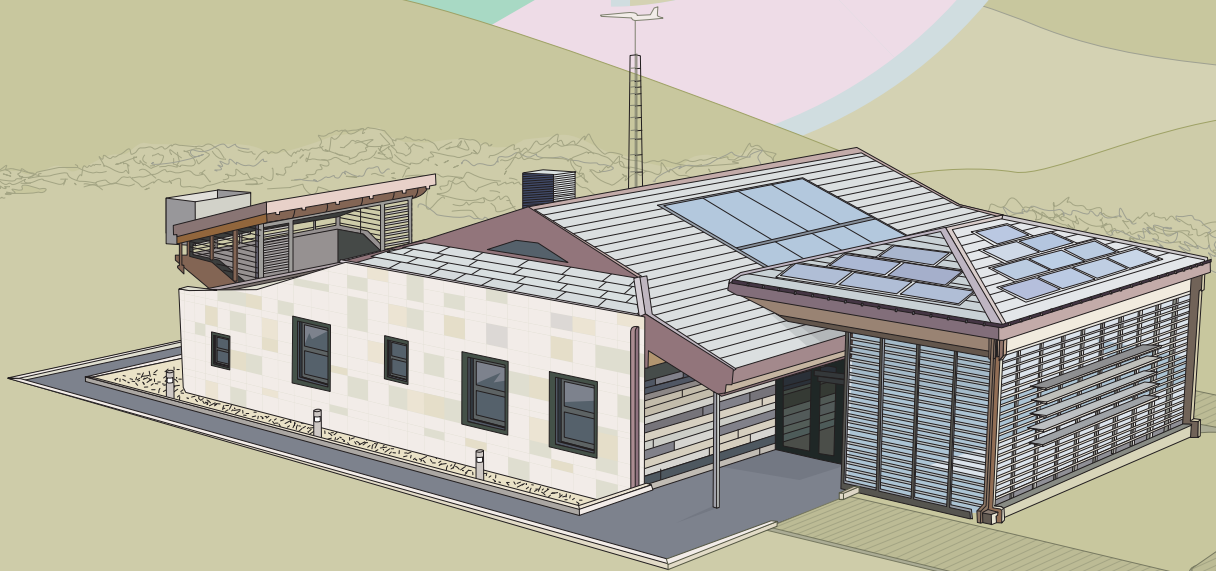




memoria **Vivienda**
Bioclimática
demostrativa

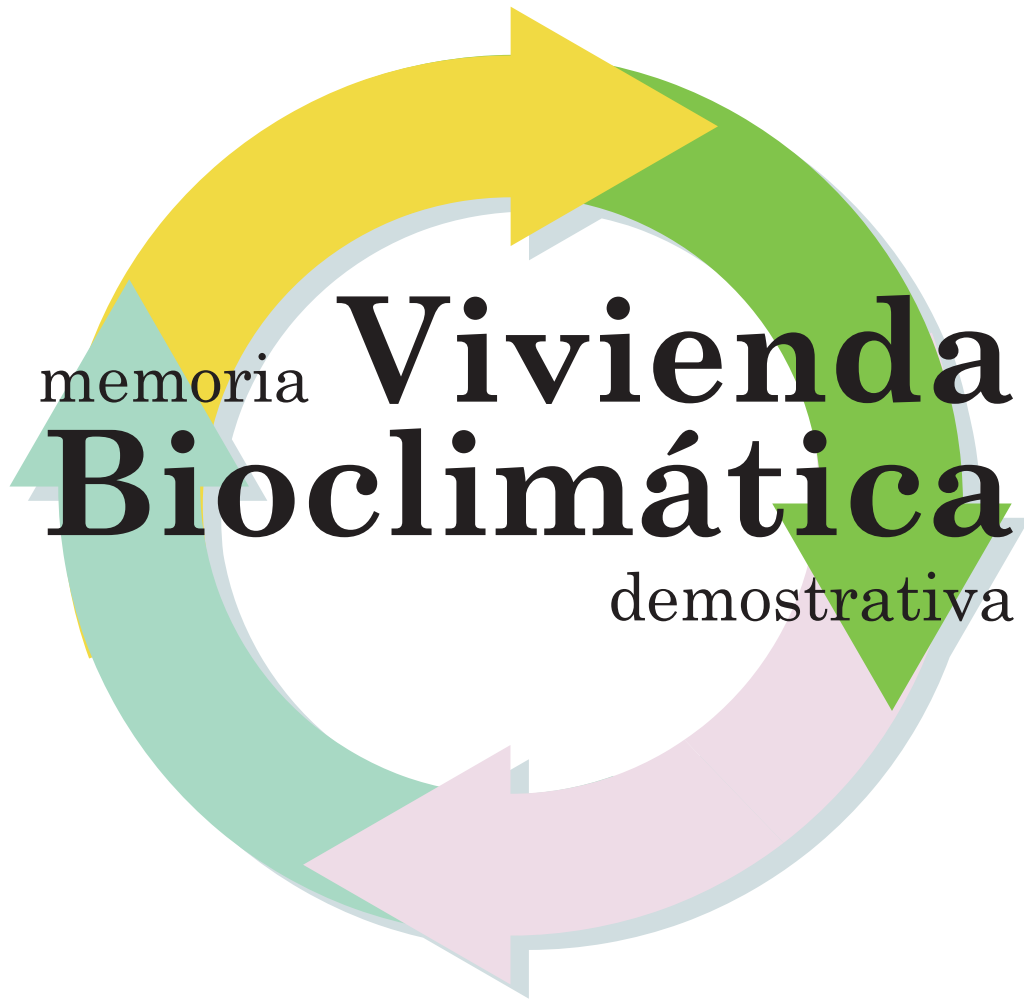


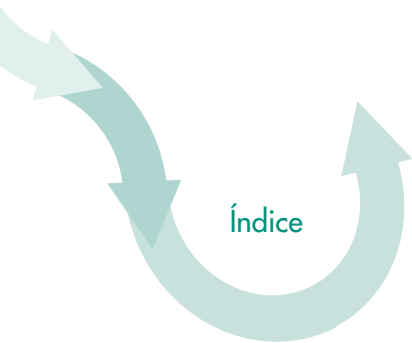
Idea y realización:
Fundación Sotavento Galicia
Área Divulgativa

Diseño y maquetación:
Equipo Agencia de Publicidad

ISBN:

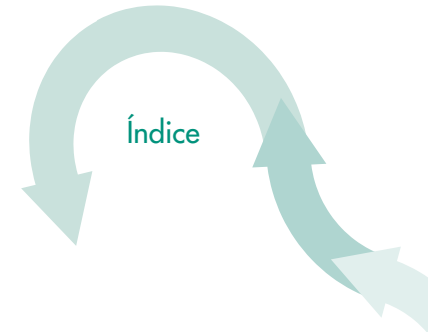
Depósito Legal:

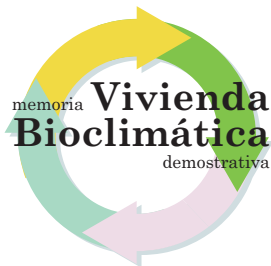




1. Introducción y justificación 04
2. Financiación 06
3. Barreras y dificultades 07
 - 3.1. Barreras asociadas a la construcción bioclimática 07
 - 3.2. Dificultades asociadas a este proyecto 08
4. Proyecto 09
 - 4.1. ¿Por qué en el Parque Eólico Experimental Sotavento? 09
 - 4.2. ¿Por qué una vivienda? 10
 - 4.3. Objetivos del proyecto 11
 - 4.4. Aspectos a tratar en el proyecto 12
 - 4.5. Grupo de trabajo 15
5. La vivienda en detalle 16
 - 5.1. Situación y orientación 16
 - 5.2. Distribución y estancias 17
 - 5.3. Elección de materiales 19
 - 5.3.1. Fachadas Este y Oeste 20
 - 5.3.2. Fachada Norte 22
 - 5.3.3. Fachada Sur 22
 - 5.3.4. Cubierta 23
 - 5.3.5. Suelo 24
6. Funcionamiento bioclimático e Instalaciones térmicas 26
 - 6.1. Instalaciones pasivas 27
 - 6.1.1. Parasoles y galería 27
 - 6.1.2. Ventanas 27
 - 6.1.3. Porches 28
 - 6.1.4. Muro Trombe 28
 - 6.2. Instalaciones activas 29
 - 6.2.1. Refrigerador evaporativo 29
 - 6.2.2. Ventiladores de techo 31
 - 6.2.3. Solar térmica 31
 - Características de los paneles 32
 - Características de los acumuladores 35
 - Intercambiador de placas 36
 - 6.2.4. Caldera de biomasa 38
 - Características técnicas 38
 - Silo textil de pellets 39
 - Pellets 40

- 6.2.5. Bomba de calor geotérmica 40
 - Características técnicas de la bomba de calor 40
 - Captador geotérmico 41
- 6.2.6. Calefacción por suelo radiante 41
- 6.2.7. Sistema de disipación de calor: Aerotermo 45
- 6.3. Agua Caliente Sanitaria 46
- 7. Instalaciones de generación eléctrica y consumos 47
 - 7.1. Aerogenerador 47
 - 7.2. Instalación solar fotovoltaica 50
 - 7.2.1. Estimación de la producción 51
 - 7.2.2. Paneles solares 54
 - 7.2.3. Inversores 54
 - 7.3. Consumos eléctricos de la vivienda 56
 - 7.3.1. Iluminación 56
 - 7.3.2. Electrodomésticos eficientes 59
 - 7.3.3. Otros consumos eléctricos 60
- 8. Gestión de agua 61
 - 8.1. Sistemas de abastecimiento, tratamiento y recuperación 61
 - 8.1.1. Agua de abastecimiento proveniente del pozo 62
 - 8.1.2. Aguas pluviales 62
 - 8.1.3. Aguas grises 62
 - 8.1.4. Aguas fecales 63
 - 8.2. Sistemas de ahorro 64
 - 8.2.1. Grifería 64
 - 8.2.2. Sanitarios 65
 - 8.2.3. Electrodomésticos consumidores de agua 66
- 9. Monitorización y control 68
 - 9.1. Sistema informático integral de Sotavento 69
 - 9.1.1. Captura y almacenamiento de datos 69
 - 9.1.2. Sistema de control integral: Domótica 70
 - 9.1.3. Análisis e informes 70
 - 9.1.4. Visualización, divulgación y formación 71
- 10. Espacio divulgativo 72
- 11. Código técnico de la edificación 78
- 12. Certificación energética 79
- Biografía 80





1. Introducción y justificación
2. Financiación
3. Barreras y dificultades
4. Proyecto
5. La vivienda en detalle
 6. Funcionamiento bioclimático e instalaciones térmicas
 7. Instalaciones de generación eléctrica y consumos
 8. Gestión de agua
 9. Monitorización y control
10. Espacio divulgativo
11. Código técnico de la edificación
 12. Certificación energética

El presente documento tratará de describir y justificar el proyecto de Vivienda Bioclimática Demostrativa de la Fundación Sotavento Galicia. En él trataremos de describir sus orígenes, objetivos, peculiaridades, características y desarrollo.

En el año 2004, el Parque Eólico Experimental Sotavento cumplía su segundo año como centro de divulgación de las energías renovables y ahorro energético. Por aquel entonces, cerca de 40.000 personas ya habían visitado sus instalaciones y participado en las actividades que el Plan Educativo-Divulgativo Sotavento ofertaba a todas las personas interesadas en el mundo energético. Por otro lado, al finalizar su visita, los visitantes sugerían en sus valoraciones presentar ejemplos más cotidianos.

De todos era y es conocido el enorme gasto energético que supone el aporte de luz y calor a un edificio. Desde esta óptica, Sotavento decide dar un paso más en el equipamiento ofertado implementando una instalación que, desde un punto de vista doméstico y por tanto cercano al visitante, ejemplificase la posibilidad real que nos ofrece una correcta construcción de los edificios, de cara a conseguir un modelo de desarrollo sostenible. Este fue el germen del proyecto, la idea inicial que hoy se convierte en realidad de la mano del arquitecto Emilio Mitre.

Posteriormente, se han ido introduciendo criterios de bioconstrucción, domótica y uso de instalaciones energéticas renovables por lo que, actualmente, nos encontramos ante lo que podríamos denominar un Centro de Interpretación de la Arquitectura Bioclimática y Sostenible en el sector de la edificación residencial.

Los datos relativos a las necesidades energéticas de los edificios hablan por sí solos. En cada uno de ellos, para atender distintas necesidades, se consume el 20% del consumo energético final en España, un porcentaje que tiende a incrementarse día tras día. En Europa, se estima que el sector de la construcción genera entre un 35% y un 40% del gasto energético total y otros estudios apuntan que los edificios consumen el 60% de los materiales extraídos de la Tierra y su utilización, junto a la actividad constructiva, genera la mitad del total de residuos y contaminación.

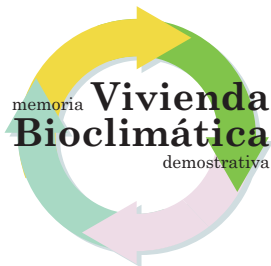
Consciente de ello, la Fundación Sotavento Galicia concibe este proyecto con el fin de poner a disposición de todas las personas interesadas una ejemplificación real de las posibilidades que este tipo de construcciones nos ofrecen a la hora de ahorrar energía y de mejorar nuestra calidad de vida.

Como complemento energético a veces necesario y con la visión puesta en la sostenibilidad, se han implementado un amplio número de instalaciones renovables y eficientes que pretenden ejemplificar, de forma comparativa, las características, rendimientos, ventajas e inconvenientes de cada sistema, todo ello desde un punto de vista divulgativo y científico. La utilización de sistemas eficientes y una correcta gestión del agua ayudarán a cumplir este objetivo.

Por último, una nutrida red de sensores unida a un complejo sistema informático, completan el proyecto permitiendo una exhaustiva captura de datos en tiempo real, su almacenamiento, análisis y su visualización desde un punto de vista técnico-divulgativo-formativo.

Todo ello dentro del marco del reciente Código Técnico de la Edificación (CTE) y de la Certificación Energética de los Edificios, que dota a este proyecto de una oportunidad para explicar y aclarar conceptos relacionados con ambas normativas, tanto desde el punto de vista constructivo, como desde punto de vista de eficiencia energética. En el proyecto, por tanto, se aplica íntegramente este Código Técnico de modo que alcance los valores de excelencia en la Cualificación Energética.





1. Introducción y justificación
- 2. Financiación**
3. Barreras y dificultades
4. Proyecto
5. La vivienda en detalle
6. Funcionamiento bioclimático e instalaciones térmicas
7. Instalaciones de generación eléctrica y consumos
8. Gestión de agua
9. Monotorización y control
10. Espacio divulgativo
11. Código técnico de la edificación
12. Certificación energética

En la financiación han contribuido, por orden de cuantía económica aportada al proyecto:

Sotavento Galicia, S.A. como patrón único de la Fundación

Xunta de Galicia a través de la Consellería de Economía e Industria

Ministerio de Ciencia e Innovación a través del proyecto ENVITE

Proyecto ENVITE

El Proyecto Envite es un “Proyecto Cooperativo Científico-Tecnológico Singular y de carácter Estratégico, destinado a la demostración de la viabilidad técnica y económica del uso eficiente de la energía en la edificación”. Este proyecto se acomete por medio de una cooperación de ciencia-tecnología-empresa, que se formaliza en un consorcio público–privado de investigación, desarrollo e innovación tecnológica en el que participan cinco miembros, entre ellos instituciones y empresas de diferentes regiones (CIEMAT, Grupo LINCE ASPRONA, Fundación SOTAVENTO GALICIA, ALIA ARQUITECTURA y COLLOSA), siendo el Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) el coordinador de dicho proyecto.

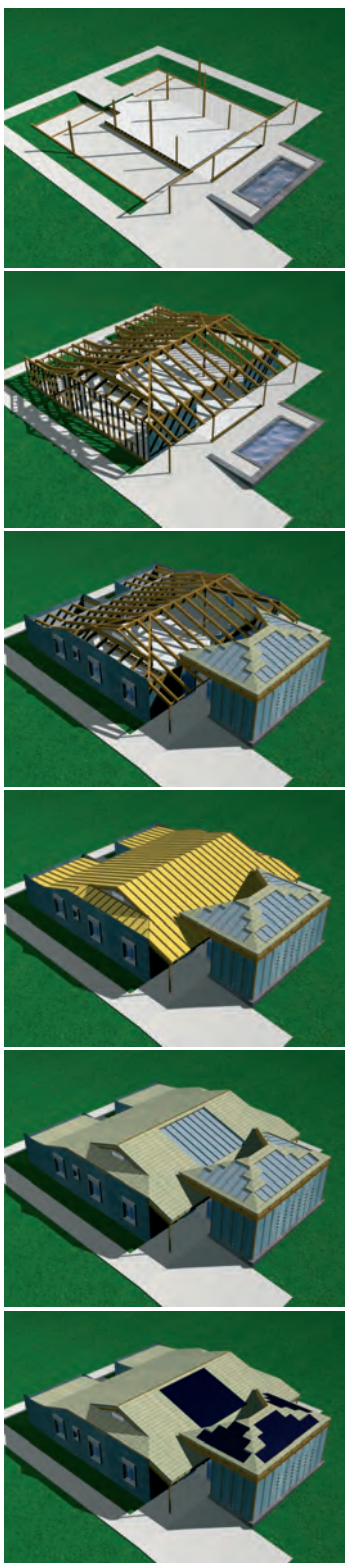
ENVITE incluye la ejecución de dos edificios (contenedores-demostradores de investigación), uno del sector residencial y otro del sector terciario, así como actividades de acompañamiento que les permitan actuar de manera eficaz como demostradores de eficiencia energética en la edificación.

► Sector terciario:

Edificio de oficinas del Grupo Lince Asprona, en Valladolid. El edificio del Centro Especial de Empleo (GRUPO LINCE) servirá como sede principal del grupo, con oficinas y auditorio, aulas, talleres ocupacionales, cocina central y cafetería restaurante.

► Sector residencial:

Vivienda Bioclimática Demostrativa de Sotavento. Vivienda cuya funcionalidad no es ocuparse como tal, sino servir de espacio de demostración, análisis y difusión de las posibilidades existentes en la edificación residencial.



3.1. Barreras asociadas a la construcción bioclimática

Desde el punto de vista económico, las construcciones bioclimáticas son, en general, más caras que las convencionales al utilizar materiales de mayor calidad y menor demanda. Como contrapartida, consiguen un ahorro energético y ambiental importante que, unido a los años de vida de una vivienda, dan como resultado una mayor rentabilidad.

A pesar de esto, actualmente son muy escasas las construcciones de este tipo, posiblemente debido a diversos motivos:

- ▶ Se busca un menor coste inicial en la vivienda, olvidándonos de los consumos futuros.
- ▶ La energía es “barata”, no supone una carga económica principal.
- ▶ El ahorro energético suele asociarse con la privación, la incomodidad e incluso con la pérdida de estatus social.
- ▶ Los gobiernos y los propios profesionales de la construcción no se han preocupado hasta el momento de una difusión adecuada de este tipo de instalaciones.



1. Introducción y justificación
2. Financiación
- 3. Barreras y dificultades**
4. Proyecto
5. La vivienda en detalle
6. Funcionamiento bioclimático e instalaciones térmicas
7. Instalaciones de generación eléctrica y consumos
8. Gestión de agua
9. Monotorización y control
10. Espacio divulgativo
11. Código técnico de la edificación
12. Certificación energética



3.2. Dificultades asociadas a este proyecto

La construcción de una vivienda demostrativa ha de cumplir una serie de requisitos que suponen ciertas dificultades:

- ▶ Significa crear un prototipo totalmente original y único de vivienda con un carácter multidisciplinar en el que se traten contenidos desde un punto de vista técnico, de investigación, ambiental y divulgativo.
- ▶ Hay que dimensionarla para visita de grupos (15 personas aproximadamente) y teniendo en cuenta que no estará habitada.
- ▶ Debe tener un diseño exterior atractivo e innovador, y con contenido conceptual desde el punto de vista bioclimático y didáctico.
- ▶ Diseño interior como espacio escénico para facilitar la visita e interacciones, procurando a la vez que sea un espacio acogedor y similar a una vivienda “real”.
- ▶ Los elementos bioconstructivos deben adecuarse para poder tocarlos y ver su estratificación, de manera que es necesario crear “transparencias”.
- ▶ Las instalaciones energéticas estarán perfectamente distribuidas, monitorizadas y señalizadas para poder ver su funcionamiento, rendimientos y características.
- ▶ Para una comunicación más eficaz, y buscando una secuencia lógica, la vivienda ha de organizarse de tal modo que su visita guiada signifique un descubrimiento conceptual.
- ▶ Los espacios deberán ser concebidos de forma que puedan ser adaptados a otras funciones. Pretendemos disponer de espacios multifunción que permitan su uso como auditorio, sala de exposiciones, comedor, etc.



