TO SPACE	0.603	0.177	0.000	0.000
EQUIPMENT TO SPACE	0.557	0.163	0.027	0.008
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	17.743	5.199	4.455	1.305
TOTAL	25.574	7.493	4.734	1.387
TOTAL / AREA	0.014	0.043	0.003	0.008
TOTAL LOAD	30.308 KBTU/H	8.880 KW	-32.249 KBTU/H	-9.449 KW
TOTAL LOAD / AREA	16.06 BTU/H.SQFT	50.654 W/M2	17.090 BTU/H.SQFT	53.898 W/M2

```

*****
*
* NOTE 1)THE ABOVE LOADS EXCLUDE OUTSIDE VENTILATION AIR *
* ---- LOADS *
* 2)TIMES GIVEN IN STANDARD TIME FOR THE LOCATION *
* IN CONSIDERATION *
* 3)THE ABOVE LOADS ARE CALCULATED ASSUMING A *
* CONSTANT INDOOR SPACE TEMPERATURE *
*
*****
    
```

DOE-2.2-42 9/29/2016 20:48:12 BDL RUN 1

REPORT- LS-D Building Monthly Loads Summary

WEATHER FILE- zonaA3.met

8.3. Fichas Técnicas.

8.3.1. Equipo Solar: Junkers SMART 150 L.

Tabla 0-1. Datos técnicos Equipo Solar SMART 150 L

GAMA	150 L	
CAPTADOR	1 x FCC - 2S	
DEPÓSITO	TS 150-2	TS 150-2 E
Tipo de sistema	Circuito indirecto	Circuito indirecto
Tipo de intercambiador	Doble envolvente (horizontal)	Doble envolvente (horizontal)
Capacidad total (l.)	150	150
Volumen acumulación circuito primario (l.)	13	13
Volumen acumulación circuito secundario (l.)	145	145
Presión máx. de trabajo circuito primario (bar)	2,5	2,5
Presión máx. de trabajo circuito secundario (bar)	10	10
Diametro (mm)	580	580
Longitud (mm)	1.120	1.120
Peso vacío (kg)	71	71
Recubrimiento exterior	acero galvanizado lacado	acero galvanizado lacado
Revestimiento interior	Doble esmaltado	Doble esmaltado
Tipo de aislamiento	Poliuretano, libre de CFC	Poliuretano, libre de CFC
Espesor de aislamiento (mm)	50	50

Disposición del vaso de expansión	Interior	Interior
Volumen vaso de expansión (l)	3	3
Protección catódica	Ánodo de magnesio	Ánodo de magnesio
Sin brida para conexión de resistencia eléctrica (conforme al CTE)	X	
Con brida para conexión de resistencia eléctrica		X
ESTRUCTURA DE SOPORTE		
Material	Aluminio	Aluminio
Tipo de perfil	Angular	Angular
Tipo de cubierta	Cubierta plana / Cubierta inclinada	Cubierta plana / Cubierta inclinada
CIRCUITO HIDRÁULICO Y ACCESORIOS		
Material de las tuberías	Acero inoxidable	Acero inoxidable
Tipo de conexión entre captadores	Flexible, en acero inoxidable	Flexible, en acero inoxidable
Presión válvula seguridad primario (bar)	2,5	2,5
Presión válvula seguridad secundario (bar)	10	10
OTRAS CARACTERÍSTICAS		
Peso lleno en funcionamiento (kg)	290	290
Distancia entre apoyos: alto x ancho (mm)	880	880
Medidas del equipo montado aprox: alto x longitud x fondo (mm) (tejado plano)	1.120 x 2.365 x 1.705	1.120 x 2.365 x 1.705
Protección anti-hielo	71	71

8.3.2. Captador Solar SMART Excellence: FCC-2S

Tabla 8.3.2-1. Datos técnicos Colector Solar Excellence FCC-2 S

MODELO	Excellence FCC-2 S
Montaje	Vertical
Dimensiones (mm)	1032x2026x67
Área total (m²)	2,09
Área de apertura (m²)	1,936
Área del absorbedor (m²)	1,92
Volumen del absorbedor (l)	1,92
Peso en vacío (kg)	30
Presión trabajo máx. (bar)	6
Caudal nominal (l/h)	50
Material de la caja	Aluminio
Aislamiento	Lana mineral, de 25 mm. de espesor
Absorbedor	Selectivo
Recubrimiento absorbedor	PVD
Circuito hidráulico	Parrilla de tubos
Curva de rendimiento instantáneo según EN 12975-2 (basada en el área de apertura)	
Factor de eficiencia n0	0,761
Coef. pérdidas línea (W/m² K)	4,083
Coef. pérdidas secundaria (W/m² K²)	0,012