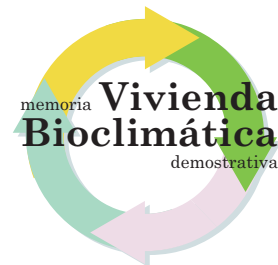
4.1. ¿Por qué en el Parque Eólico Experimental Sotavento?

El Parque Eólico Experimental Sotavento, situado entre los ayuntamientos de Xermade (Lugo) y Monfero (A Coruña), se ha convertido en los últimos años en un referente en la investigación y divulgación de las energías renovables, del ahorro energético y de su interrelación con el medio ambiente. Este hecho viene avalado por los más de 20.000 visitantes anuales que recibe, así como por la puesta en marcha de pioneros proyectos de investigación relacionados con las energías renovables: acumulación de Hidrógeno con energía eólica, comparativa de diferentes tecnologías de aprovechamiento y seguimiento solar, etc.

Inaugurado por el Príncipe de Asturias en junio del año 2001, Sotavento inicia sus actividades divulgativas en el año 2002 con la creación de un Plan Educativo Divulgativo específico que ha ido retroalimentándose con las valoraciones de las más de 180.000 personas que, por el momento, han visitado sus instalaciones. Abiertas durante todo el año, sus infraestructuras cuentan con más de 1.000 m² interiores y 40 ha exteriores. En ellas se realiza un recorrido energético que comienza con el concepto de energía, manifestaciones y fuentes, sistemas de transformación renovables y no renovables, problemas ambientales derivados del uso de energía y una sala de eficiencia y ahorro energético. Todo ello enfocado desde distintos puntos de vista, dependiendo del interlocutor y apoyándose, en lo posible, en actividades empíricas, lúdicas e interactivas. Sotavento es además, un centro de transformación energética que posee gran variedad de instalaciones reales en el mismo emplazamiento: 9 modelos distintos de aerogeneradores, 3 tecnologías diferentes de placas solares fotovoltaicas, 2 tecnologías de placas solares térmicas, cultivos energéticos y sistema de generación de H₂, entre otras.

Esta variedad tecnológica posibilita su función como campo de pruebas de primera línea desarrollando pioneros proyectos de investigación y demostración. Entre ellos se encuentran Aerogidas, un sistema de mantenimiento predictivo inteligente; Efviento, optimización de la gestión integral de un parque eólico; Sistema de producción de Hidrógeno con eólica; Anemos, comprobación de distintos modelos de predicción de viento, etc.

Con una media valorativa superior al notable, unas instalaciones de primer nivel, una gran experiencia divulgativa con todos los colectivos y un gran conocimiento en la puesta en marcha de proyectos de I+D+i, el Parque Eólico Experimental Sotavento es el lugar ideal para implementar este proyecto que aúna divulgación, ciencia e investigación.



1. Introducción y justificación
2. Financiación
3. Barreras y dificultades
4. Proyecto
5. La vivienda en detalle
6. Funcionamiento bioclimático e instalaciones térmicas
7. Instalaciones de generación eléctrica y consumos
8. Gestión de agua
9. Monitorización y control
10. Espacio divulgativo
11. Código técnico de la edificación
12. Certificación energética



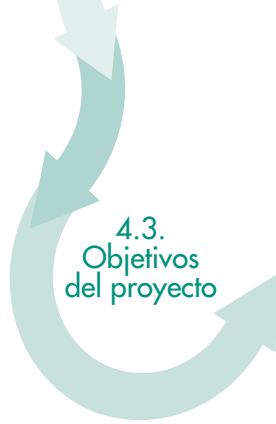
4.2. ¿Por qué una vivienda?

Tal y como hemos expuesto con anterioridad, este proyecto trata de ejemplificar la posibilidad real que nos ofrece una correcta construcción de los edificios, de cara a conseguir un modelo de desarrollo sostenible. Además, también pretende dotar a la edificación de sistemas renovables y eficientes que permiten servir como modelo de las múltiples opciones que ofrece el mercado. Desde este punto de vista, abordar esta temática desde una óptica doméstica y por tanto cercana al visitante, nos parece fundamental para conseguir los objetivos previstos. Todos nos hemos encontrado ante múltiples opciones a la hora de adquirir electrodomésticos, lámparas y en algún momento de nuestra vida, entre distintos sistemas de calefacción, aire acondicionado o incluso ante diversas alternativas a la hora de alquilar, comprar o construir una vivienda.

Una casa es algo muy cercano al ser humano y que influye decisivamente en la calidad de vida.

Entre el 80% y el 90% de nuestro tiempo transcurre en locales cerrados, en edificios más o menos eficientes, con ambientes distintos y confortables en mayor o menor grado. El proyecto que presentamos, incidirá por tanto, no sólo en uno de los principales focos de consumo energético, sino también en los lugares donde pasamos gran parte de nuestra vida.





Como objetivos generales del proyecto recogemos los siguientes:

- ▶ **Reflexionar** sobre el importante papel energético y medioambiental de los edificios como consumidores de energía y de cara a conseguir un desarrollo sostenible.
- ▶ **Demostrar** que la edificación de alta eficiencia puede tener un coste asumible y aumenta la calidad de vida, al mismo tiempo que es más respetuosa con el medio.
- ▶ **Divulgar**, mediante ejemplificaciones e instalaciones reales, conceptos relacionados con la bioconstrucción, bioclimatismo, energías renovables, gestión de agua, ahorro energético, domótica, etc.
- ▶ **Formar** a especialistas del sector en aspectos relacionados con la construcción bioclimática, instalaciones de renovables, etc. Servir de herramienta para experimentar, comprobar, demostrar y divulgar aspectos relacionados con la idea del proyecto.
- ▶ **Investigar** en todas las fases del proceso de desarrollo de la vivienda, desde las fases de proyecto y construcción, soluciones constructivas, comportamiento bioclimático, instalaciones renovables, sistemas de ahorro y eficiencia, etc., adquiriendo datos y experiencias que sirvan de herramienta al sector de la construcción, especialistas y público en general.

Incluyendo todos estos objetivos en un objetivo general único podríamos decir que la Vivienda Bioclimática Demostrativa de Sotavento tiene como finalidad última la de mostrar el importante papel de los edificios como grandes consumidores de energía y ejemplificar los fundamentos de la bioconstrucción, el bioclimatismo y las soluciones energéticas renovables complementarias como posibilidad real, sencilla, económica y respetuosa con el medio para mitigar este consumo desmesurado al tiempo que mejora nuestra calidad de vida.



4.4. Aspectos a tratar en el proyecto

Con el fin de conseguir los objetivos antes expuestos, la vivienda parte de una tipología autóctona en lo que a su forma y materiales se refiere. La distribución del espacio interior es similar al de una vivienda convencional: salón-comedor, cocina, dormitorio, trastero y baño. Además se añaden espacios de instalaciones y de control para el funcionamiento como centro demostrativo.

El recorrido por la casa está pensado para que el/la visitante pueda apreciar, de forma sencilla, empírica y secuenciada, los distintos fenómenos que tienen lugar en ella. Así podrán valorar, comprobar y descubrir los siguientes aspectos:

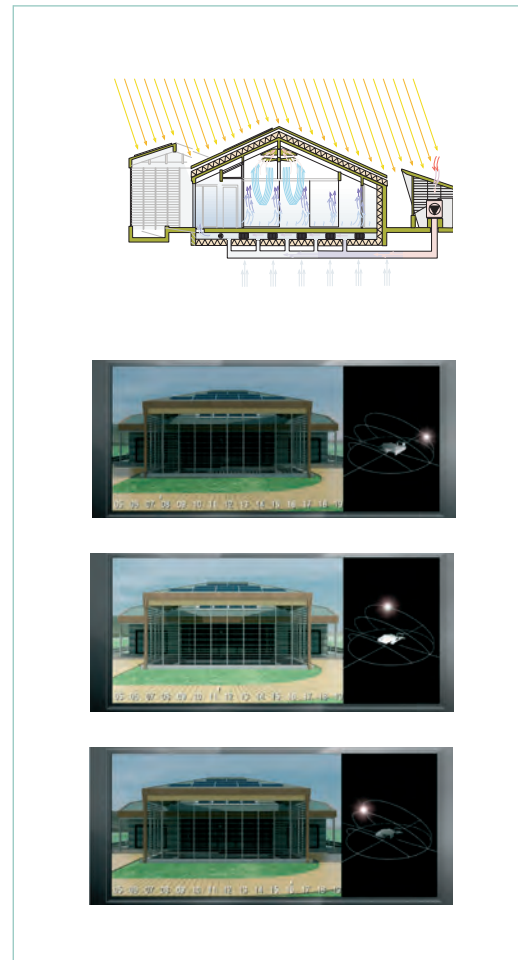
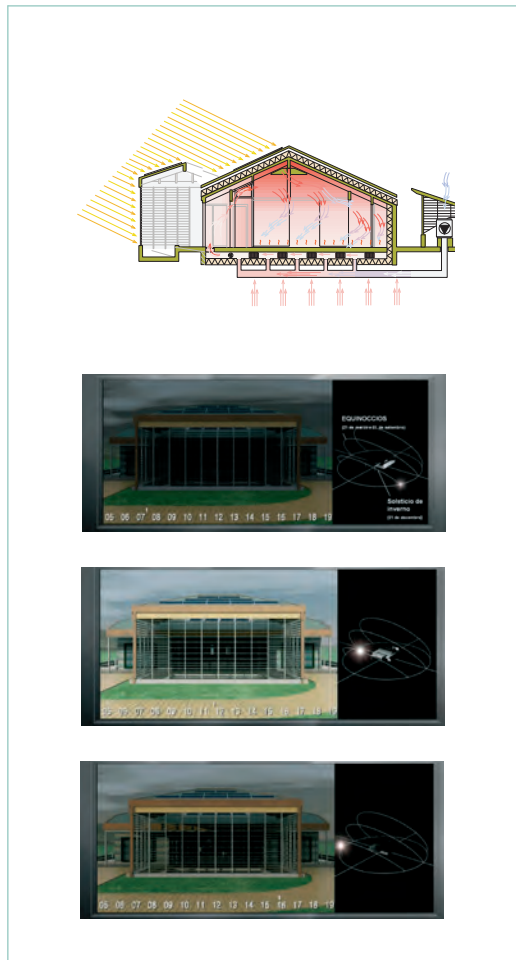
- ▶ Importancia del **asentamiento en el terreno y forma del edificio** para controlar las entradas y salidas de calor (sol, cielo, aire y suelo). La forma de la vivienda y su volumen se adaptan a las condiciones climáticas y ambientales de Galicia.
- ▶ Importancia de la **orientación** para un buen funcionamiento bioclimático, ya que es una de las premisas básicas a la hora de analizar la construcción, y por ello su eje principal está orientado en sentido Sur-Norte, consiguiendo así una situación óptima al organizar los espacios.
- ▶ La **iluminación** se lleva a cabo mediante ventanas en las **fachadas Este y Oeste**, mientras que la zona Sur posee una galería con un estanque y dos muros especiales que regulan el flujo de calor al interior de la vivienda. Gracias a esta galería se ilumina la zona central, que también tiene la función de acumular aire cálido en invierno para su posterior recirculación hacia las diferentes estancias. La fachada norte va abrigada con un parapeto de tierra que servirá de protección del frío aire de invierno.



- Optimización y gestión de la luz solar en verano y en invierno.

En **invierno**, los rayos solares (más horizontales) calientan el aire de la galería orientada al sur, disipando ese calor por toda la casa mediante un ciclo continuo.

En **verano**, los rayos solares (más verticales) no penetran en el interior de la vivienda gracias a las lamas horizontales situadas en la galería Sur y a la propia geometría del edificio.





Modos de transmisión de calor de acuerdo con nuestros intereses y habitáculos dentro de la vivienda para obtener el mejor confort. Por ejemplo, las estancias que más se utilizarían en una casa (dormitorio, cocina y sala de estar), están situadas en la zona Sur, que es donde se incluyen los diferentes sistemas que aportan mayor confort térmico (galería, fachadas de mayor transmisión de calor, etc.).

Cualidades térmicas de los materiales opacos que se utilizan: Materiales aislantes, conductores, acumulación de calor y estabilidad térmica. Asimismo, los materiales de construcción, en la medida de lo posible, serán naturales y de producción cercana.

Condiciones de confort térmico: Temperatura y humedad relativa. La calefacción podrá suministrarse con caldera de biomasa, instalación solar térmica o bomba de calor geotérmica. La refrigeración utilizará el aire fresco procedente de la instalación soterrada en el suelo mediante su recirculación y posterior evacuación a través de la chimenea. Obviamente no todos estos sistemas son necesarios, pero se encontrarán presentes en la vivienda a efectos de comprobación y demostración.

Eficiencia en los usos energéticos de la vivienda (tipo de electrodomésticos, sistemas de iluminación, gestión del agua, etc.).

Funcionamiento energético integrado de la propia vivienda, es decir, la gestión de los aportes de las diferentes fuentes de energías renovables necesarias unido a la doméstica. Por razones demostrativas, el edificio cuenta con más instalaciones de las que serían necesarias para su acondicionamiento, cada una de las cuales podrá funcionar aisladamente, de modo que sea posible conocer su consumo y aporte real a la vivienda:

Instalación de paneles solares térmicos para producción de agua caliente de uso sanitario y de calefacción.

Caldera de biomasa con alimentación automática de pellets para agua caliente sanitaria y calefacción.

Bomba de calor geotérmica para calefacción, con captador geotérmico horizontal en las inmediaciones del edificio.

Instalación de paneles solares fotovoltaicos integrados con distintas orientaciones.

Pequeño aerogenerador de 1.500 Wp.

Resultados energéticos esperados y medidos.

Posibilidad de extrapolación de resultados a otro tipo de construcciones bioclimáticas (casas, pisos, etc.). Tanto el edificio bioclimático como los sistemas energéticos de apoyo tendrán un sistema de monitorización permanente, como parte de su instalación doméstica y de control, para conocer su funcionamiento y sus aportaciones, de modo que puedan ser extrapolables a otros edificios similares de mayor o menor tamaño.

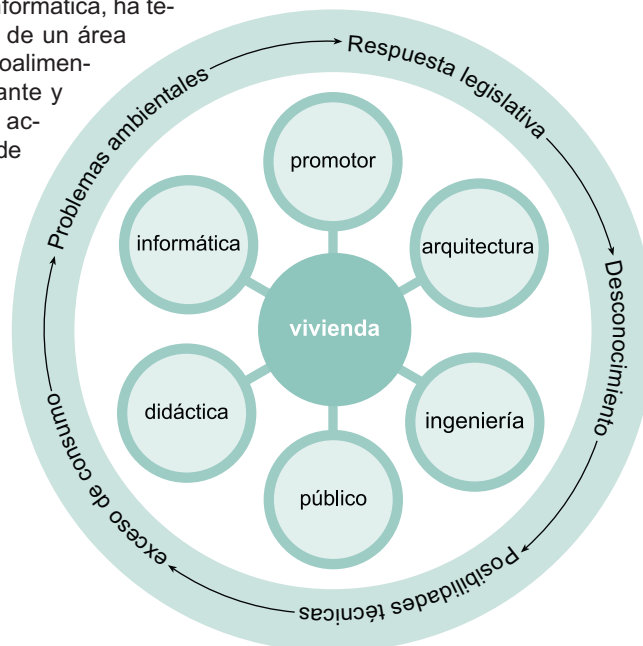
En el proyecto se aplicará íntegramente el Código Técnico de la Edificación, de modo que alcance los valores de excelencia en la Calificación Energética.

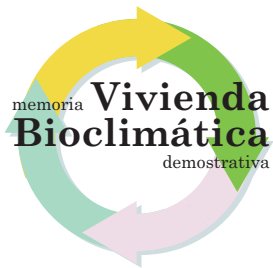
La vivienda dispondrá de instrumentos de divulgación consistentes en los propios componentes constructivos, que podrán verse y tocarse en la edificación, así como de otros medios como paneles explicativos, pantallas interactivas, aparatos demostrativos de procesos físicos y energéticos, que se presentarán de forma secuencial en las visitas guiadas.

Posibilidad de simulación de escenarios que varíen el comportamiento de la casa en distintas condiciones de temperatura, radiación solar, etc. Se podrán variar las condiciones del tiempo exterior para comprobar la respuesta del edificio ante esos cambios.

4.5. Grupo de trabajo

Para conseguir los objetivos propuestos y dadas las peculiaridades de este singular proyecto, se ha formado un grupo de trabajo interdisciplinar que ha planificado conjuntamente la ejecución de esta obra, teniendo en cuenta las peculiaridades, premisas, finalidades y áreas implicadas, convirtiendo esta edificación en un proyecto de especial relevancia y excepcionalidad. De este modo, además de la perfecta coordinación entre promotor, estudio de arquitectura, ingeniería e informática, ha tenido especial relevancia y originalidad la presencia de un área divulgativa educativa que, teniendo en cuenta la retroalimentación obtenida con el público potencial antes, durante y después de la ejecución de las obras, ha participado activamente en el nacimiento y proceso de elaboración de este proyecto.





1. Introducción y justificación
2. Financiación
3. Barreras y dificultades
4. Proyecto
- 5. La vivienda en detalle**
6. Funcionamiento bioclimático e instalaciones térmicas
7. Instalaciones de generación eléctrica y consumos
8. Gestión de agua
9. Monotorización y control
10. Espacio divulgativo
11. Código técnico de la edificación
12. Certificación energética

5.1. Situación y orientación

Para elegir y planificar un edificio bioclimático, es fundamental la elección del terreno y la adaptación del edificio al mismo. Para ello es necesario tener en cuenta múltiples aspectos como viento, sol, topografía, vistas, vegetación, agua, clima, puntos de abastecimiento, geología del terreno, construcciones adyacentes, integración y asentamiento, entre otros, que son fundamentales para conseguir un edificio aliado con el entorno.

Desde ese punto de vista del emplazamiento el proyecto de Sotavento tiene las siguientes características:

- ▶ No limita el campo visual ni rompe la armonía del paisaje:
Esto se consigue gracias a la elección correcta de la ubicación de la vivienda unida a sus dimensiones: altura de cornisa de 3,41 m, una planta y pendiente de 22°.
Así mismo, las características estéticas y constructivas y los materiales, colores y acabados, son acordes y congruentes con el paisaje rural y las construcciones adyacentes.
- ▶ Mínimo movimiento de tierras:
Terreno original prácticamente horizontal, por lo que fueron necesarios pocos trabajos de acondicionamiento.
Las tierras de excavación, procedentes de la cimentación, fueron reutilizadas para la creación del montículo de protección contra vientos fríos en la zona norte.
- ▶ Proximidad al edificio divulgativo de Sotavento: Conexiones ya existentes de agua, electricidad, telecomunicación, saneamiento, etc.
- ▶ Orientación: El edificio se ha orientado procurando aprovechar el sol de invierno de la orientación Sur. Para ello se tiene en cuenta el sur geográfico y no el magnético.
De este modo se sitúa el eje principal orientado en sentido Sur-Norte, lo que supone que:
La fachada Sur recibe tres veces más radiación solar en verano que en invierno.
Las fachadas Este y Oeste reciben 2,5 veces más radiación solar en verano que en Invierno.
La fachada Norte recibe muy poca radiación y casi toda durante el verano.

En el hemisferio Norte las habitaciones de mayor uso deben estar dirigidas al sur. En nuestro caso, dormitorio principal, cocina y sala de estar llevan esta orientación. Del mismo modo, las galerías y cerramientos de mayor transmitancia térmica, al igual que los muros Trombe, deben situarse hacia este mismo punto.

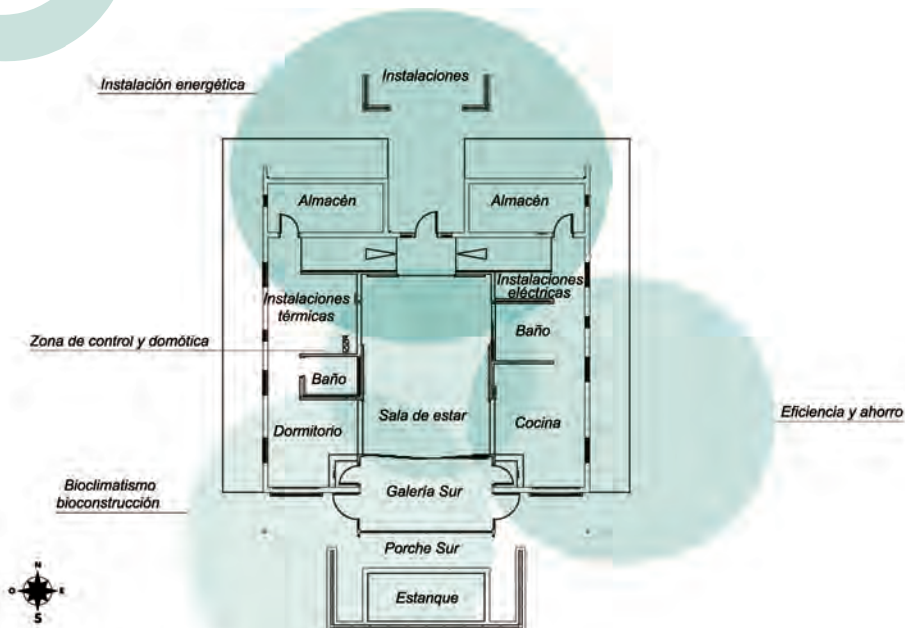
Al contrario, en la zona norte de la vivienda se minimiza la presencia de ventanas, encontrándose protegida por un montículo de tierra procedente del movimiento realizado para la cimentación.

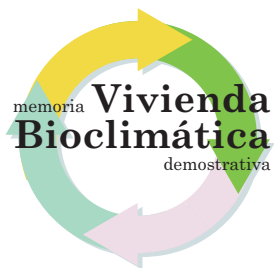
Las ventanas principales, destinadas fundamentalmente a la iluminación, están situadas en las fachadas este y oeste.

La orientación de la vivienda y la consecuente diferencia en la radiación solar que recibe cada una de las fachadas, será fundamental a la hora de elegir los materiales aislantes de cada una de ellas.

5.2. Distribución y estancias

A continuación se muestra la distribución de la vivienda y la descripción de las estancias que, junto a zonas depaso, suman 240 m²:

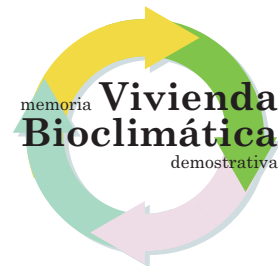




ESTANCIA	SUPERFICIE (m ²)	DESCRIPCIÓN
ESTANQUE	37,41	Funciones bioclimáticas.
PORCHE SUR	18,40	Porche de acceso a la vivienda.
GALERÍA SUR	20,44	Galería acristalada de entrada y acceso a la zona central. Zona de presentación-introducción a la visita.
DORMITORIO	16,34	Estancia dedicada a exponer temas de construcción bioclimática.
BAÑO	4,16	Baño para uso convencional.
INSTALACIONES TÉRMICAS	9,13	Contiene gran parte de las instalaciones dedicadas al calentamiento de la casa: bomba de calor geotérmica, caldera de biomasa, 2 acumuladores, etc.
ALMACENES	22,80	Destinados a almacén de material. El de la izquierda contiene el silo de almacenamiento de pellets de la caldera de biomasa.
INSTALACIONES (refrigeración)	9,28	Contiene el refrigerador evaporativo que climatizará la vivienda en verano al introducir en ésta aire frío y húmedo, además del depósito de aguas pluviales.
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	3,37	Contiene todos los componentes eléctricos relacionados con el aerogenerador y los paneles solares fotovoltaicos: inversores, cuadros de protección, etc.
BAÑO	6,81	Baño con fines demostrativos: sistemas eficientes del uso del agua, gestión de aguas grises, etc.
COCINA	22,37	Se tratarán temas de eficiencia energética con instalaciones reales: electrodomésticos, iluminación, aparatos electrónicos, etc.
SALA DE ESTAR	40,80	Plataforma central que contiene la zona de control y que sirve como zona de resumen, puestas en común y análisis de todo lo visto en la vivienda, pero también se puede utilizar como auditorio para presentaciones, aula educativa, comedor, etc.



5.3. Elección de materiales



En cuanto a lo relacionado con la bioconstrucción, se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Se minimiza el uso de hormigón dado que proviene del cemento y su fabricación es una gran fuente de emisiones de CO₂. De hecho, la mitad de las emisiones de CO₂ derivadas de la construcción de una vivienda son causadas por la fabricación y ejecución de la estructura de hormigón.
- Utilización de materia prima autóctona y lo menos elaborada posible:

Madera, pizarra y granito de procedencia cercana, con lo que se minimizan las emisiones derivadas de su transporte. Una tonelada de madera representa 1,4 toneladas de CO₂ absorbido por los árboles. La utilización de madera no solamente consume el dióxido de carbono, sino que por su baja inercia térmica mantiene la temperatura ambiente de las viviendas, realizando importantes ahorros de energía. Por otro lado, su uso minimiza el consumo de agua que requieren las construcciones y ayuda a regenerar los bosques. En esta vivienda, se ha utilizado pino rojo laminado (*Pinus sylvestris*), presente en Asia, norte y centro de Europa, norte de Italia y Macedonia y noroeste de Portugal. En la Península, las masas naturales de pino silvestre se encuentran en el Sistema Central, Pirineos y la comarca de Soria-Burgos, excelentes fuentes de suministro para la industria. También ha sido ampliamente utilizado en repoblaciones. Según la “Guía de la buena madera” de Greenpeace, este material está en la categoría de “Maderas aceptables”, en la que se recogen las maderas que provienen de especies con menor riesgo de proceder de zonas afectadas por malas prácticas forestales, talas ilegales o destrucción de bosques primarios, aunque se señalan los riesgos de determinadas procedencias.

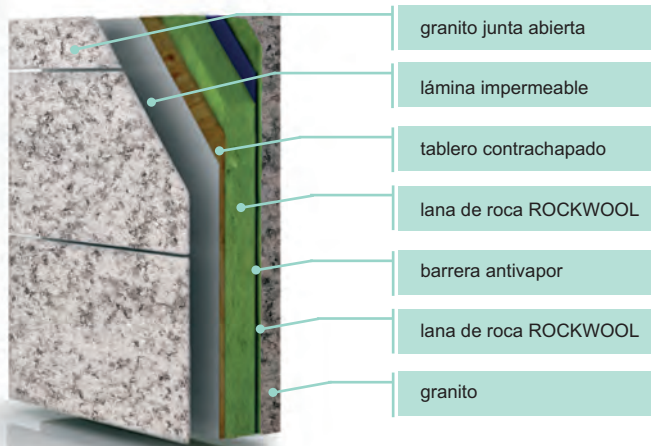
Cobre: Es un material 100% reciclable y se utiliza en la vivienda para la canalización de aguas pluviales. Además, el 34% del cobre utilizado proviene de su reciclaje.

Lana de roca Rockwool: Fabricada a partir de rocas volcánicas, más del 80% de los residuos de lana de roca se reciclan. Se sigue un proceso similar al que se produce naturalmente en un volcán y que consiste en fundir roca. Este aislamiento ahorra 100 veces la energía invertida en su fabricación, transporte y eliminación gracias a sus capacidades aislantes. La mayor parte de la energía que se derrocha en un edificio o vivienda es por culpa de un aislamiento inadecuado.

Tablero contrachapado OSB: Son tableros constituidos por virutas de madera orientadas en 3 capas entrecruzadas y encoladas. Durante el proceso de producción de las placas, es posible el mejor aprovechamiento de los troncos de madera —el OSB utiliza 96% contra 56% del aglomerado— lo que permite optimizar el coste del producto, haciéndolo ecológicamente más eficaz. Otro aspecto relevante es la no utilización de árboles adultos. Su materia prima es constituida únicamente por madera de pequeñas dimensiones, proveniente de forestas administradas de forma sustentable. Además, su proceso incorpora muy pocas resinas (menos del 5%) comparado con otras maderas industriales (hasta un 85%).

Placas de yeso: Formadas por dos hojas de cartón (celulosa) y una parte central de yeso.

Plásticos no clorados: Los plásticos derivados de la química del cloro, con el PVC a la cabeza, son perjudiciales para la salud de las personas y para el medio ambiente, y en caso de incendio liberan ácido clorhídrico y otros gases tóxicos. En la vivienda, se ha utilizado polietileno en acometidas, saneamiento, fontanería, arquetas, etc.



5.3.1. Fachadas Este y Oeste

Para las fachadas Este y Oeste, la solución constructiva adoptada ha sido la siguiente:

- ▶ **PIEDRA:** Granito sujetado con anclajes inoxidables no visibles.
- ▶ **LANA DE ROCA ROCKWOOL:** Panel semi-rígido de lana de roca no revestido. Posibilita el aislamiento térmico y acústico en los cerramientos verticales.
- ▶ **BARRERAANTIVAPOR:** Se trata de una lámina transpirable compuesta por millones de filamentos microscópicos de polietileno de alta densidad termoligados. Su función es de control del vapor, además de servir de barrera total a las infiltraciones y pérdidas de aire desde el espacio habitable del edificio.
- ▶ **TABLERO CONTRACHAPADO OSB:** Tableros constituidos por virutas de madera orientadas en 3 capas entrecruzadas. La madera utilizada en la producción del tablero OSB, en su mayoría es de coníferas (pino y abeto) y en menor medida, madera de frondosas. Posee una elevada resistencia mecánica y un bajo índice de retención de humedad, lo que lo hace ideal para fines estructurales.

- ▶ **LÁMINA IMPERMEABLE:** Lámina impermeable y transpirable, dispuesta por encima del tablero y de los rastreles y grapada a éstos. Esta lámina constituye la verdadera impermeabilización de la fachada, ya que el cierre de piedra es a junta abierta con una separación de 5 mm.
- ▶ **CÁMARA DE AIRE:** Libremente ventilada inferior y superiormente.
- ▶ **PIEDRA:** Granito sujetado, con anclaje inoxidable visto, a los montantes de madera que forman la estructura de la fachada, con junta abierta de 5 mm para la ventilación de la cámara de aire.

Las **ventanas** se localizan fundamentalmente en las fachadas Este y Oeste, evitando su colocación en la orientación Norte. La fachada Este recibe la mayor radiación durante la mañana, mientras que la Oeste la recibe por la tarde. La penetración solar en verano puede resultar excesiva, por lo que las ventanas incluyen persianas y venecianas motorizadas que se gestionarán automáticamente según las variables del exterior e interior de la vivienda.

Están formadas por dos lunas de vidrio separadas entre sí por un perfil de aluminio. Este perfil está relleno de un tamiz molecular deshidratante que absorbe la humedad residual, evitando la aparición de condensaciones en el interior de la cámara de aire. Además, al perfil se le añade un cordón de butilo en cada lado, que será pegado a los vidrios formando así la cámara de aire. Una vez ensamblado el conjunto, se aplica un segundo sellante (poliuretano o silicona) entre la parte posterior del perfil separador y el borde exterior de los vidrios, obteniendo así la total hermeticidad de la cámara y el acristalamiento. Esto reduce la pérdida de energía a través del vidrio en un 50%, pudiendo rellenarse la cámara de aire con un gas noble para mejorar aún más su rendimiento térmico.

El vidrio, como material constructivo, también está afectado por la introducción del CTE y, más en concreto, por la exigencia básica HE 1 "Limitación de la demanda energética". Por ello, en la fabricación de este vidrio, material reciclable, se utiliza maquinaria de la más alta tecnología, que logra minimizar el impacto medioambiental.





La posibilidad de orientar las lamas o subir la veneciana integrada en la cámara, permite controlar la luminosidad incidente en todo momento. Esta colocación ahorra costes, pues sus componentes no precisarán ningún tipo de mantenimiento o limpieza, ya que están protegidos contra el deterioro y por la agresión humana. Este modelo tiene la peculiaridad de que, además de poder orientar las lamas, permite subir y bajar la persiana, dejando la posibilidad de poder ver a través del acristalamiento sin ningún obstáculo. Funciona por medio de un transformador eléctrico que lleva incorporado un interruptor para poder activar las distintas opciones de la persiana.

Tanto las persianas interiores como las exteriores estarán controladas por el SISTEMA INFORMÁTICO INTEGRAL DE GESTIÓN de la vivienda.

5.3.2. Fachada Norte

La estructura es similar a las fachadas Este y Oeste con dos diferencias: se ha utilizado **madera** en el acabado interior (tarima de madera de 4 cm de grueso) y en la zona de almacenes se han utilizado **placas de yeso**.

En la zona exterior de esta fachada y para proteger la vivienda de los vientos fríos, se ha habilitado un **parapeto vegetal**. La tierra de este montículo procede de las excavaciones realizadas para la cimentación. Posteriormente será sembrado con especies autóctonas.

5.3.3. Fachada Sur Zona central

La zona central de esta fachada está presidida por una galería con fines bioclimáticos, cuya función es la acumulación de aire cálido en invierno para su posterior recirculación hacia las diferentes estancias de la vivienda.

- ▶ **PARASOL:** Formado por lamas horizontales de laja de pizarra de 2 cm sujetas a estantería con anclaje inoxidable. Su función es permitir la entrada de rayos solares en invierno ("el Sol está más bajo", rayos más horizontales) y evitar su entrada en verano ("el Sol está más alto", rayos más verticales).
- ▶ **ESTANQUE:** Está construido con hormigón armado y lámina impermeabilizante de polietileno. Al estar situado a continuación del parasol, en invierno los rayos solares inciden sobre la masa de agua y, mediante reflexión, incidirán en la galería calentando el aire de su interior. Durante el verano, la función del estanque es ayudar a refrigerar el ambiente.
- ▶ **ACRISTALAMIENTO INTERIOR:** Acristalamiento de vidrio 3+3 con lámina interpuesta de butiral de polivinilo, un polímero muy utilizado en la industria del vidrio, con gran adherencia y durabilidad, que permite la transmisión de esfuerzos entre los vidrios, uniéndolos como uno solo e impidiendo el desprendimiento de fragmentos de vidrio si se produce una rotura, por lo que se emplea en lunas de vehículos y en vidrios que puedan presentar riesgo para las personas en la edificación.

Zonas laterales

Para evitar el soleamiento excesivo en verano, se han dispuesto porches que sombrearán las zonas laterales de la fachada desde el 21 de marzo hasta el 21 de septiembre.

- ▶ **MUROS TROMBE:** Bajo los porches se han implementado, a cada lado de la galería, muros Trombe, un sistema de acumulación con gran inercia térmica, que utiliza materiales de alta densidad, espesor de 25-40 cm, con cara exterior de colores oscuros y orientación Sur. En el caso de la vivienda que nos ocupa, se han dispuesto distintos materiales y colores con un fin comparativo y didáctico.

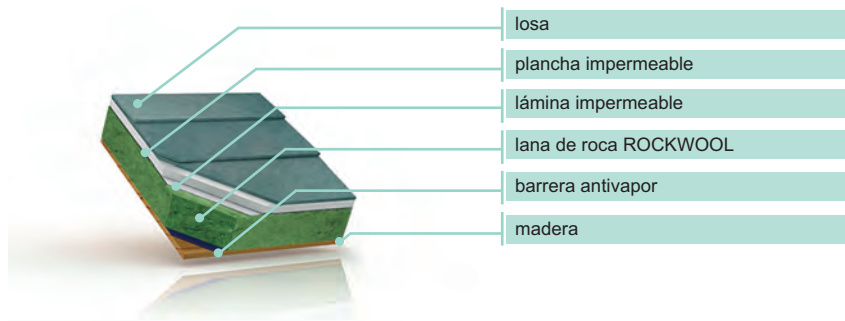
Se trata, como ya hemos dicho, de un muro grueso que capta la radiación solar directa, acumulando calor que liberará posteriormente por radiación durante un periodo que va de las 8 a las 12 horas. En la parte exterior, un vidrio genera el efecto invernadero, ayudando a mejorar la captación y a reducir las pérdidas al exterior. Unas rejillas regulables en la parte inferior y superior permiten el movimiento de aire hacia dentro o fuera de la vivienda, de forma que parte del calor captado pueda ser entregado inmediatamente según convenga.

Los muros Trombe van aislados térmicamente con una capa de lana de roca Rockwool de 8 cm y una placa de yeso. En este caso, se ha dejado una zona sin revestir interiormente para poder comparar las temperaturas alcanzadas por los distintos bloques empleados.

5.3.4. Cubierta

Como solución constructiva mayoritaria, la madera vuelve a estar presente en la cubierta. Se trata también, como en otras estancias, de Pino Rojo.

- ▶ **BARRERA ANTIVAPOR.**
- ▶ **LANA DE ROCA ROCKWOOL:** Panel semi-rígido de lana de roca no revestido. Aislamiento térmico y acústico.
- ▶ **ESTRUCTURA IMPERMEABILIZANTE:** Láminas y planchas impermeables y transpirables.



- ▶ **PIZARRA VERDE:** Extraída de la cantera de Lourixe (Pol). Los tonos verdes provienen de un mineral que poseen llamado clorita. Posee también abundantes incrustaciones de piritita y su elección responde a la coincidencia con la solución constructiva de los edificios anejos.

Todos los remates con los captadores solares y en perímetro, así como los canales y los bajantes, son de chapa de cobre.

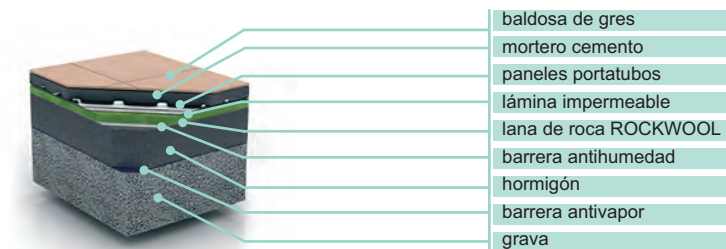
5.3.5. Suelo Plataforma central

- ▶ **HORMIGÓN ARMADO:** Cimentación de zapatas corridas de hormigón armado para ambientes con humedades relativas altas, superiores al 65%.
- ▶ **BARRERA ANTIVAPOR.**
- ▶ **CEMENTO GRANULADO:** Arcilla expandida que se emplea como material de relleno de bajo peso, debido a su relación entre peso y capacidad resistente. Es un aislante térmico.
- ▶ **RASTREL DE MADERA:** Pino rojo laminado.
- ▶ **PIEDRA:** Pizarra verde.



Laterales

- ▶ **HORMIGÓN ARMADO:** Cimentación de zapatas corridas de hormigón armado para ambientes con humedades relativas altas, superiores al 65%.
- ▶ **GRAVA:** Encachado de grava de 25 cm.
- ▶ **BARRERA ANTIVAPOR:** Lámina Tyvek de control del vapor y de barrera de infiltración de aire, no transpirante. En la cara caliente del aislamiento interno se reducirá el índice de calor perdido por convección a través de la estructura del edificio. Ofrece una barrera a las infiltraciones y pérdidas de aire desde el espacio habitable del edificio, especialmente desde las zonas muy húmedas.
- ▶ **HORMIGÓN:** Solera de hormigón armado de 15 cm.
- ▶ **LANA DE ROCA ROCKWOOL:** Aislante térmico y acústico.
- ▶ **BARRERA ANTIHUMEDAD:** Lámina continua de polietileno. Es una barrera antihumedad entre el suelo base y la superficie emisora de suelo radiante colocado encima, de modo que evita el ascenso por capilaridad de humedades.
- ▶ **PANEL PORTATUBOS:** Poseen aislamiento de poliestireno incorporado a la lámina portatubos. Su función es alojar los tubos del suelo radiante.
- ▶ **MORTERO DE CEMENTO:** El espesor recomendable es de 5 cm. Espesores mayores aumentan la inercia térmica del sistema, mientras que espesores menores reducen su capacidad de resistencia. Además, se añade un aditivo para mortero que consigue un perfecto contacto entre el mortero y las tuberías emisoras, evitando con ello inclusiones de aire que aumentarían la resistencia térmica del sistema y dificultarían la transmisión de calor.
- ▶ **BALDOSA DE GRES:** Se utiliza diferente tipo de baldosa en los pasillos norte: es de un material antideslizante.





1. Introducción y justificación
2. Financiación
3. Barreras y dificultades
4. Proyecto
5. La vivienda en detalle
- 6. Funcionamiento bioclimático e instalaciones térmicas**
7. Instalaciones de generación eléctrica y consumos
8. Gestión de agua
9. Monitorización y control
10. Espacio divulgativo
11. Código técnico de la edificación
12. Certificación energética

Son varios los procesos y comportamientos que, desde el punto de vista bioclimático, se llevan a cabo en esta vivienda.

Algunos sirven para calentar o refrigerar la vivienda y otros son reversibles, pudiendo utilizarse para ambos aspectos según convenga.

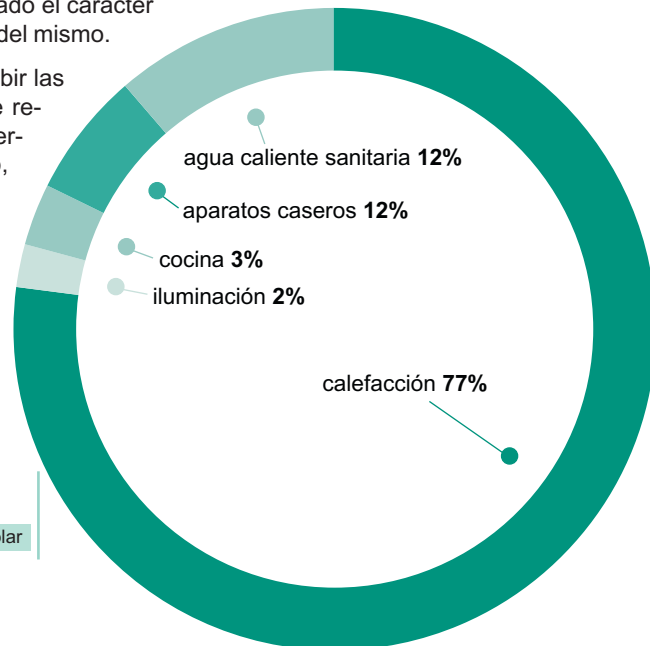
Los aportes energéticos necesarios para complementar este funcionamiento bioclimático y conseguir el confort deseado, se realizarán con distintos sistemas energéticos reales que, comparativamente, demostrarán sus posibilidades, características, ventajas e inconvenientes. Para su elección y dadas las características de este proyecto, se ha tenido en cuenta el carácter renovable y/o eficiente de cada instalación. La completa monitorización del sistema junto a la correcta interacción, coordinación, almacenamiento y visualización de datos en tiempo real de todas las instalaciones, ha constituido una de las complejidades del proyecto.