8.3.3. Módulo fotovoltaico.

LDK 270-245
LDK
60-cell Monocrystalline PV Module Series
LIGHT OUR FUTURE



QUALITY & EFFICIENCY BENEFITS

- Up to 19%**
Cell efficiency

Highest performance enabled by the latest LDK Solar Wafer Technology
- 0.5 kg**
Weight reduction

New lighter frame design: reduced weight enables easier handling for installers
- PID Resistance**

Modules are designed to withstand PID (Potential Induced Degradation)*
- +2%**
Light transmission

High light transmission Anti-Reflective Glass with improved self-cleaning capability
- 0/+5W**
Positive tolerance

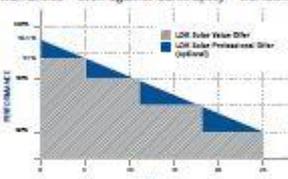
Positive power tolerance for reliable power output

* PID test conditions: Voltage of 1000V applied during 168 hours at 25-40 °C. Module covered with 41 bit solder.

INSURANCE & WARRANTY BENEFITS

- 100%**
Project insurance protection

LDK Solar Secure Insurance is a comprehensive insurance package which secures your complete project with LDK solar modules against inherent defects and external damages. It also includes a full backup of LDK Solar product and power warranties – even against bankruptcy – worldwide.
- 10-12 years**
Product warranty**
- 25 years**
4 step/linear power warranty**



** LDK Solar Value Offer includes: 10 years product warranty + 25 years 4 step power warranty + 1 year LDK Solar Secure Insurance.
Optional upgrade to LDK Solar Professional Offer: 12 years product warranty + 25 years linear power warranty + 2 years LDK Solar Secure Insurance.

APPLICATION RECOMMENDATION


RESIDENTIAL


COMMERCIAL


INDUSTRIAL


UTILITY

QUALITY & ENVIRONMENTAL CERTIFICATES















Tabla 8.3.3-1Ficha técnica Módulo Fotovoltaico LDK 270 Monocristalino de 60 células.

LDK 270-245

60-cell Monocrystalline PV Module Series



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (STC)*

Module Type	LDK 270 MA	265 MA	260 MA	255 MA	250 MA	245 MA
Nominal Power (P _{max}) [W]	270	265	260	255	250	245
Maximum Power Output [W]	270	265	260	255	250	245
Voltage at P _{max} (V _{mp}) [V]	31.5	31.1	30.7	30.3	29.9	29.5
Current at P _{max} (I _{mp}) [A]	8.56	8.53	8.48	8.43	8.38	8.32
Open Circuit Voltage (V _{oc}) [V]	38.9	38.6	38.3	38.1	37.8	37.6
Short Circuit Current (I _{sc}) [A]	8.99	8.97	8.95	8.93	8.92	8.90
Tolerance on Nominal Power [W]	-0/+5	-0/+5	-0/+5	-0/+5	-0/+5	-0/+5
Maximum System Voltage [V]	1000 V / UL: 1000 V					
Cell Efficiency [%]	18.83	18.48	18.13	17.79	17.44	17.09
Module Efficiency [%]	16.74	16.43	16.12	15.81	15.50	15.19

*STC (Standard Test Conditions): Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25 °C, Air Mass AM 1.5. Test in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) is used, with power measurement uncertainty within ±0.5%.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT NOCT **

Module Type	LDK 270 MA	265 MA	260 MA	255 MA	250 MA	245 MA
Output Power (P _{max}) [W]	196	190	186	180	181	178
Voltage at P _{max} (V _{mp}) [V]	28.6	28.2	27.8	27.4	27.0	26.7
Current at P _{max} (I _{mp}) [A]	6.86	6.82	6.78	6.74	6.70	6.66
Open Circuit Voltage (V _{oc}) [V]	35.8	35.6	35.3	35.1	34.8	34.7
Short Circuit Current (I _{sc}) [A]	7.28	7.27	7.25	7.24	7.23	7.21

**NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800 W/m², Ambient Temperature 20 °C, Wind speed 1 m/s. Test in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) is used, with power measurement uncertainty within ±0.5%.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