Para facilitar la descripción de todas las instalaciones y procesos existentes en la vivienda desde el punto de vista térmico, distinguiremos entre dos tipos de instalaciones íntimamente relacionadas:

- ▶ **Instalaciones pasivas:** Ligadas a la propia construcción bioclimática.
- ▶ **Instalaciones activas:** Muchas de ellas redundantes y sobredimensionadas para una vivienda real, pero que cobran

sentido en este proyecto dado el carácter demostrativo e investigador del mismo.

Por último, antes de describir las instalaciones y con el fin de reflexionar sobre su “peso” energético en un edificio, incluimos la siguiente gráfica que muestra que el 89% del coste energético en el hogar responde a la calefacción y ACS.

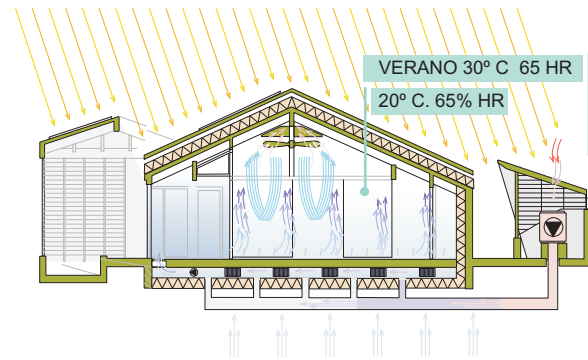
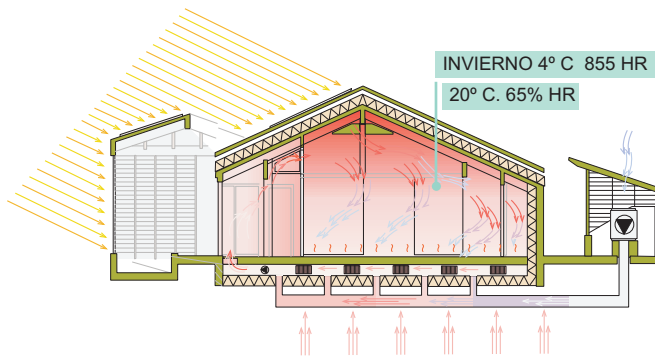


Coste de energía solar

6.1. Instalaciones pasivas

6.1.1. Parasoles y galería

En verano los rayos solares son más verticales y la disposición de los parasoles de la galería limitará el paso de gran cantidad de radiación solar. Además, parte del aire caliente de la galería saldrá por la apertura del tejado y el estanque dispuesto en esta zona ayudará a mantener un ambiente fresco y óptimo. Por otro lado, dentro de la vivienda, una apertura de la chimenea de la misma, facilitará la salida del calor.



En invierno, al ser los rayos solares más horizontales, pasan a través de los parasoles calentando el aire de la galería. El estanque permitirá, mediante reflexión, que una mayor cantidad de radiación solar incida sobre esta estancia. Cuando la temperatura es suficiente y la vivienda demanda calor, dos ventanas superiores abatibles automáticamente, permitirán el paso de ese calor al interior de la casa. Al estar cerrada la rejilla del orificio de la chimenea el aire caliente no puede salir al exterior. Una bomba recirculadora, situada en las conducciones soterradas bajo la plataforma central, produce un ciclo continuo del aire caliente en el interior de la vivienda.

6.1.2. Ventanas

Como ya hemos comentado en un apartado anterior, las ventanas incluyen persianas y venecianas motorizadas que se gestionarán automáticamente según las variables del exterior e interior de la vivienda, ayudando a regular y gestionar el Sol incidente según las necesidades.

6.1.3. Porches

Para evitar el soleamiento excesivo en verano, también se han dispuesto porches que sombrearán las zonas laterales de la fachada desde el 21 de marzo hasta el 21 de septiembre.

6.1.4. Muro Trombe

El muro Trombe es un sistema solar pasivo pensado para mantener una temperatura agradable en el interior de la vivienda sin necesidad de utilizar los sistemas de calefacción ni ventilación convencionales. Se basa fundamentalmente en la diferencia de densidad entre el aire frío y el aire caliente, ya que el aire frío pesa más que el caliente.

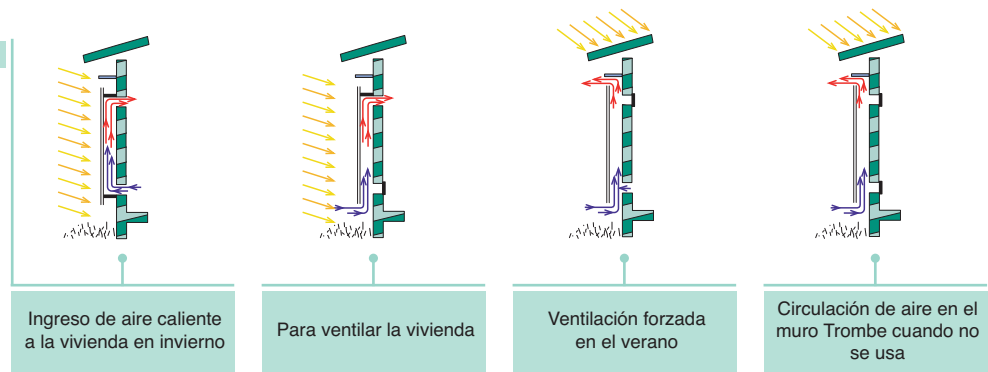
El muro Trombe, por tanto, no es más que una pared orientada hacia el Sur en el hemisferio Norte y hacia el Norte en el hemisferio Sur, a la que se le coloca delante una superficie de vidrio, dejando una cámara de aire entre ambos. El vidrio genera efecto invernadero, ayudando a mejorar la captación y a reducir las pérdidas al exterior. Unas rejillas regulables en la parte inferior y superior permiten el movimiento de aire hacia dentro o fuera de la vivienda, de forma que parte del calor captado pueda ser entregado inmediatamente.

- ▶ **INVIERNO:** La radiación solar es más horizontal, por lo que incide en el muro Trombe. El aire entre el cristal y la pared es calentado, así como todos sus materiales, que emiten calor al interior de la vivienda. Las rejillas permanecen abiertas para hacer recircular por el muro el aire frío de la vivienda, que al irse calentando tiende a subir y vuelve a entrar en la misma por la parte superior.

Otra posibilidad en invierno es la ventilación de la vivienda tal y como se comprueba en el esquema expuesto más abajo.

- ▶ **VERANO:** La radiación solar no incide tanto en el muro ya que el Sol está más alto y los rayos chocan con el voladizo (porche) de la cubierta. Se evita la circulación de aire cálido al interior de la vivienda cerrando las dos rejillas.

Diferentes usos del muro Trombe



A large, light blue circular arrow graphic pointing clockwise, framing the section header.

6.2. Instalaciones activas

Para los momentos en los que la vivienda bioclimática no pueda captar del exterior la energía suficiente para alcanzar en su interior una temperatura confortable, y para la producción de agua caliente sanitaria, contamos con diversas instalaciones de aporte térmico.

Por razones demostrativas, la vivienda utiliza más instalaciones de las que realmente serían necesarias para su acondicionamiento. En el caso de las instalaciones de calor, la energía proporcionada es almacenada en dos acumuladores, uno acumula exclusivamente el calor aportado por los captadores solares y otro acumula el calor aportado por el anterior, por la caldera de biomasa y por la instalación geotérmica. La estrategia de control que gestiona el conjunto de equipos ha sido diseñada específicamente para esta instalación, y tiene como objetivo principal el máximo aprovechamiento de la energía solar.

En caso de exceso en el aporte de calor, el sistema estará protegido mediante un aerotermo conectado al acumulador principal.

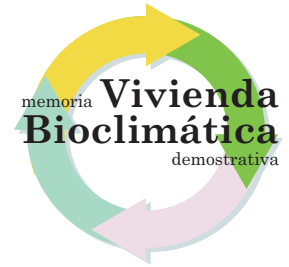
La energía térmica acumulada es utilizada para la calefacción de la vivienda mediante suelo radiante y para el calentamiento del agua sanitaria. Las necesidades de calor para agua caliente sanitaria son mínimas en esta edificación, aunque sí se utilizará de forma general para fines educativos. La calefacción por suelo radiante funcionará de forma regular, aunque únicamente está instalado este sistema en una superficie de 132 m², aproximadamente un 70% de la vivienda.

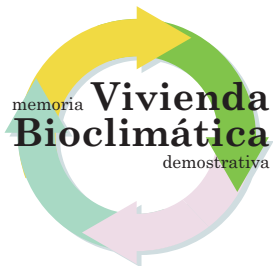
Cada una de las instalaciones está sensorizada convenientemente con sondas de temperatura, contadores de energía y sensores de radiación. De este modo se puede conocer el consumo y aporte real de cada una de ellas al acondicionamiento. Los datos recibidos por los sensores se presentan en tiempo real mediante pantallas interactivas, y además son almacenados en un servidor para llevar a cabo análisis sobre su funcionamiento.

Para la refrigeración se utiliza principalmente un refrigerador evaporativo y ventilación. A continuación se describe cada una de las instalaciones activas con las que cuenta la vivienda.

6.2.1. Refrigerador evaporativo

El refrigerador evaporativo es conocido hoy en día como “enfriador bioclimático” y su funcionamiento logra una climatización similar a la brisa marina. El proceso consiste en provocar la circulación de aire proveniente del exterior a través de unos filtros por donde circula agua: el aire cede calor al agua para su cambio de estado líquido a gas (evaporación). Con esta cesión de energía el aire se enfría y el vapor de agua pasa a formar parte del aire, aumentando su humedad. Una vez realizado el proceso, puede utilizarse este aire frío y húmedo para la climatización de la vivienda.





Comparando con otros sistemas tradicionales de climatización:

- El consumo de energía es muy inferior al del aire acondicionado convencional (80%), ya que no existe compresor que comprima/condense el refrigerante (agua).
- No se utilizan componentes que puedan dañar el medio ambiente (CFC, HFC, etc.), sólo agua.
- Impulsa siempre aire nuevo y fresco, no recirculando el aire que ya ha entrado en la vivienda, por lo que el ambiente interior es más saludable.

COMPARATIVA	AIRE ACONDICIONADO TRADICIONAL	BIOCLIMATIZADOR
CONSUMO ELÉCTRICO Kw/h	20,6	1,36
EMISIONES CO ₂ g/h	3.090	204
CONSUMO AGUA m ³ /h	-----	0,04
EMISIONES CO ₂ m ³ g/h	----	8
COSTE TOTAL TEMPORADA	1.040,00 €	80,00 €
EMISIONES CO ₂ TOTALES TEMPORADA	1.560 kg	107 kg

FUENTE: AECO₂ (Universidad de Valencia)

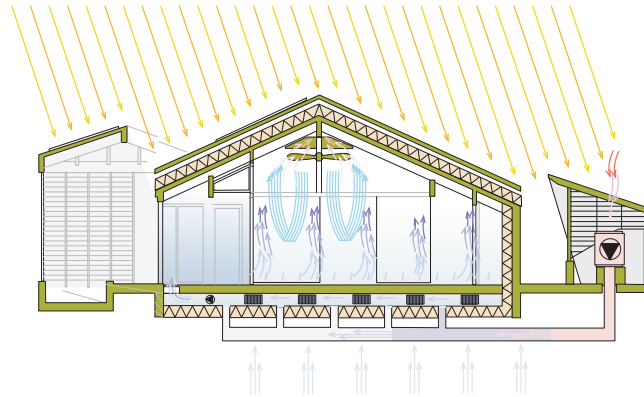
Para 200 m² de superficie, base de cálculo establecida para 6 h/día, 21 días/mes y 4 meses/año de funcionamiento.

El instalado en el contenedor-demostrador de Sotavento tiene las siguientes características técnicas:



PESO NETO	68 kg
POTENCIA MOTOR	550 W
CAUDAL MÁXIMO	6.995 m ³ /h
SUPERFICIE CALEFACTADA	140 m ²
ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	220 V

Para la canalización del aire frío procedente del refrigerador evaporativo se utilizan unos tubos de ventilación situados bajo la plataforma central del edificio sobre una superficie de grava. Por encima se ha colocado una barrera antivapor y cemento granulado. Estas tuberías subterráneas refrescan más el aire gracias al frescor del suelo. El aire fresco sale a través de las rejillas del suelo y el aire caliente del interior de la vivienda se evacua por un orificio en la chimenea de la vivienda.



6.2.2. Ventiladores de techo

El objetivo de los ventiladores es doble:

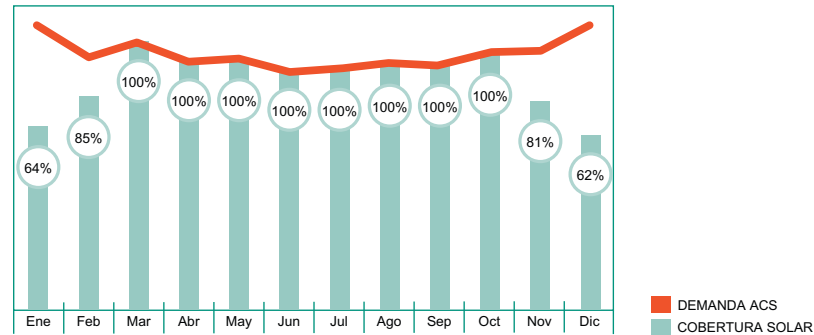
En verano tienen la función de hacer disminuir la sensación de calor entre los ocupantes de una habitación. El ventilador genera una corriente de aire que hace que se acelere el ritmo de evaporación de la humedad de la piel y, además, se pierda más calor por convección. Es el denominado efecto “wind chill”.

En invierno, con la vivienda calefactada, hacen circular hacia abajo el aire más caliente que se ha estratificado en el techo, donde no tiene utilidad. La velocidad de giro durante esta época del año debe ser más lenta que en verano, precisamente para no producir el efecto anteriormente comentado.

6.2.3. Solar térmica

El sistema de energía solar térmica para la producción de agua caliente sanitaria y apoyo a la calefacción cuenta con ocho captadores solares de alto rendimiento y un depósito de acumulación de 1000 L unido a otro de inercia de 800 L, una caldera de biomasa y una bomba de calor geotérmica actuarán como sistemas de apoyo.

Se calcula que la instalación solar térmica cubrirá el 90,37% de la demanda energética anual de Agua Caliente Sanitaria (ACS) de la vivienda:

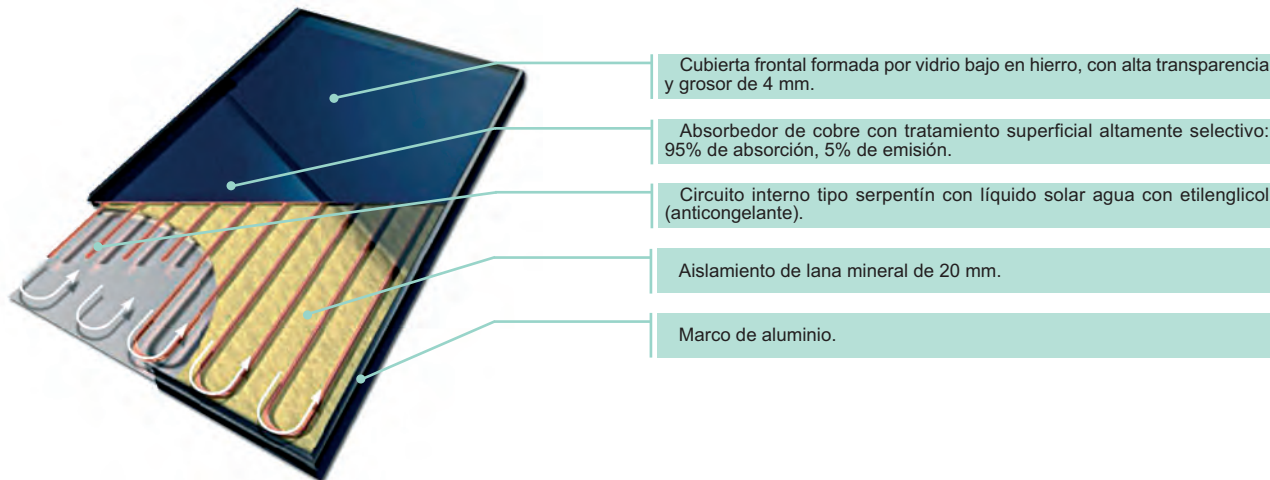


Tal y como vemos en la gráfica, se alcanza el 100% del consumo estimado en más de tres meses consecutivos, por lo tanto, es obligatoria la instalación de disipadores de calor. En este caso contamos con un aerotermo para realizar esta función.

Características de los paneles

Se trata de dos baterías de cuatro captadores solares, de 2,50 m² de superficie útil por unidad, sumando una superficie útil total de 20 m² y un rendimiento del 78,1%, por lo que obtendremos una potencia nominal de 16 kW. Cuentan con absorbedor de cobre de una única pieza y tratamiento superficial altamente selectivo (absorción del 95%, emisión del 5%).

A continuación se enumeran las partes de cada colector:



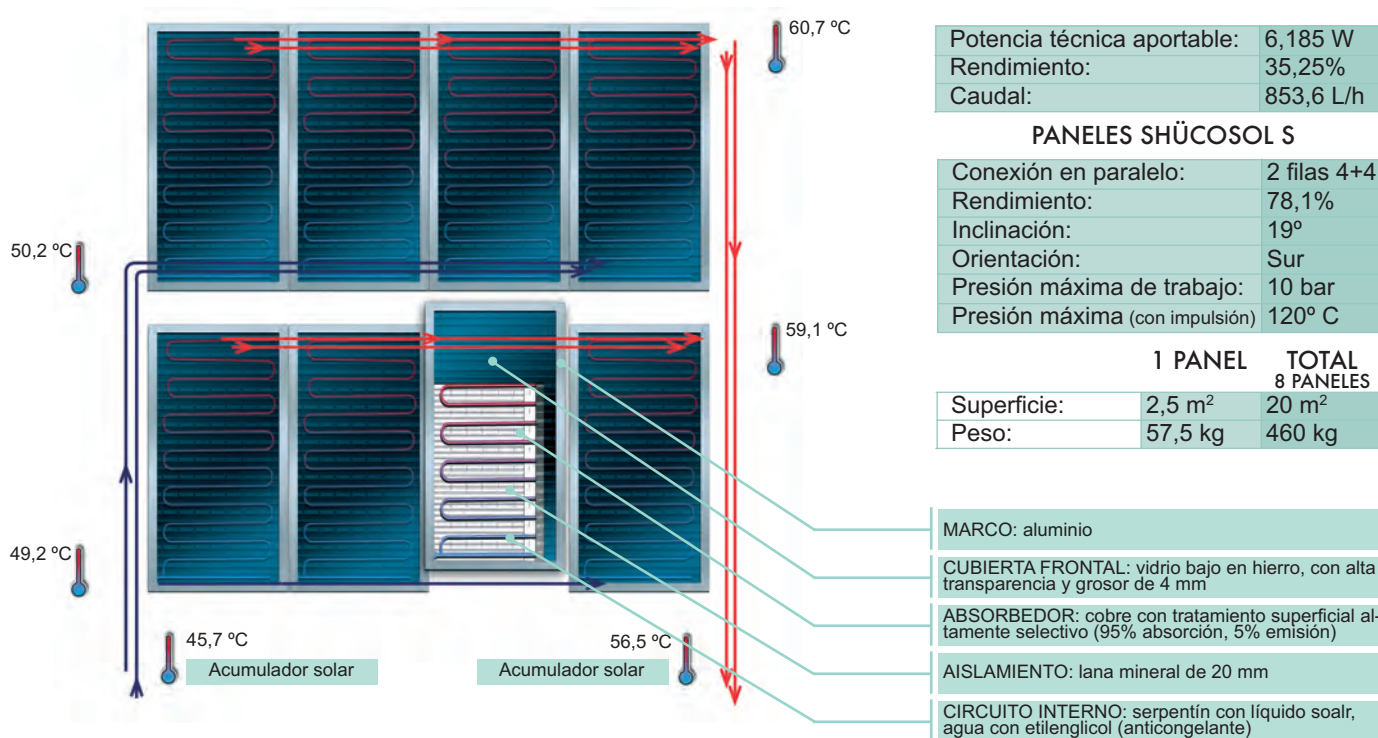
En la siguiente tabla se muestran las especificaciones de los captadores:

CAPTADOR PLANO	
Dimensiones (L x A x G):	2152 x 1252 x 93
Área del captador:	2,69 m ²
Peso:	57,5 kg
Rendimiento:	n° = 78,1%
Coefficiente de pérdidas:	k ¹ = 3,902 W/m ² K k ² = 0,008 W/M ² K ²
Factor corrección rad. inclin.:	k(50) = 0,98
Potencia térmica nominal:	2,0 kW
ABSORBEDOR	
Emisión:	ξ = 5,0%
Absorción:	α = 95,0%
Área absorbedor:	2,52 m ²
Área de apertura:	2,50 m ²
Material:	Cobre
Recubierto:	Sunselect
HIDRÁULICA	
Fluido caloportador:	Agua con etilen-glicol al 40%
Capacidad fluido caloportador:	2,26 L
Caudal mínimo:	2,5L/min (hasta un máx. de 16 captadores en serie)
Pérdida de presión (2,5L/min - líquido solar):	289,8 mbar
Tipo de conexión:	Racor con anillo compresión
Presión de trabajo:	3,2 bar
Presión máxima de trabajo:	10 bar
Presión de prueba:	20 bar
Temperatura de parada:	192 °C
Temperatura máxima con impulsión:	120 °C
CUBIERTA FRONTAL	
Vidrio solar:	Bajo en Fe, alta transparencia
Índice de transmisión:	> 91,0%
Grosor:	4,0 mm

Colocación

La inclinación no es la ideal, ya que la cubierta tiene un desnivel de 19°. La instalación óptima sería con 43° de inclinación. La pérdida de rendimiento asociada a ello se sitúa entre el 5-10%, valores permitidos por el CTE.

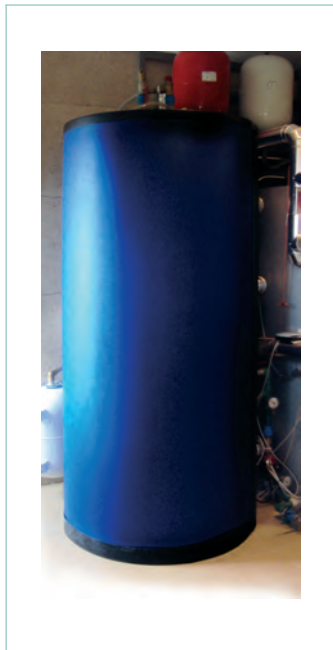
La disposición de los paneles se ha realizado en paralelo, tal y como se muestra en la siguiente figura. Esto hace que se necesite más sección de tubería para trabajar con el caudal recomendado por el fabricante de los paneles, aumentando así el rendimiento de la instalación. Aún así esta disposición es recomendable, pues se aumenta el rendimiento de la instalación debido a que, cuando trabajamos con paneles en serie, el fluido que se calienta en un panel ha sido calentado ya por los paneles anteriores, y como la eficacia del calentamiento disminuye con el aumento de temperatura, se disminuye el rendimiento total de la instalación. Este tipo de disposición es únicamente justificable si el fin de la instalación es obtener agua muy caliente, aún a costa de sacrificar el rendimiento.



Características de los acumuladores

La instalación cuenta con dos depósitos de 800 y 1.000 litros.

Depósito de almacenamiento de calor solar



Es un depósito de 1.000 L fabricado en acero y que cuenta con un intercambiador inferior de 3 m² para el circuito primario solar, con 20 L de contenido. Su aislamiento está compuesto de espuma blanda de poliuretano libre de CFC, de una pieza y con 10 cm de grosor.

La temperatura máxima es de 110 °C, contando con un vaso de expansión de 50 L y una válvula de seguridad de 3 bar.

Las medidas y pesos se muestran a continuación:

- Peso: 176 kg
- Altura total depósito con aislamiento: 213 cm
- Altura retorno solar (circuito frío): 31 cm
- Altura impulsión solar (circuito caliente): 103 cm
- Altura salida agua a 2º depósito: 171 cm
- Altura retorno agua de 2º depósito: 103 cm
- Altura retorno agua aerotermo y suelo radiante: 31 cm

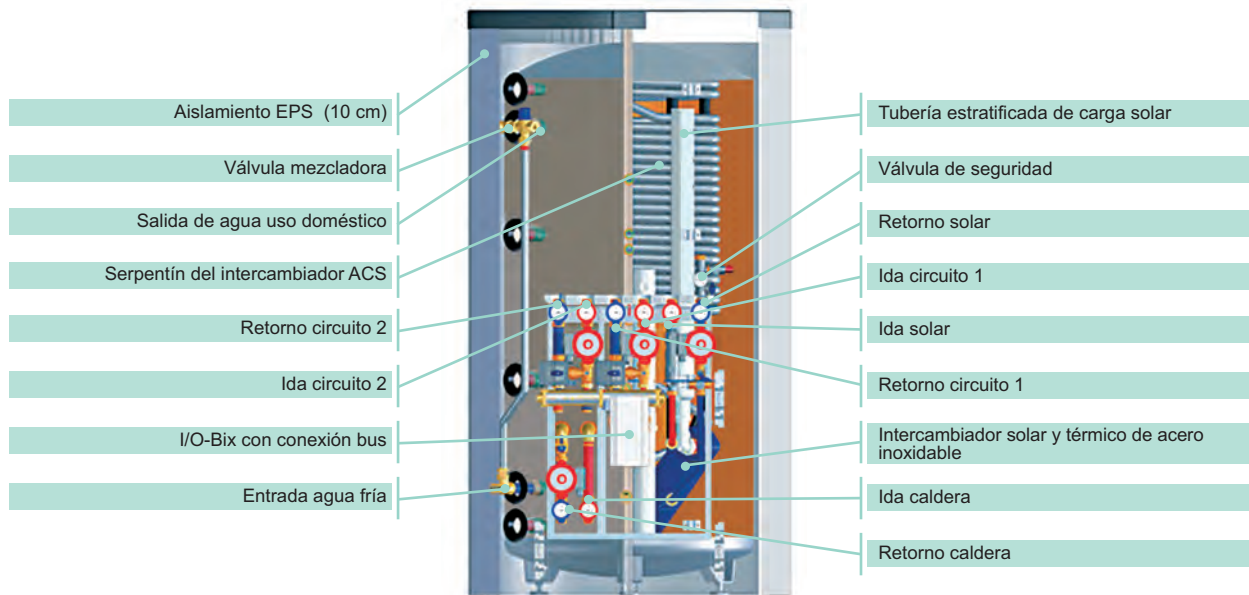
Depósito de inercia de 800 L

Es un depósito de la marca Pellaqua (Okofen) con 800 L de capacidad. Fabricado en acero, está conectado en serie con el depósito solar. Su función es el aporte secuencial de energía desde la bomba de calor y la caldera de biomasa.

Posee un intercambiador de calor para ACS de acero inoxidable, de 7 m² y 20 L de contenido. El aislamiento es de espuma de poliestireno expandido (EPS) de 10 cm de grosor. Tiene un peso de 165 kg y una altura de 175 cm. El vaso de expansión es de 50 L y la válvula de seguridad de 3 bar.

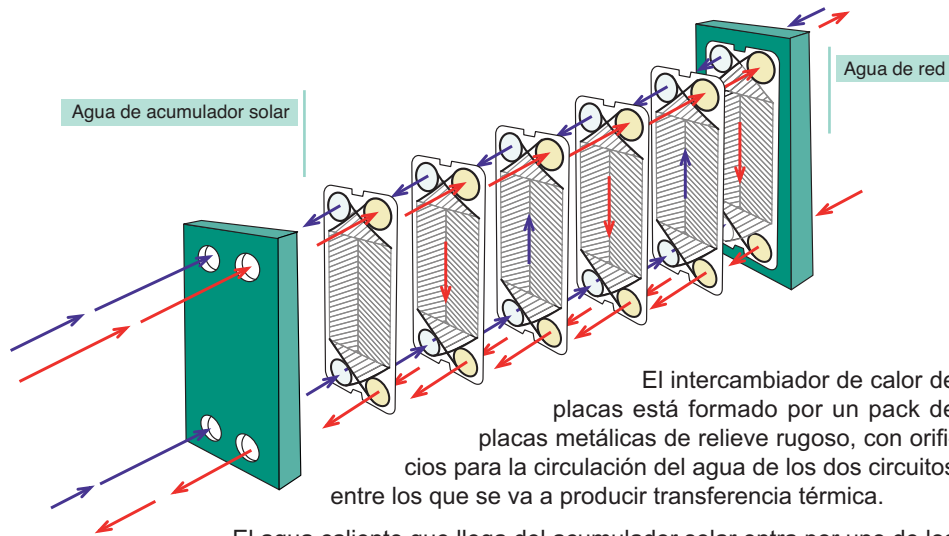


La utilización de depósitos de inercia se recomienda en todo tipo de instalaciones de calefacción, bien sean de gasóleo, gas, leña o pellets. Su función es trabajar como una “batería” de energía térmica y minimizar las arrancadas y paradas de la caldera.



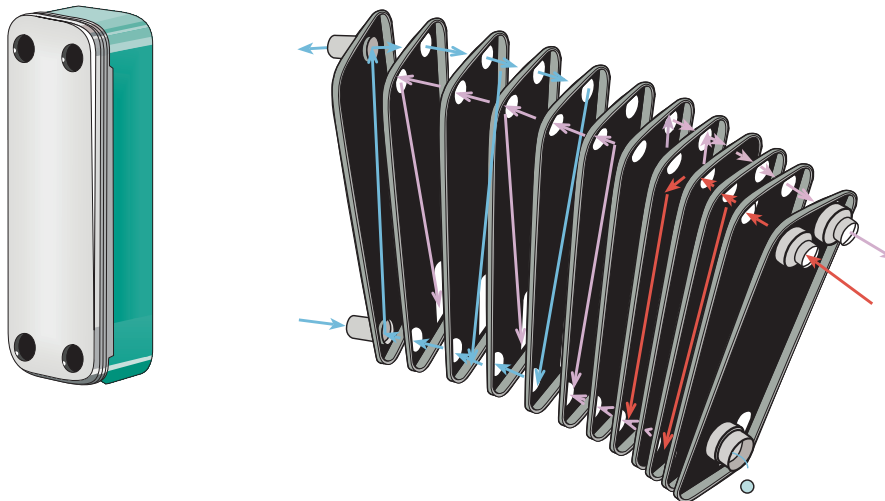
Intercambiador de placas

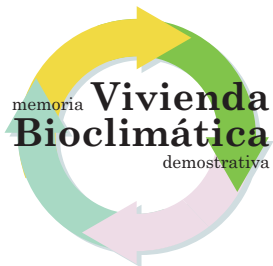
Su función es extraer calor del acumulador solar y entregársela al agua de red destinada a ACS antes de que entre en el acumulador de inercia. De esta forma la energía solar 'precalienta' el agua fría de red y el 2º acumulador, el de inercia, aportaría el resto de energía en caso de que fuera necesario. La temperatura de entrada del agua de red se estima en 12 °C aproximadamente y, mediante este intercambiador, se puede aprovechar la energía del acumulador solar siempre que éste supere los 12 °C (caso muy frecuente, incluso en días de baja radiación solar).



El intercambiador de calor de placas está formado por un pack de placas metálicas de relieve rugoso, con orificios para la circulación del agua de los dos circuitos entre los que se va a producir transferencia térmica.

El agua caliente que llega del acumulador solar entra por uno de los orificios del intercambiador y circula por el canal formado por las dos primeras placas y por los siguientes canales de forma alternativa (uno sí y uno no). El agua fría de red entra por otro orificio y circula por los canales entre placas por los que no lo hace el agua caliente. De esta forma, los dos fluidos se encuentran separados, sin mezclarse, por una placa muy delgada, a través de la cual se va transfiriendo calor del agua caliente solar a la fría de red. La forma arrugada de las placas, además de aumentar la superficie de intercambio, hace que el agua circule entre ellas con muchas turbulencias, lo que aumenta el rendimiento en la transferencia de calor.





6.2.4. Caldera de biomasa

Se trata de la caldera de biomasa marca OKOFEN modelo Pellematic 20. Ökofen es uno de los principales fabricantes de calderas de este tipo en Europa. Fundada en 1989 por Herbert Ortner, Ökofen está, desde su fundación, desarrollando sistemas de calefacción con biomasa, por lo que acumula gran experiencia. A través de su representante en el noroeste de España y Portugal, Emisión Cero, se ha instalado una caldera modulante de 7-20 kW.

Se espera un rendimiento, con los pellets recomendados por el fabricante, de un 90%. El encendido de pellets se realiza mediante una resistencia eléctrica con mínimo consumo eléctrico. La cámara de combustión es de acero inoxidable y tiene la posibilidad de controlar individualmente las temperaturas y programación del circuito de calefacción y producción de ACS.

Características técnicas

La caldera de biomasa entrega el agua al acumulador a una temperatura constante de 63°C, regulando para ello la velocidad de la bomba de impulsión y la entrada de pellets.

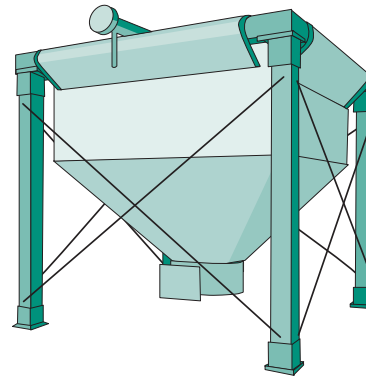


CALDERA OKOFEN PE20	
Modelo:	PE20
Potencia nominal:	20 kW
Ancho total:	1130 mm
Ancho de la caldera:	700 mm
Altura de la caldera:	1090 mm
Fondo-caldera:	814 mm
Dimensiones tomas de envío-retorno de agua:	1 "
Diámetro del tubo de salida de humo:	150 mm
Peso:	250 kg
Conexión eléctrica:	230Vac 50 Hz
Rendimiento:	92,6%
Rendimiento con carga parcial:	91,1%
Contenido en agua:	66 L
Temperatura cámara de combustión	99-1100 °C
Temperatura gases de combustión a potencia nominal:	160 °C

Silo textil de pellets

Las calderas de biomasa de este tipo, necesitan de un silo para almacenar los pellets con los que funcionan. Suelen fabricarse de un tejido especial antiestático de alta resistencia y reforzado con hilos metálicos. Es impermeable impidiendo la filtración de polvo hacia el exterior y resistente a aniegos. Su capacidad varía y en este caso es de aproximadamente 2 toneladas. 1 m³ de pellets tiene un peso de 650 kg.

Los sistemas de alimentación de la caldera pueden ser también variados. En este caso se trata de un sistema de succión neumática que posibilitaría colocar el silo y la caldera a una distancia entre sí de 20 m.



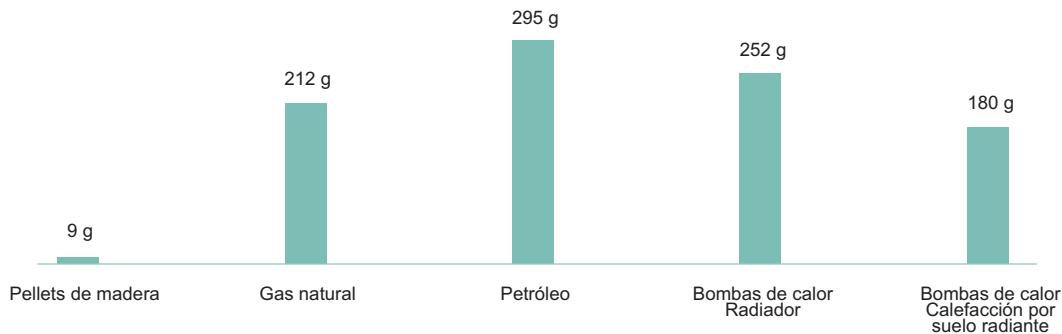
Pellets

Los pellets son pequeños cilindros hechos de madera residual (virutas y serrines) secados y sometidos a alta presión (sin aditivos químicos). El resultado final es un pellet con un diámetro de 6 mm y un largo de 5-25 mm, con un bajo contenido de agua y un muy alto poder calorífico.

En comparación con otros sistemas de calefacción habituales:

2,5 kg Pellets de madera ↔ 1 litro Gasóleo de calefacción ↔ 1 m³ Gas natural

Desde el punto de vista de emisiones de CO₂:

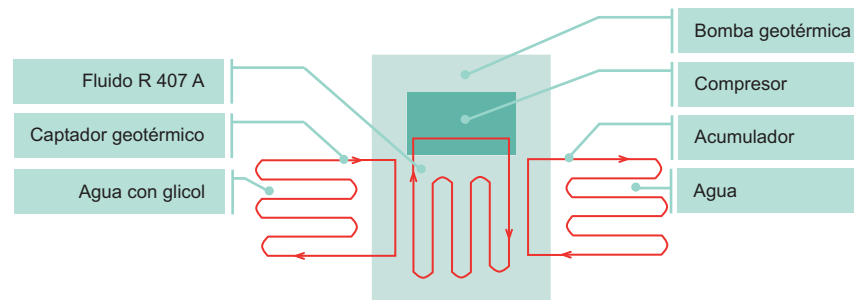


6.2.5. Bomba de calor geotérmica

Se trata de un sistema considerado eficiente que funciona con energía eléctrica. Su definición renovable dependerá del origen de la electricidad que se utilice para el funcionamiento del sistema.

Una descripción básica del sistema pasaría por explicar que se trata de una instalación que aprovecha la temperatura estable de la tierra para calefactar la vivienda. El intercambio se produce a través de unos tubos captadores enterrados a 2 m de profundidad por los que circula agua. Al llegar a la bomba de calor, el agua intercambia calor con un fluido caloportador interno que cambia a estado gaseoso con la variación de su temperatura. El gas se envía al compresor donde, tras comprimirlo, alcanza una mayor temperatura. Mediante un intercambiador, cederá la misma al circuito de agua caliente que va al depósito acumulador.

Se trata por tanto de una bomba de calor de intercambio suelo/agua que consume electricidad en su funcionamiento y cuyo esquema simple sería el siguiente:



Características técnicas de la bomba de calor

La bomba de calor ofrece, según especificaciones, una potencia de entre 6 kW y 12 kW, dependiendo de las condiciones de los circuitos primario y secundario, y trabaja en esta instalación con un caudal constante de 1100 L/h, por lo que nos ofrece saltos térmicos de aproximadamente el orden de entre 5 °C y 10 °C. Su consumo eléctrico variará entre 1,5 kW y 3,3 kW dependiendo de la temperatura de los circuitos.



En la siguiente tabla se muestran las especificaciones básicas:

Potencia nominal de calentamiento:	8,2 kW
COP:	4,7
Potencia eléctrica nominal absorbida:	1,7 Kw
Nivel de potencia sonora:	48 dB
Temperatura de la fuente:	-6/20 °C
Temperatura de entrega:	20/60 °C
Tensión alimentación:	400V - 3F
Dimensiones:	700-530-1260 mm
Peso:	200 kg



Captador geotérmico

Está situado al norte de la vivienda, en posición horizontal y a 2 m de profundidad. Consta de 5 bucles de 100 m lineales cada uno de tubo de polietileno de alta densidad. La sección es de 32 mm, con lo que se consigue mucha superficie de intercambio. Posee una bomba circuladora común para los 5 bucles.

6.2.6. Calefacción por suelo radiante

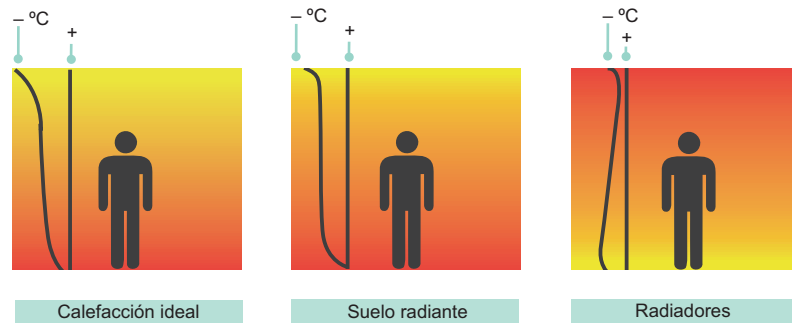
El suelo radiante es un sistema de calefacción que consiste en colocar unos tubos por los que circula agua caliente por debajo del suelo del local a calefactar. Este método nos permite mantener una temperatura ambiente estable en un espacio cerrado sin necesidad de calentar el agua por encima de 45 °C, lo que lo hace un sistema adaptable a cualquier fuente de energía y especialmente idóneo para combinar con energía solar térmica. Además de tratarse de un sistema especialmente saludable, único recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), también se trata de un sistema económico y respetuoso con el medio ambiente, ya que el gasto energético en el calentamiento del agua es menor que si usamos otro tipo de calefacción.