NOCT	45 ± 2 °C
Power Temperature Coefficient (β)	-0.47 %/°C
V _{oc} Temperature Coefficient (β _v)	-0.34 %/°C
I _{sc} Temperature Coefficient (β _i)	0.06 %/°C
Series Fuse Maximum Rating	20 A
Operating Temperature	From -40 to +85 °C
Storage Temperature	From -40 to +90 °C

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Solar Cells	60 (6x12) monocrystalline silicon - 156 x 156 mm (6 inch) solar cells
Front Glass	3.2 mm (0.126 in) high-transparency AR-coated tempered glass
Back Cover	White or Black (optional) Backsheet
Encapsulant	EVA (Engineered Vinyl Acetate)
Frame	Double-layer anodized aluminium alloy, silver or black finish (optional)
Junction Box	IP65 rated, with anti-reverse bypass diodes
Cables	UV resistant solar cable, 1000 mm (39.37 in) - section 4.0 mm ² (12 AWG)
Connectors	MCS compatible connectors
Dimensions	1636 x 986 x 25 mm (64.41 x 38.82 x 1.26 in)
Weight	18.5 kg (40.8 lbs)
Max Load	Wind Load: 2400 Pa / Snow Load: 5400 Pa

PACKING CONFIGURATION

Packing Configuration	30 pcs / box
Quantity / Pallet	60 pcs / pallet
Loading Capacity	940 pcs / 40 ft High Cube Container

MODULE TYPE CODING RULE

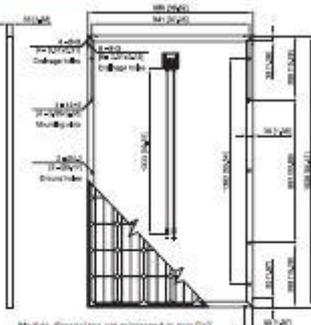
LDK xxx MA

- Backsheet Type: W = Standard White, B = Black (optional)
- Frame Type: F = Standard, B = Black Finish (optional)
- 60 cells - 156 x 156 mm (6 inch)
- Monocrystalline Si
- Nominal Power [W]

© October 2013. © LDK Solar Co., Ltd. All rights reserved. E-6-02

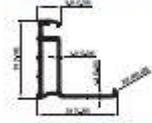
www.ldksolar.com

DIMENSIONS

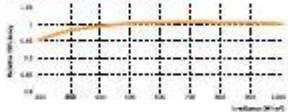


Module dimensions are expressed in mm (in) with tolerance ±0.2 mm (±0.079 in).

NEW FRAME CROSS SECTION



PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE



The typical relative change in module efficiency at an irradiance of 200 W/m² is relative to 1000 W/m² (both at 25 °C and spectrum AM 1.5) is less than 0.5%.

I-V CURVE AT DIFFERENT IRRADIANCE LEVELS



Module graphs are referred to 255W type.

PRODUCT OPTIONS



Black frame Full black

Tabla 8.3.3-2. Ficha técnica Módulo Fotovoltaico LDK 270 Monocristalino de 60 células.

187

8.3.4. Estufa de pellets canalizable TMC PWA.

Tabla 8.3.4-1. Datos técnicos Estufa de pellets canalizable TMC PWA.

Ficha técnica	
Superficie recomendada	Hasta 130 m ²
Potencia	14 kW
Medidas	56,3 x 106 x 50,2 cm (ancho x alto x fondo)
Salida de humos	Horizontal
Diámetro de la salida de humos	80 mm
Rendimiento	92%
Autonomía (mínimo/máximo)	35 h
Consumo mínimo	0,8 kg/h
Consumo máximo	2,8 kg/h
Capacidad del depósito	28 kg
Programable	Sí
Material interior	Acero
Tubo interior recomendado	Referencia 18737292
Tubo exterior recomendado	Referencia 18739546
Consejos de instalación	Es recomendable que la instalación la realice un profesional cualificado.
Consejos de mantenimiento	Es recomendable aspirar a diario la zona del cenicero y limpiar semanalmente la cámara de combustión.
Puesta en marcha incluida	Gratuita, siempre y cuando la instalación de la estufa siga los requisitos marcados en el manual de instalación del fabricante.
Observaciones	Programador. Incluye mando a distancia.
Color	Rojo