El funcionamiento es sencillo, el agua transmite calor al suelo y éste a su vez, lo transmite al ambiente de forma uniforme, con una diferencia de temperatura de 3 o 4 °C entre la altura de los pies y la de la cabeza, lo que lo hace especialmente confortable.

En el suelo radiante, los tubos se colocan de forma uniforme entre 3 y 5 cm por debajo de la superficie con una separación entre ellos de 10 a 30 cm. El agua que se hace circular se calienta entre 35 y 40 °C, consiguiendo mantener de esta forma una temperatura ambiente entre 18 y 22 °C. Esta es la principal diferencia con otro tipo de calefacciones, en las que se calienta agua entre 70 y 90 °C para mantener el ambiente a 20 °C, por lo que el gasto energético y las pérdidas son mucho mayores.

Otra diferencia importante es que con el suelo radiante conseguimos mantener una temperatura que se reparte de forma uniforme por toda la habitación, sin superar los 5 °C de diferencia entre el punto más frío y el más caliente. Al proceder el calor de la parte de abajo, llega hasta una altura de 2 o 3 m, sin calentar espacios innecesarios, como sería el techo. Es importante recordar, que cada grado que consigamos bajar la temperatura de la calefacción, significará un ahorro de entre el 6 y el 8%.

El principio de funcionamiento del suelo radiante se basa en la emisión de radiación infrarroja, que es lo que nosotros percibimos en forma de calor. Este tipo de radiación es mayor cuanto más cerca se encuentra del aparato emisor y va disminuyendo de forma uniforme según nos vamos alejando de él. Todos los cuerpos emiten energía en forma de radiación infrarroja, que varía en función de su temperatura. Nosotros no podemos ver esta radiación, ya que se encuentra por debajo de la frecuencia de la luz roja (de ahí su nombre), lo que la hace invisible para el ojo humano, pero podemos percibirla en forma de calor. Cualquier cuerpo que reciba radiación infrarroja con una intensidad suficiente aumentará su temperatura. Por lo tanto, con este tipo de calefacción el suelo se calienta y emite radiación infrarroja, transmitiendo calor a todo lo que se encuentre en esa habitación. Como resultado, el ocupante tendrá una sensación de confort térmico, ya que sentirá más calor en la zona de los pies y menos a la altura de la cabeza. Esta repartición de energía es lo que se corresponde con las necesidades del cuerpo humano, ya que donde menos calor necesitamos es en la cabeza, debido a que el cerebro es siempre el último en el que se disminuye el riego sanguíneo. Por el contrario, en los pies es donde antes notamos pérdida de calor, produciéndose una sensación de incomodidad conocida por todos. También ocurre el caso opuesto, en el que la cabeza es la primera en notar el exceso de calor y los pies los últimos, por eso el gradiente de temperaturas aportado por el suelo radiante compensa estos efectos, generando más calor en la parte inferior y menos en la superior.



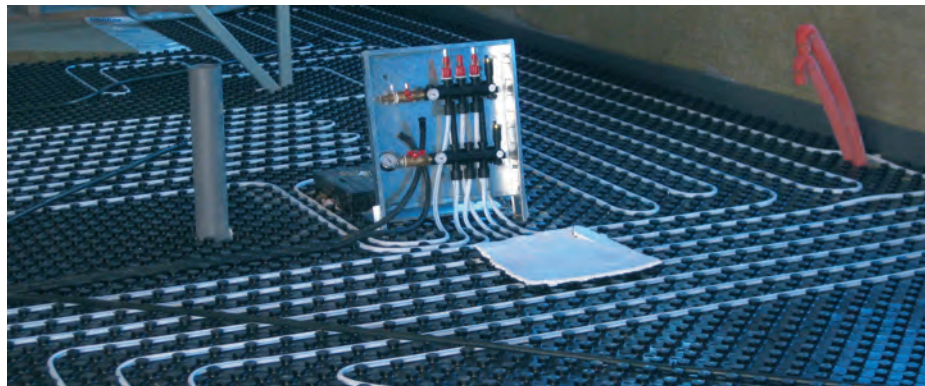
A continuación se resumen algunas de las múltiples ventajas que proporciona la calefacción por suelo radiante:

- ▶ **COMODIDAD Y ADAPTABILIDAD:** No hay aparatos calefactores a la vista, por lo que no estorba en la estancia donde es colocado, y se acopla a cualquier tipo de proyecto (grandes naves, piscinas, viviendas...).
- ▶ **EFICIENCIA:** Se consigue una temperatura de bienestar en el ambiente sin necesidad de calentar el agua a temperaturas tan altas como con otros sistemas de calefacción, además de estar subvencionado gracias a este aspecto.
- ▶ **SALUD Y BIENESTAR:** Debido a las bajas temperaturas de trabajo no reseca el ambiente, permitiendo respirar un aire más fresco y sin acumular ácaros y polvillo quemado como el que levanta el aire caliente que sale de los radiadores. Además, la uniforme distribución del calor se ajusta muy bien a las necesidades del cuerpo humano y no hace ruido debido a la baja velocidad de circulación del agua.
- ▶ **SEGURIDAD Y LIMPIEZA:** No se corre el riesgo de golpearse contra el radiador ni de quemarse con éste, además de no ensuciar las paredes como los sistemas convencionales.
- ▶ **AHORRO:** Calienta únicamente la zona necesaria de la estancia, sin gastar energía para calentar espacios innecesarios como el techo. Esto no ocurre con otros sistemas de calefacción, donde el calor no se reparte de forma uniforme, creando altas temperaturas en zonas inhabitables. Al calentar también las paredes, hace que se necesite una menor temperatura ambiente para obtener la misma sensación de bienestar. Como resultado final se reduce el gasto energético con respecto a otros sistemas en un 25-30 % en pequeños locales y en un 50-60 % en locales de mayor tamaño.
- ▶ **AISLAMIENTO:** En el montaje del suelo radiante se le aporta a la vivienda un aislamiento térmico y acústico adicional que ayuda a mejorar el confort y a disminuir las pérdidas de energía.
- ▶ **MANTENIMIENTO:** El riesgo de averías es prácticamente nulo y no suele afectar al pavimento bajo el cual está situado, además de anular el gasto por pintado de los componentes y reducir el de las paredes.
- ▶ **ECOLOGÍA:** Gracias a las bajas temperaturas requeridas es ideal para combinar con energías renovables como paneles de energía solar térmica o con energía geotérmica.

Frente a todas estas ventajas, el suelo radiante sólo presenta tres desventajas principales: al ir bajo la superficie del suelo, son necesarias las obras para su instalación; se eleva unos 8 cm la superficie del suelo, disminuyendo de esta forma la altura de la habitación; y el precio de su instalación es más caro que el de otros sistemas tradicionales.

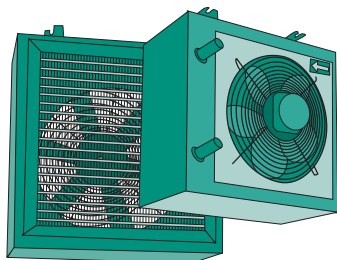
La instalación del suelo radiante en esta vivienda está formada por las siguientes capas:

- ▶ **LANA DE ROCA ROCKWOOL**
- ▶ **BARRERA ANTIHUMEDAD:** Lámina continua de polietileno. Es una barrera antihumedad entre el suelo base y la superficie emisora de suelo radiante colocado encima, de modo que evita el ascenso por capilaridad de humedades.
- ▶ **PANEL PORTATUBOS:** Poseen aislamiento de poliestireno incorporado a la lámina portatubos.
- ▶ **ZÓCALO PERIMETRAL:** Banda de espuma de polietileno cuya misión principal es absorber las dilataciones producidas por el mortero de cemento colocado sobre los tubos emisores, debido a su calentamiento/enfriamiento. También produce un aislamiento lateral del sistema.
- ▶ **TUBOS:** Tubería de polietileno reticulado con barrera etilvinil-alcohol (EVAL) y capa exterior de protección de polietileno modificado para evitar deterioros y proteger contra agresiones a la tubería.
- ▶ **MORTERO DE CEMENTO:** El espesor recomendable es de 5 cm. Espesores mayores aumentan la inercia térmica del sistema, mientras que espesores menores reducen la capacidad de resistencia ante esfuerzos cortantes. Además se añade un aditivo para mortero, un líquido que consigue un perfecto contacto entre el mortero y las tuberías emisoras una vez la loseta de mortero de cemento ha secado, evitando con ello inclusiones de aire que aumentarían la resistencia térmica del sistema y dificultarían la transmisión de calor.
- ▶ **COLECTORES DE DISTRIBUCIÓN:** 4 unidades colocados siempre más elevados que el suelo, para posibilitar la purga de aire de los circuitos.



6.2.7. Sistema de disipación de calor: Aerotermo

Será necesario para meses cálidos y para momentos puntuales en los que se necesite la puesta en marcha de alguno de los sistemas de calefacción con fines didácticos o demostrativos.



Desde la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación, la instalación de un sistema de disipación de calor es obligatoria cuando la cobertura de agua caliente obtenida con placas solares térmicas es del 100% durante más de 3 meses consecutivos. En el caso que nos ocupa, y tal como hemos descrito en otros apartados de este documento, nuestra vivienda cuenta con una instalación solar que aporta con creces esa cantidad, por tanto, se ha instalado en la chimenea un aerotermo como sistema de disipación.

En los meses cálidos, y dadas las características de nuestra vivienda, el consumo para calefacción será nulo y el de agua caliente muy reducido. Sin embargo, el aporte solar alcanzará sus valores más elevados, por lo que será necesaria la disipación de la energía calorífica sobrante a través del aerotermo.

Por otro lado, no perdiendo de vista el objetivo último de este proyecto, la caldera de biomasa y la bomba de calor geotérmica se utilizarán en momentos puntuales con fines demostrativos, didácticos, técnicos y formativos, por lo que la necesidad de incorporar un método de disipación de calor cobra mayor importancia a la hora de garantizar la seguridad de la instalación.



La potencia que consume el aerotermo es de 100 W.

A continuación se presentan en una tabla otras características de este aerotermo:

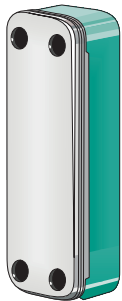
Potencia de disipación (agua 85/75 °C):	24,4 kW
Caudal de aire:	1.900 m ³ /h
Temperatura aire entrada:	15 °C
Temperatura aire salida (agua 85/75 °C):	45 °C
Revoluciones ventilador:	1260 rpm
Pérdida de carga a 1000 L/h:	0,3 m.c.a.



6.3. Agua Caliente Sanitaria

Esta vivienda, al no estar habitada de forma común, tendrá un consumo mínimo de agua. De este modo, las necesidades de ACS son mínimas y se centrarán en el baño y en la cocina para fines principalmente divulgativos. Para su cálculo se ha tenido en cuenta el CTE:

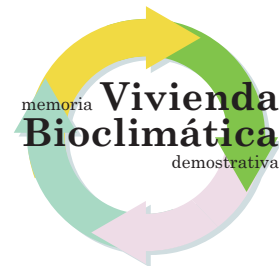
- ▶ Demanda de referencia a 60 °C para uso docente y administrativo (CTE): 3 L/persona
- ▶ Número de personas diarias: 80
- ▶ Demanda total diaria: $80 \times 3 \text{ L} = 240 \text{ L}$



Tal y como comentamos anteriormente, el agua sanitaria será calentada mediante varios sistemas, donde el principal será una instalación solar térmica. Cuando la radiación solar es suficiente, el depósito solar calienta el intercambiador de placas, que cede calor al agua de traída para su consumo de ACS. Cuando el depósito de solar térmica no es suficiente para calentar el agua a la temperatura necesaria, se hará circular a ésta por el 2º depósito, donde será calentada con los sistemas de apoyo (bomba de calor geotérmica y/o caldera de biomasa) para luego pasar a consumo. El 90% del ACS que se consuma será calentada sin la necesidad del sistema de apoyo, a una temperatura constante y regulable de entre 45 °C y 60 °C.

Canalización y distribución de agua caliente

Se realiza mediante una tubería multicapa que distribuirá el ACS desde la sala de instalaciones térmicas hasta los puntos de consumo en baños y cocina. Para evitar pérdidas se utiliza un aislamiento térmico de espuma elastomérica a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada y con un elevado factor de resistencia a la difusión de vapor de agua. Se fabrica sin el uso de compuestos de CFC (clorofluorocarbono), HFC (hidrofluorocarbono) o HCFC (hidroclorofluorocarbono). Tampoco contiene formaldehído, posee bajo contenido orgánico volátil, carece de fibra y polvo, y es resistente al moho y los hongos.



La generación de electricidad en esta vivienda viene aportada por dos instalaciones conectadas a la red que, como todo el proyecto, responden a los objetivos principales centrados en la demostración, comparación, divulgación e investigación.

Se ha elegido la minieólica y las placas solares fotovoltaicas como ejemplos significativos de los sistemas renovables más extendidos y comunes para la aportación de energía eléctrica a viviendas unifamiliares. En el área de consumos, se han elegido elementos de ahorro y eficientes tanto en la iluminación como en la elección de electrodomésticos.

Pasamos a continuación a describir los elementos que componen este apartado.

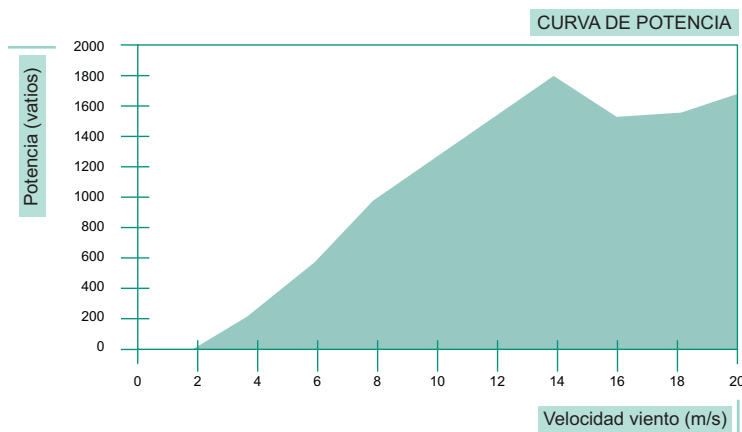
7.1. Aerogenerador

El aerogenerador instalado es un modelo bipala con funcionamiento a barlovento y cuya potencia nominal es de 1,5 kW. Para su arranque son necesarios 3,5 m/s y la velocidad de frenado por vientos altos es de 14 m/s (50 km/h aprox.). La potencia nominal la alcanza con 12 m/s de velocidad de viento.

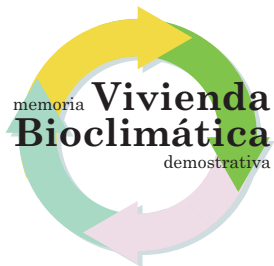
El frenado de emergencia se produce por elevación del aerogenerador mediante dos amortiguadores hidráulicos que permiten el frenado rápido y su vuelta lenta a la posición normal, evitando golpes bruscos.

Está situado a 6 metros de altura al nordeste de la vivienda, sobre una torre de celosía de acero. Las palas son de fibra de vidrio y carbono con una cinta protectora de poliuretano abrasivo en el borde de ataque para que el viento no erosione la hélice.

El diámetro de su rotor es de 2,86 m y su peso asciende a 342 kg. Su generador es trifásico de imanes permanentes de 120 V.



1. Introducción y justificación
2. Financiación
3. Barreras y dificultades
4. Proyecto
5. La vivienda en detalle
6. Funcionamiento bioclimático e instalaciones térmicas
- 7. Instalaciones de generación eléctrica y consumos**
8. Gestión de agua
9. Monitorización y control
10. Espacio divulgativo
11. Código técnico de la edificación
12. Certificación energética



Inversor

Las principales características técnicas del inversor de este mini aerogenerador son:

Potencia máxima:	3.600 W
Rango voltaje entrada:	0 a 600 V
Voltaje CA:	230 V Monofásico
Rango voltaje salida:	184 - 264 V (según países)
Frecuencia:	50 / 60 Hz
Corriente máxima de salida:	16 A
Eficiencia máxima	>96 %
Consumo:	<200 mW
Rango de temperaturas:	-25 a 60 °C
Nivel sonoro:	>40 Db
Peso:	13 g

Tabla de generación estimada



MES	VELOCIDAD DE VIENTO MEDIA (m/s)	E MENSUAL MEDIA (kWh)
Enero:	4,8	300
Febrero:	3,5	160
Marzo:	3,2	140
Abril:	3,4	150
Mayo:	3,5	160
Junio:	3,4	150
Julio:	3,2	140
Agosto:	3,3	155
Septiembre:	3,8	180
Octubre:	3,2	140
Noviembre:	4,3	240
Diciembre:	3,9	200
TOTAL ANUAL:		1.510

Subsistema de transformación

El subsistema de transformación para inyección a red de la energía generada por el miniaerogenerador está formado por los siguientes componentes:

- ▶ Rectificador-regulador.
- ▶ Freno eléctrico (9000W).
- ▶ Inversor.

Rectificador-regulador

La corriente procedente del aerogenerador es alterna, con frecuencia y tensión todavía no adaptadas a las condiciones requeridas por la red. El rectificador se encarga de:

- ▶ Convertir esta corriente alterna en corriente continua para suministrar al inversor.
- ▶ Desviar automáticamente hacia una resistencia eléctrica (freno eléctrico) parte de la corriente continua cuando ésta supere una tensión de 530 Vdc. para bajarla hasta 430 Vdc. De este modo, se protegen los aparatos eléctricos de sobretensiones provocadas por altas velocidades de viento y, también, por desconexión a red del inversor o fallo de la propia red, evitando que el aerogenerador trabaje en vacío con las sobretensiones que esto implicaría.

Tensión máxima entrada:	16,6A Vca
Rango tensión fotovoltaica MPPT:	40 - 400 Vac
Rendimiento:	99,4%
Potencia máxima salida (a 400 Vca y PFC = 0,7):	2.500 W
Rango voltaje salida:	0 - 600 Vdc
Rango voltaje salida (con inversor accionado):	50 - 600 Vdc
Rango voltaje salida (entregando máx potencia):	360 - 600 Vdc
Máxima corriente en freno:	30 A

Freno eléctrico

El freno eléctrico no es más que una resistencia a la cual es desviada la corriente continua proveniente del rectificador, bien para frenar el aerogenerador (activación manual) o bien para evitar que la tensión en el bus de continua exceda los 530 Vdc (activación automática).

Inversor

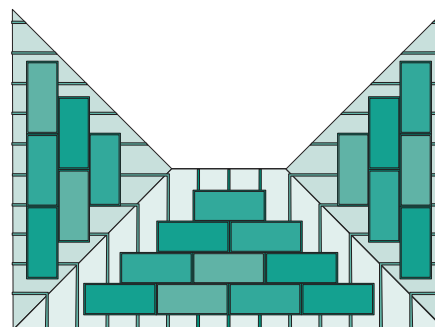
El inversor es el encargado de transformar la corriente continua procedente del rectificador en corriente alterna con las condiciones de frecuencia y voltaje requeridos por la red (230 Vac y 50 Hz). Este inversor cuenta también con sistema MPPT para extraer la máxima potencia de la turbina a unas rpm dadas.

Tensión Nominal CC:	360 Vdc
Tensión máxima CC:	600 Vdc
Rango tensión fotovoltaica MPP:	50 - 530 Vdc
Potencia máxima CC:	3.800 W
Corriente máxima entrada:	20 Adc
Coeficiente rendimiento máximo:	96%
Consumo interno Stand By:	8 W
Consumo night time:	<0,30 W
Potencia nominal CA:	3.600 W
Peso:	12,5 kg

7.2. Instalación solar fotovoltaica

Compuesta por 22 paneles y una potencia de 2,7 kW, están situados en la cubierta de la galería Sur, en las aguas Este, Oeste y Sur. Su disposición geométrica ha conseguido la máxima integración arquitectónica.

Debido a que las tres subinstalaciones recibirán niveles de radiación diferentes en función de las horas del día, es necesario conectar los paneles por zonas, es decir, contamos en la vivienda con tres circuitos fotovoltaicos independientes, lo que además permite un análisis individualizado de cada orientación. De este modo, se podrán comparar las producciones de tres instalaciones orientadas de forma diferente y analizar y mostrar el porcentaje de pérdida en la generación con respecto a la orientación óptima.



Por otra parte, la inclinación de la cubierta es de 14°, una pendiente que no es la óptima para el rendimiento ideal de una instalación fotovoltaica en Galicia, donde se situaría en los 35°. Las razones de ello han sido la integración arquitectónica y la realización del estudio comparativo nombrado anteriormente.

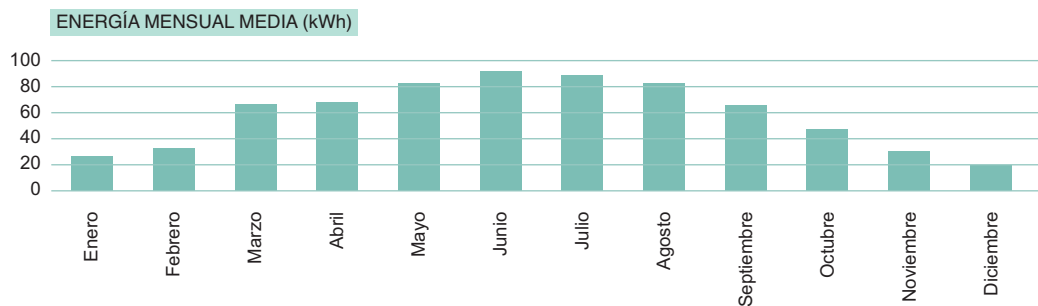
7.2.1. Estimación de la producción

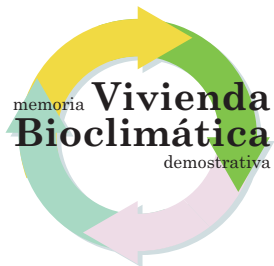
Estimando unas pérdidas en cuanto a inversor, cableado, suciedad, etc. de un 13% y unas pérdidas debido a la temperatura y reflexión angular de 7,9% y 3,2% respectivamente, obtenemos para cada una de las instalaciones los siguientes datos de producción:

MES	E MEDIA DIARIA (kWh)	E MEDIA MENSUAL (kWh)	IRRADIACIÓN MEDIA DIARIA (kWh/m ²)	IRRADIACIÓN MEDIA MENSUAL (kWh/m ²)
Enero:	0.84	26.1	1.46	45.4
Febrero:	1.21	33.9	2.06	57.7
Marzo:	2.06	64.0	3.54	110
Abril:	2.34	70.3	4.05	121
Mayo:	2.75	85.2	4.82	149
Junio:	3.12	93.5	5.55	167
Julio:	2.96	91.7	5.32	165
Agosto:	2.76	85.5	4.94	153
Septiembre:	2.14	64.3	3.78	113
Octubre:	1.50	46.4	2.61	81.0
Noviembre:	0.97	29.0	1.68	50.5
Diciembre:	0.64	19.9	1.14	35.4
TOTAL ANUAL:		710		1.250

Circuito Este

- ▶ Potencia: 738 W
- ▶ Orientación: Este
- ▶ Inclinación: 14°

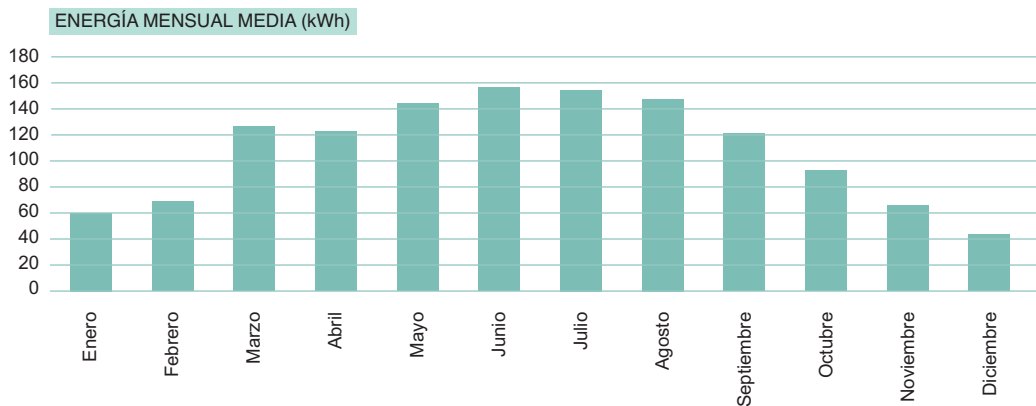


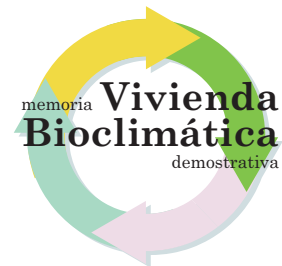


MES	E MEDIA DIARIA (kWh)	E MEDIA MENSUAL (kWh)	IRRADIACIÓN MEDIA DIARIA (kWh/m ²)	IRRADIACIÓN MEDIA MENSUAL (kWh/m ²)
Enero:	1.92	59.5	1.92	59.5
Febrero:	2.51	70.2	2.52	70.5
Marzo:	3.98	123	4.10	127
Abril:	4.17	125	4.35	130
Mayo:	4.72	146	5.00	155
Junio:	5.28	158	5.68	170
Julio:	5.04	156	5.47	170
Agosto:	4.87	151	5.27	163
Septiembre:	4.02	121	4.26	128
Octubre:	3.03	93.9	3.14	97.4
Noviembre:	2.15	64.5	2.17	65.2
Diciembre:	1.47	45.5	1.48	45.9
TOTAL ANUAL:		1.310		1.380

Circuito Sur

- ▶ Potencia: 1230 W
- ▶ Orientación: Sur
- ▶ Inclinación: 14°

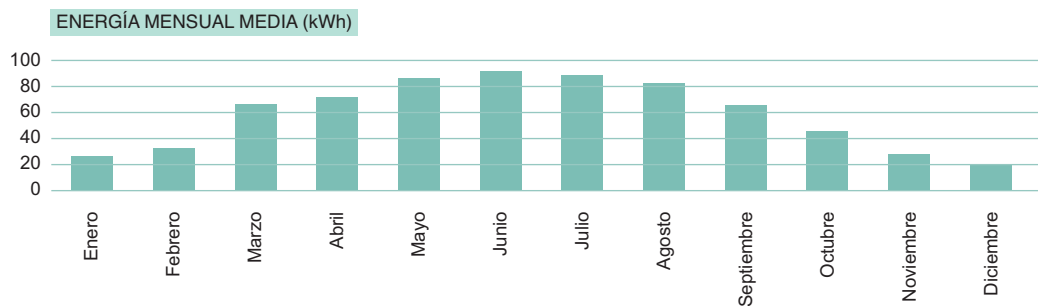




MES	E MEDIA DIARIA (kWh)	E MEDIA MENSUAL (kWh)	IRRADIACIÓN MEDIA DIARIA (kWh/m ²)	IRRADIACIÓN MEDIA MENSUAL (kWh/m ²)
Enero:	0.84	26.1	1.47	45.6
Febrero:	1.21	33.9	2.06	57.8
Marzo:	2.06	63.9	3.55	110
Abril:	2.34	70.1	4.05	121
Mayo:	2.74	85	4.82	149
Junio:	3.11	93.3	5.55	167
Julio:	2.95	91.5	5.32	165
Agosto:	2.75	85.3	4.95	153
Septiembre:	2.14	64.1	3.78	113
Octubre:	1.50	46.4	2.62	81.2
Noviembre:	0.97	29	1.69	50.7
Diciembre:	0.65	20.1	1.15	35.8
TOTAL ANUAL:		709		1.250

Circuito Oeste

- ▶ Potencia: 738 W
- ▶ Orientación: Este
- ▶ Inclinación: 14°



7.2.2. Paneles solares

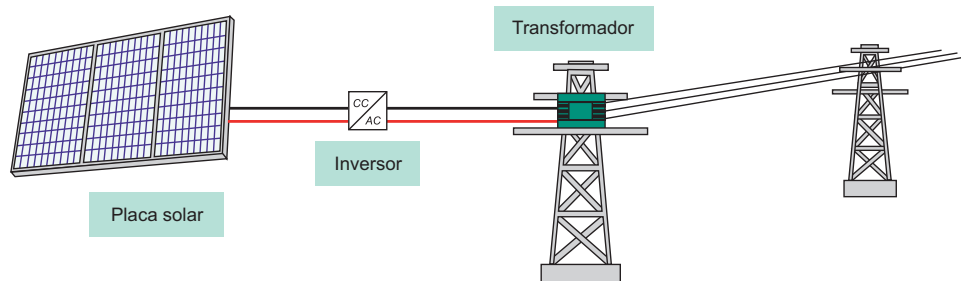
Son paneles fotovoltaicos de 123 W de potencia unitaria y 12,5 kg de peso. La potencia nominal de la instalación es de 2,7 kW. El voltaje a potencia nominal es de 17,6 V y la intensidad de 7 A. Las placas están fabricadas con silicio policristalino.

ZONA	Nº DE PANELES	POTENCIA (W _p)	DISPOSICIÓN
Este:	6	738	3 - 2 - 1
Sur:	10	1.230	4 - 3 - 2 - 1
Oeste:	6	738	3 - 2 - 1
TOTAL:	22	2.706	



7.2.3. Inversores

Toda la producción de las placas fotovoltaicas pasa por los inversores, cuya función principal es la de convertir la corriente continua que generan las placas en corriente alterna estándar 230V/50Hz. De esta forma, toda la energía eléctrica transformada en los paneles será entregada a la Red.



Inversor instalación Este y Oeste

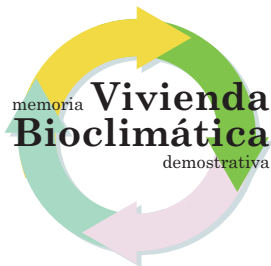
1 inversor por cada instalación. Sus características técnicas principales son:

ENTRADA EN CORRIENTE CONTÍNUA (CC)	
Potencia nominal a 25 °C	535 W
Potencia máxima a 25 °C	600 W
Voltaje máximo	155 V CC
Corriente nominal	8 A
SALIDA CORRIENTE ALTERNA	
Voltaje	85% ~ 110% Un (195 - 235 V)
Potencia nominal	525 W
Corriente máxima	2.25 A
Fusible	3.15 A
Frecuencia	49.5 ~ 50.5 Hz
Cos Phi	0.99
Consumo stand-by	< 0.05 W AC
Eficiencia europea	91%
Eficiencia máxima	93%
Conexión CA	Euro enchufe

Inversor instalación Sur

Sus características técnicas principales son:

ENTRADA EN CORRIENTE CONTÍNUA (CC)	
Potencia nominal	1.210 W
Potencia máxima a 25 °C	1.350 W
Voltaje máximo	400 V
Corriente nominal	10 A
SALIDA CORRIENTE ALTERNA	
Potencia nominal de salida	1.000 W
Potencia máxima de salida	1.100 W
Corriente máxima de salida	5,6 A
Fusible	16 A
Frecuencia nominal de trabajo	50 - 60 Hz
Cos Phi	1
Consumo stand-by	< 4 W
Eficiencia europea	91,6%
Eficiencia máxima:	93%



7.3. Consumos eléctricos de la vivienda

Todos los consumos eléctricos de la vivienda serán alimentados por la red general de distribución eléctrica que llega al parque. En todos los sistemas de consumo eléctrico se buscará la mayor eficiencia energética, teniendo en cuenta las finalidades y posibilidades demostrativas, divulgativas e investigadoras.

7.3.1. Iluminación

En la medida de lo posible se aprovechará la iluminación natural que recibe la vivienda gracias a las ventanas en las fachadas Este, Oeste y a la galería de la zona Sur. Para apoyar este sistema natural, se situarán puntos de luz interior y exterior. Esta iluminación artificial se realizará con lámparas distintas, donde encontraremos presentes lámparas de bajo consumo, leds, bombillas incandescentes, halógenas, etc. que servirán para realizar un estudio comparativo de consumos, rendimientos, luminosidad, etc.

Algunos de los sistemas de iluminación que utiliza la vivienda, aún siendo eficientes por el tipo de lámpara utilizada (fluorescentes compactas y halogenuros metálicos con rendimientos de 60-91 lm/W), llevan acoplados balastos electrónicos, unos dispositivos auxiliares de control que los hacen todavía más eficaces.

El balasto es el componente que regula el consumo de corriente de la lámpara a sus parámetros óptimos. Cuando el balasto es electromagnético (el más común) suele conocerse como reactancia. Desde el punto de vista de la eficiencia energética existen varios tipos de balastos, pero a grandes rasgos, los podemos clasificar en dos grupos, electromagnéticos y electrónicos, con los siguientes rangos de pérdida de energía asociados a los siguientes tipos de lámparas presentes en la vivienda bioclimática:

	ELECTROMAGNÉTICO (ESTÁNDAR)	ELECTRÓNICO
FLUORESCENTES	20 - 25%	8 - 11%
HALOGENUROS METÁLICOS	14 - 20%	6 - 8%


FUENTE: IDAE

Al mismo tiempo, los balastos electromagnéticos necesitan adicionalmente de otros dispositivos necesarios para el correcto funcionamiento de la lámpara: **arrancador o cebador** (para proporcionar la tensión requerida para el cebado de la lámpara) y **condensador** (para corregir el factor de potencia a los valores definidos en normas y reglamentos). La presencia de estos dos dispositivos incrementa las pérdidas de energía al balasto electromagnético en un 0,8-1,5% y 0,5-1% respectivamente.

Además de la mejora en la eficiencia energética, otras ventajas de los balastos electrónicos sobre los electromagnéticos a tener en cuenta son las siguientes:

- Incremento de la vida de la lámpara en un 50%.
- Reducción de la tensión pico.
- Encendido instantáneo y sin destellos.
- Aumento del confort interior al evitarse el parpadeo producido por los balastos electromagnéticos.
- Reducción de la temperatura de la lámpara, facilitando que no supere su temperatura óptima de funcionamiento.
- Menor riesgo de incendio al reducirse la temperatura del equipo y de la lámpara.
- Reducción de la carga térmica del edificio.
- El flujo luminoso se mantiene constante a lo largo de toda la vida de los tubos.
- Conexión más sencilla.
- Factor de potencia próximo a la unidad.
- Menor peso.
- No es necesario sustituir el cebador cada vez que se cambia la lámpara.

En los últimos años se han introducido en el mercado nuevos balastos electrónicos con tecnología más avanzada. Uno de los más interesantes es el llamado balasto electrónico regulable o "dimable", que permite la regulación del flujo luminoso de la lámpara. Esto ha llevado a establecer una clasificación que se basa en el consumo del conjunto balastolámpara, similar a la clasificación energética de electrodomésticos o bombillas. Este parámetro se define como EEI (Índice de Eficiencia Energética), y comprende las siguientes categorías:

A1 - Electrónico regulable	 <p>+ eficiente</p> <p>- eficiente</p>
A2 - Electrónico de bajas pérdidas	
A3 - Electrónico estándar	
B1 - Electromagnético de pérdidas moderadas	
B2 - Electromagnético de bajas pérdidas	
C - Electromagnético de pérdidas moderadas	
D - Electromagnético de altas pérdidas	

(EIRD 838/2002 estableció la prohibición de fabricación y comercialización de los tipos C y D desde el año 2002)



Los balastos electrónicos de la vivienda son balastos electrónicos regulables, que permiten la regulación del flujo luminoso de la lámpara y nos proporcionan las siguientes ventajas:

- ▶ **MAYOR AHORRO ENERGÉTICO:** Recordamos que la presencia del balasto convencional supone unas pérdidas de energía adicionales del 14-25%, dependiendo del tipo de lámpara utilizada. Si a esto le sumamos que estos balastos necesitan cebador y condensador, la eficiencia de las lámparas disminuye en 1,3-2,5%.
- ▶ **POSIBILIDAD DE REGULACIÓN:** Existen ya en el mercado mecanismos que permiten una variación del flujo luminoso del 3% al 100% y que posibilitan, además, la conexión de varios tipos de lámparas y potencias. Se calcula que con estas medidas se puede llegar a un ahorro energético del 60%. La regulación luminosa es muy interesante en varias zonas de la vivienda:

Plataforma central:

Uno de los usos de esta zona es como sala de proyecciones. Este sistema de control permite la regulación progresiva del flujo luminoso de las lámparas mediante balastos electrónicos regulables con mando a distancia o/e interruptores manuales.

En esta zona cobran especial relevancia instalaciones presentes en la cubierta o próximas a ella (ventiladores, extracción en chimenea, etc.). Esto puede suponer que a determinados miembros de grupos de visitantes les resultase molesto mirar hacia estas zonas, ya que podrían verse deslumbrados al estar situados bajo uno de estos focos de luz. Este problema puede minimizarse con la regulación del flujo luminoso que permiten estos balastos electrónicos.

Galería Sur y Pasillos Este y Oeste:

Son las áreas de la vivienda que más aporte de luz natural reciben. Por este motivo, la utilización de lámparas con balastos electrónicos regulables controlados por una fotocélula, permiten variar la aportación del flujo luminoso emitido por las lámparas en función de la variación de la luz natural hasta conseguir un nivel de luz prefijado. Este mecanismo contribuye, además, a potenciar uno de los objetivos que persigue nuestra vivienda: mostrar a nivel doméstico las capacidades que brinda la domótica a la hora de gestionar los recursos energéticos.

Por otro lado, con el fin de divulgar las posibilidades que existen de realizar un uso responsable de la energía en la iluminación, se han implementado en la vivienda lámparas eficientes de tecnologías poco conocidas actualmente, pero con una gran proyección de uso en el futuro. El análisis de sus parámetros en un uso real y cotidiano, contribuye a reforzar el carácter científico e innovador con el que nació este proyecto. Citamos a continuación algunos ejemplos que consideramos interesantes:



TECNOLOGÍA LED: Ofrecen varias posibilidades de instalación: downlights, bombillas, fluorescentes... En el caso de esta vivienda se dispone de leds de señalización en escalones, pasillos, etc.

MECANISMOS DE CAPTACIÓN DE LUZ NATURAL: Para estancias “ciegas” (Baño 1), que canalizan la luz solar desde el tejado de la vivienda al interior de la estancia. Además, se combina con un sistema de iluminación artificial mediante la instalación de una fotocélula, que activará el encendido progresivo de la lámpara cuando no sea suficiente la iluminación natural.



7.3.2. Electrodomésticos eficientes

La instalación de los electrodomésticos y su elección también se guió por los objetivos del proyecto. Así la lavadora, lavavajillas, frigorífico, cocina y horno son eficientes y se analizarán sus consumos y etiquetados energéticos, entre otros.

De este modo, los criterios seguidos en la elección de los electrodomésticos fueron los siguientes:

- ▶ Consumo energético - Etiquetado energético eficiente (A o superior).
- ▶ Pertener al fabricante al Ranking de Eficiencia Energética de fabricantes de electrodomésticos (WWF-ADENA).
- ▶ Imprescindible estar incluidos en la base de datos de electrodomésticos eficientes del IDAE.
- ▶ Recomendaciones de compra de la OCU (Organización de Consumidores y Usuarios).
- ▶ Consumo de agua eficiente en lavadoras y lavavajillas (A).

- ▶ Electrodomésticos consumidores de agua con entrada bitérmica (agua fría/agua caliente).
- ▶ Lugar de fabricación (en la mayoría de los aparatos, las factorías están en diversos puntos de España).
- ▶ Empresas fabricantes con sistemas de gestión medioambiental.
- ▶ En el caso de la vitrocerámica, se buscó un modelo mixto de inducción y electricidad con dos focos de calor de cada tecnología de la misma potencia, para que las posibles comparaciones empíricas sean lo más reales posibles.
- ▶ En el caso del frigorífico, se eligieron dos modelos con las mismas características, pero de distinta clasificación energética para poder hacer comparaciones realistas. De este modo, los modelos seleccionados son clase A++ y clase A.

Finalmente, los electrodomésticos seleccionados para la vivienda son los siguientes:



- ▶ Frigorífico Combi (Clasificación energética A++)
- ▶ Frigorífico Combi (Clasificación energética A)
- ▶ Lavavajillas bitérmico (Clasificación energética AAA)
- ▶ Lavadora bitérmica (Clasificación energética AAC)
- ▶ Horno (Clasificación energética A)
- ▶ Vitrocerámica (mixta de inducción y eléctrica)

La vivienda también dispone de distintos aparatos frecuentes en los hogares y que derrochan energía en forma de consumos en espera y ocultos. De este modo se analizarán TV, CPU, cargadores, etc.

7.3.3. Otros consumos eléctricos

Otros consumos eléctricos de la vivienda serán debidos a la calefacción: electroválvulas, bombas de circulación, bomba de calor, caldera de biomasa, a la domótica, motores de persianas, ventanas, estores, venecianas, ventiladores de tejado y de suelo, refrigerador evaporativo, aerotermo, ordenadores, analizadores, etc.