8.3.5. Aerogenerador Bornay 1500.

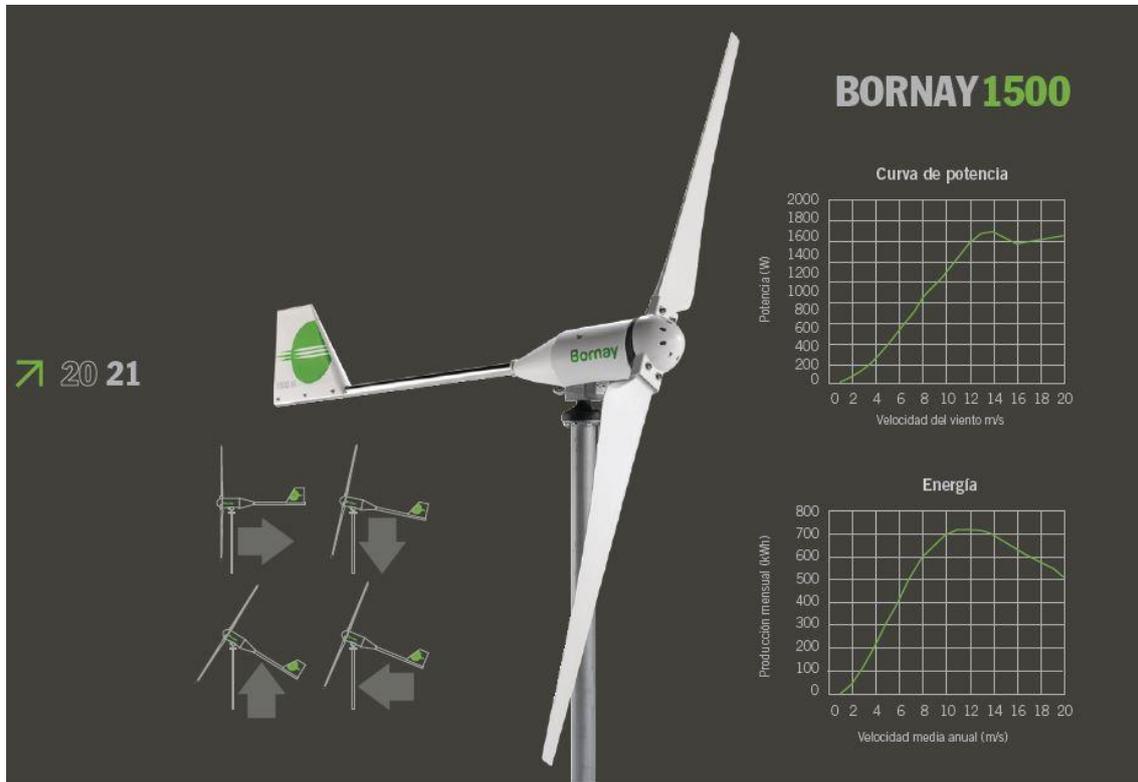


Ilustración 8.3.5-1. Bornay 1500. Curva de potencia.

Características técnicas

Número de hélices	2
Diámetro	2,86 mts
Material	Fibra de vidrio/carbono
Dirección de rotación	En sentido contrario a las agujas del reloj
Sistema de control	1. Regulador electrónico 2. Pasivo por inclinación

Características eléctricas

Alternador	Trifásico de imanes permanentes
Imanes	Neodimio
Potencia nominal	1500 w
Voltaje	24, 48, 120 v
RPM	@ 700
Regulador	24 v 80 Amp 48 v 40 Amp 120v. Conexión red

Velocidad del viento

Para arranque	3,5 m/s
Para potencia nominal	12 m/s
Para frenado automático	14 m/s
Máxima velocidad del viento	60 m/s

Características físicas

Peso aerogenerador	41 kg
Peso regulador	8 kg
Embalaje	50 x 77 x 57 cm - 57 kg
Dimensiones - peso	153 x 27 x 7 cm - 6,8 kg
Total	0,23 m ³ - 61,8 Kgr
Garantía	3 años

Bornay 

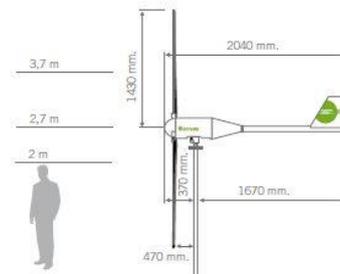


Ilustración 8.3.5-2. Bornay 1500. Datos técnicos.