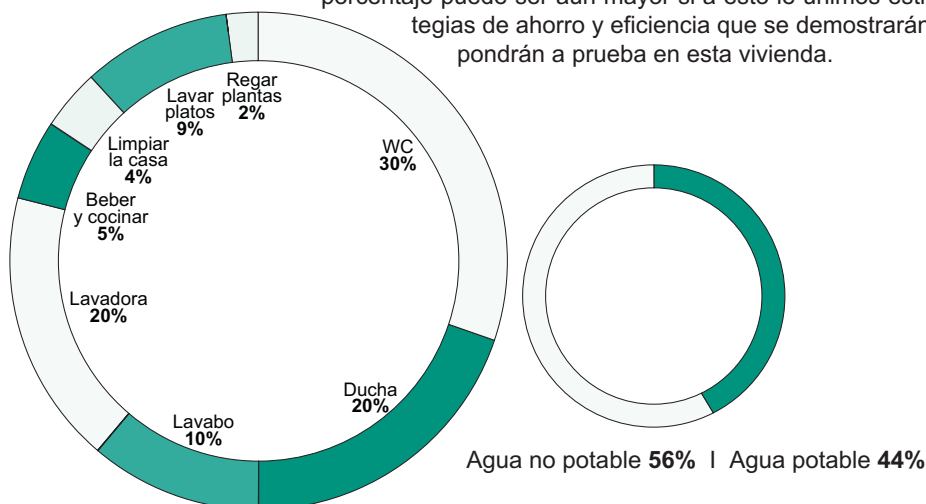
8.1. Sistemas de abastecimiento, tratamiento y recuperación

Queremos comenzar este apartado con varias reflexiones que, entendemos, refuerzan la necesidad de tomar conciencia del problema del agua:

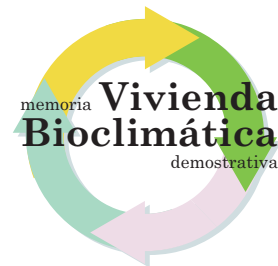
- ▶ Solo el 3% del agua del Planeta Tierra es dulce y menos de un 1% es apta para el consumo humano.
- ▶ En el año 2050 se prevé que 8 de cada 10 personas sufran su escasez.
- ▶ Somos el país de la UE que más agua consume por habitante y año.
- ▶ Un 30% del Planeta sufre desertización.
- ▶ A nivel local, en Galicia, no existe una cultura de uso racional de este bien tanpreciado e importante para la vida de los seres vivos, muy posiblemente porque consideramos el agua abundante e inagotable.

Teniendo en cuenta estos datos, dentro de este proyecto se hará especial utilización y divulgación del uso eficaz del agua que provendrá de distintas fuentes. Para usos higiénicos y consumo se aprovechará el agua del pozo que sirve de abastecimiento al edificio ya existente. Para otros usos se utilizarán aguas pluviales y se reciclarán aguas grises.

Observemos en estas gráficas como más de la mitad del agua que consumimos habitualmente en una vivienda normal es no potable. Teniendo esto en cuenta, la reutilización del agua puede suponer un ahorro de un 56% del agua consumida. Este porcentaje puede ser aún mayor si a esto le unimos estrategias de ahorro y eficiencia que se demostrarán y pondrán a prueba en esta vivienda.



Fuente: Agenda de la Construcción Sostenible



1. Introducción y justificación
2. Financiación
3. Barreras y dificultades
4. Proyecto
5. La vivienda en detalle
6. Funcionamiento bioclimático e instalaciones térmicas
7. Instalaciones de generación eléctrica y consumos
8. Gestión de agua
9. Monitorización y control
10. Espacio divulgativo
11. Código técnico de la edificación
12. Certificación energética



A continuación explicamos brevemente los distintos sistemas de abastecimiento, tratamiento y recuperación de aguas.

8.1.1. Agua de abastecimiento proveniente del pozo

Este manantial abastece al edificio divulgativo de Sotavento y ha sido aprovechado mediante un pozo de barrena situado

a 200 m al norte de la vivienda. Mediante el consiguiente entronque, el agua sirve para abastecer en la vivienda los siguientes usos:

- Instalaciones térmicas
- Lavabo del Baño útil (baño 1)
- Cocina

Lavabo, bañera y ducha del baño demostrativo (baño 2)

8.1.2. Aguas pluviales

La recogida de aguas pluviales de los tejados de la vivienda se realiza mediante canalones y bajantes de cobre. Esta agua es conducida por una canalización subterránea que, por desnivel, descarga en la arqueta de aguas pluviales situada en el cobertizo norte. Cuando los niveles de las aguas pluviales sean mínimos, este depósito será alimentado con el agua del pozo descrito en el apartado anterior. Posteriormente es filtrada y mediante una bomba es enviada a:

- Estanque bioclimático de la galería sur
- Inodoro del baño útil (baño1)
- Riego exterior de jardines

Se estima que la recogida anual de este sistema, en este emplazamiento, ascienda a 266.916,4 L.

8.1.3. Aguas grises

El agua evacuada por los desagües de la ducha, bañera y lavabo del baño demostrativo (baño 2) es recogida en una arqueta situada bajo el suelo y enviada posteriormente para la carga de la cisterna del inodoro de dicho baño. La canalización irá a la vista para potenciar la divulgación de un sistema que puede conseguir un ahorro de unos 50 litros por persona y día según el Ministerio de Medio Ambiente. Es decir, aproximadamente el 25% del consumo diario de agua de una vivienda normal puede ahorrarse mediante este sistema.

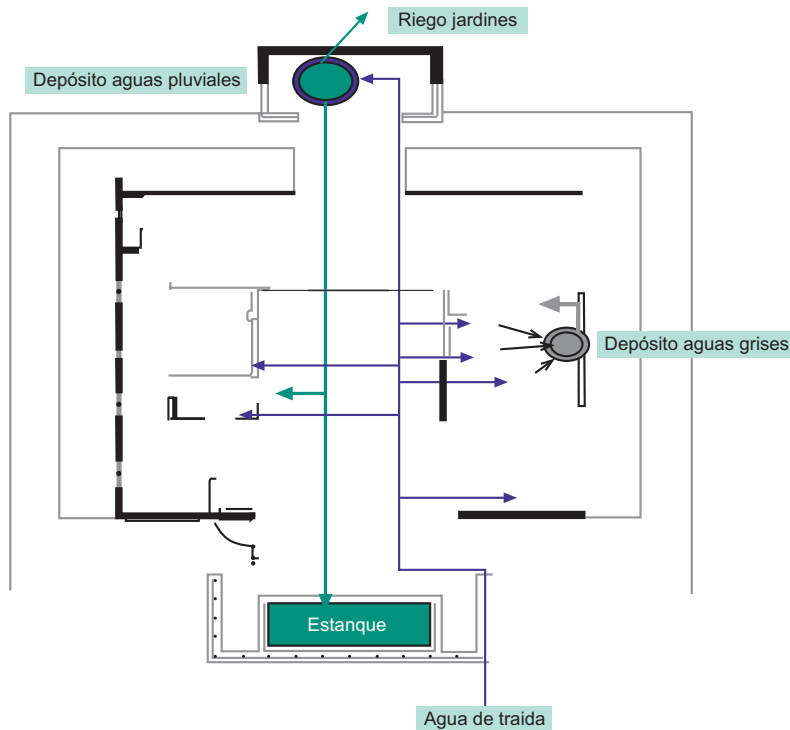
Para dimensionar correctamente el sistema es fundamental el depósito de recogida, cuyo tamaño se calcula en función del número de personas que habitan la vivienda o de los usuarios de las instalaciones, para llegar a un equilibrio entre el espacio utilizado y la capacidad del mismo.

8.1.4. Aguas fecales

Las aguas fecales de los baños y de los desagües de la cocina son conducidas a una unidad de tratamiento enterrada a 50 m en la zona este de la vivienda.

Sistemas de distribución

Adjuntamos a continuación un plano simplificado de la instalación y distribución de agua:



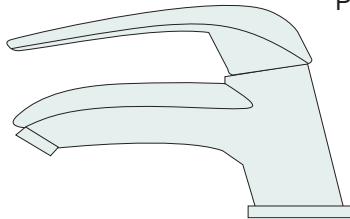


8.2. Sistemas de ahorro

Estos sistemas se implementarán en los dos baños que posee el edificio. En el baño demostrativo (baño 2) cobran mayor importancia al tener la posibilidad de mostrar, a todas las personas interesadas, los distintos sistemas y estrategias utilizadas, relativas al uso responsable del agua. Así la grifería, sanitarios, reutilización de aguas grises, etc. serán objeto de estudio, ejemplificación y divulgación en esta zona.

8.2.1. Grifería Grifos monomando

En ellos, la apertura, cierre y mezcla de agua se realizan mediante una sola palanca. De este modo la selección de temperatura requiere menos tiempo y en consecuencia se reduce el consumo de agua derivada de su regulación.



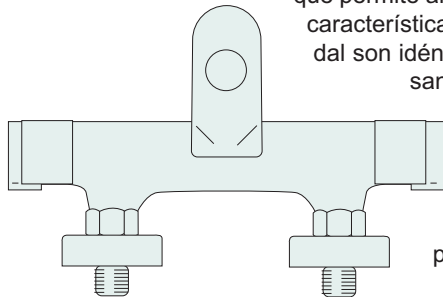
Por otro lado, su interior está formado por piezas cerámicas con una pequeña holgura entre ellas que garantiza la práctica supresión de fugas y goteos.

En el baño demostrativo se situarán en los lavabos dos piezas exactamente iguales de estas características, con la única diferencia de que una de ellas dispondrá de un sistema de ahorro (aireador), más eficiente que el otro.

La bañera de este mismo baño también dispondrá de un grifo monomando con limitador ecológico de caudal y aireador tipo "Mousseur".

Grifos termostáticos

La ducha del baño demostrativo (baño 2) dispondrá de un grifo termostático que permite ahorrar agua con mayor comodidad para el usuario. Su principal característica es que, cada vez que se abre el grifo, la temperatura y el caudal son idénticos a la última vez que se utilizó. Esta opción es muy interesante para emplear en la ducha, puesto que se puede abrir el grifo sin temor a que el agua de la tubería se haya enfriado, pudiendo aplicar otros hábitos eficientes como enjabonarse con el agua cerrada. También se consigue reducir el gasto energético debido a que, los grifos termostáticos, incluyen un sistema de bloqueo que evita que el agua salga a una temperatura superior a los 38 °C aproximadamente.



Las características previstas para este grifo termostático son las siguientes:

Caudal medio ducha:	11,6 (L/min)
Caudal ducha agua fría total:	10,7 (L/min)
Caudal ducha agua a 34 °C:	12 (L/min)
Caudal ducha agua a 38 °C:	12,1 (L/min)
Caudal ducha agua a 42 °C:	12,1 (L/min)
Caudal ducha agua caliente total:	11 (L/min)
Variación de temperatura al disminuir la presión del agua	0,2 °C

8.2.2. Sanitarios

Los inodoros con cisterna tienen limitado el volumen de descarga por normativa europea con un consumo máximo de 9L/descarga. Existen en el mercado dos mecanismos principales de descargas: descargas que se pueden interrumpir o dobles descargas.

Este último sistema será el empleado en la vivienda y tiene la posibilidad de elección de descarga mediante dos botones, uno más pequeño que otro. El mayor de ellos descarga en su utilización 6 L de agua, mientras que el de menor tamaño descarga la mitad, 3 L. Su uso puede, según el IDAE, reducir el consumo de agua de la cisterna de nuestro inodoro hasta en un 40%.

Este sistema, unido a la reutilización de aguas grises, constituye uno de los sistemas de ahorro utilizados en esta zona de la vivienda.



8.2.3. Electrodomésticos consumidores de agua

El uso de agua en los electrodomésticos supone el 20% del consumo total de agua en el sector doméstico, por lo que la compra de electrodomésticos clase A o superior conllevará a un ahorro tanto energético como de agua. Existe un etiquetado específico de uso de agua y de otras características propias de las funciones de los distintos aparatos. Como ejemplo, veamos los resultados del cuadro que sigue, donde se compara un lavavajillas clase A con uno clase C en cuanto a uso del agua:

	CONSUMO DE AGUA POR LAVADO	CONSUMO DE AGUA ANUAL *
CLASE A	14 litros	5.040 litros
CLASE C	18 litros	6.480 litros

* calculado con siete lavados semanales



Veamos más detenidamente la información que nos da cada una de las secciones de la etiqueta energética, en este caso de una lavadora, y que fueron decisivos en la elección de los aparatos de la vivienda, tanto desde el punto de vista de la propia eficiencia, como desde el aprovechamiento divulgativo..

The image shows a detailed energy label for a washing machine. The label is rectangular with a blue border and contains the following information:

- Top Header:** The European Union flag, the word "ENERG" in large letters, and the word "energy" in multiple languages (Y UA, IE IA).
- Brand and Model:** A line with a vertical bar and a double vertical bar, representing the brand name and model number.
- Efficiency Scale:** A vertical scale of energy efficiency classes from A+++ (top, green) to D (bottom, red). A black arrow points to the A+ class.
- Annual Energy Consumption:** A box containing "XYZ kWh/annum".
- Water Consumption:** A box with a faucet icon and "VWXYZ L/annum".
- Capacity:** A box with a t-shirt icon and "Y,Z kg".
- Spin Efficacy:** A box with a t-shirt icon and "ABCDEFG".
- Noise:** Two boxes with speaker icons and "YZdB".
- Bottom Left:** The number "2010/1061".

Callouts from the right side of the image point to specific parts of the label:

- Nombre o marca comercial del proveedor
- Identificación del modelo
- A la derecha de esta información, en blanco sobre fondo negro, se destaca la calificación del aparato con una de las letras, a la altura de la puntuación obtenida. Si es A+++ se ubicará la letra en el puesto más elevado, mientras que si es A, se situará en la mitad de la escala. Esto permite comparar en qué puesto se encuentra, si está en la mejor posición de la clasificación, la peor o intermedia.
- Después se muestra el consumo anual de energía.
- En la parte inferior se destacan las características más importantes del aparato por medio de pictogramas. A partir de ahora, debe incluirse la declaración de ruido en los artículos en los que este sea un factor determinante.
- En el caso de lavadoras se indica el consumo anual de agua, los kilos de ropa que permite lavar, la clase de eficacia del centrifugado y la emisión de ruidos.



1. Introducción y justificación
2. Financiación
3. Barreras y dificultades
4. Proyecto
5. La vivienda en detalle
6. Funcionamiento bioclimático e instalaciones térmicas
7. Instalaciones de generación eléctrica y consumos
8. Gestión de agua
- 9. Monotorización y control**
10. Espacio divulgativo
11. Código técnico de la edificación
12. Certificación energética

La monitorización es una tarea fundamental en este proyecto, consistente en la toma de datos acerca del comportamiento de los componentes bioclimáticos y energéticos del edificio. El conocimiento adquirido de este modo se sistematizará y se utilizará para validar los códigos de simulación y para elaborar documentos y guías de diseño que permitan corregir los errores y mejorar la producción futura en la edificación de alta eficiencia energética.

Esta toma de datos supera a la específica del sistema de control del edificio, ya que requiere ser más minuciosa y precisa, de modo que aporte datos que resulten útiles para un desarrollo científico. La tarea estará coordinada por el CIEMAT.

En este proyecto se monitorizarán, por un lado, los aspectos higrotérmicos y energéticos relativos al funcionamiento de los edificios de investigación en relación con el confort humano, tanto en la parte arquitectónica como de las instalaciones, y por otro, las características de calidad del aire interior en dichos edificios.

Tras la construcción y puesta a punto de las diferentes instalaciones, en las condiciones reales de uso de los dos emplazamientos previstos, y teniendo en cuenta su finalización en momentos distintos, se realizará el análisis energético y se estudiará el confort térmico de los mismos, estudiando también la influencia del emplazamiento (climatología) de cada uno de ellos, así como la calidad del aire interior que existe en diferentes zonas con diferentes usos.

Se pretenden constatar los valores teóricos obtenidos con los experimentales tomados en condiciones reales de uso. La monitorización también permite analizar los niveles de confort alcanzados en situaciones de uso reales, respecto a los correspondientes consumos energéticos empleados en el acondicionamiento de los edificios.

Es decir, con la evaluación energética obtenida en condiciones reales de uso mediante esta monitorización, se obtienen las características térmicas de cada contenedor de investigación a partir de su respuesta a las diferentes excitaciones exteriores (radiación solar, temperatura, viento, humedad, energía auxiliar,...).

La evaluación energética empírica (experimental) o monitorización se realiza a través de la medida de la respuesta energética del edificio a las condiciones exteriores, siendo de gran utilidad en auditorías energéticas, en la depuración de modelos teóricos o en la caracterización de edificios a través de una diagnosis de malfunciones.

Una vez conocida la respuesta térmica del edificio bajo diferentes condiciones, por simulación, y determinados cuáles son los flujos energéticos críticos, se puede definir qué tipo de experimentos, cuántas variables y con qué precisión y frecuencia deben ser medidos. Posteriormente se instalan los sensores y se pone en marcha la campaña de medidas, ejecutando los experimentos prediseñados. El almacenar los datos de forma muy racional es indispensable para una correcta evaluación posterior.

El resultado de este apartado será un documento con la metodología para la caracterización energética, diagnóstico y predicción del comportamiento energético de los edificios a largo plazo.

9.1. Sistema informático integral de Sotavento

Partiendo de los objetivos recogidos en este documento, se ha desarrollado un importante sistema de gestión, control y visualización de datos en tiempo real. Gracias a él, podremos comprobar el comportamiento de diferentes elementos, tanto constructivos como energéticos, así como la interacción entre los mismos. El complejo sistema de control dispondrá las instrucciones necesarias para que las diferentes instalaciones energéticas y elementos móviles de la vivienda consigan la mayor eficiencia energética y el mayor confort. Además, ese mismo sistema será capaz de simular condiciones del tiempo que permitan visualizar distintos comportamientos instantáneos de la vivienda ante variables externas. Por último, mostrará desde un punto de vista divulgativo, las características, cualidades, funcionamientos y rendimientos de todos los elementos que constituyen esta vivienda. Para facilitar su explicación, dividiremos este apartado en varias secciones:

9.1.1. Captura y almacenamiento de datos

La vivienda cuenta con un amplio número de sensores instalados estratégicamente que permiten comprobar todos los aspectos y comportamientos destacables de la misma, las cualidades bioclimáticas y bioconstructivas, las instalaciones renovables, los sistemas de gestión del agua, etc. Las diferentes señales provenientes de los elementos de la vivienda y de sus instalaciones energéticas se integran en una única base de datos, donde se almacenan para poder realizar a posteriori distintos análisis, informes, ordenar actuaciones, investigar comportamientos, etc. Resumidamente se capturan los siguientes datos:

- ▶ **Datos climáticos exteriores completos** (radiación sobre superficie horizontal y sobre superficie vertical a S, E, O y N; temperatura en cubierta y junto a cada una de las fachadas S, E, O y N; humedad relativa, temperatura, dirección y velocidad de viento; nivel de iluminación, etc.).
- ▶ **Datos ambientales interiores** (temperaturas y humedades relativas de las distintas zonas y a distintas alturas para ver efectos de zonificación y estratificación, niveles de iluminación...).
- ▶ **Temperatura de los diferentes cerramientos**, tanto superficiales como en las distintas capas de su interior, así como transmitancias térmicas.



- ▶ Estado y valores de las variables principales de todos los componentes energéticos, tanto interiores como exteriores: sensores de temperatura en captador geotérmico y en componentes de instalaciones térmicas (idas/retornos: paneles solares, acumuladores, aerotermos, suelo radiante, caldera biomasa, bomba calor geotérmica, ACS, etc.), medidores de consumo energético en bombas y componentes eléctricos, medidores de producción eléctrica en paneles solares fotovoltaicos y miniaerogenerador, consumos de agua, etc.
- ▶ Datos referidos a la gestión del agua: Cantidad de agua recogida, niveles, históricos, etc.

9.1.2. Sistema de control integral: Domótica

Se considera que una vivienda es domótica si en ella hay equipos automatizados que tienen la capacidad de comunicarse interactivamente. Las aplicaciones de la domótica son varias: confort, seguridad, gestión de energía, comunicaciones, etc.

En arquitectura bioclimática, la aplicación más interesante de la domótica es la **gestión de energía**: la domótica no va a incrementar la eficiencia de aparatos o lámparas, sencillamente es el equivalente a tener una persona que se preocupa de que no queden ventanas abiertas cuando está la calefacción encendida, de que la temperatura de la vivienda sea la óptima para equilibrar confort y consumo, de que no queden luces encendidas sin necesidad, de que se bajen las persianas cuando haya excesiva radiación solar, etc.

Este software, realizado específicamente para este proyecto, permite la optimización energética de la vivienda manteniendo siempre el confort interior. Basándose en las informaciones capturadas y descritas en el apartado anterior, un control central emite instrucciones jerarquizadas a todas las instalaciones energéticas y elementos móviles de la vivienda. Este complejo proceso lleva asociado un desarrollo previo de algoritmos que determinarán las instrucciones a dar a cada uno de los elementos antes referenciados con el objetivo final de que dentro de la vivienda “haga bueno” con el menor coste energético posible. Por tanto, la domótica alcanza en este proyecto el valor más completo y amplio de su definición.

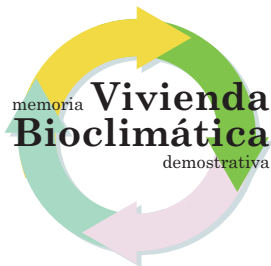
9.1.3. Análisis e informes

Este apartado será de gran importancia como apoyo a las tareas que realizará el CIE-MAT, ya que permitirá el análisis de resultados reales obtenidos en el funcionamiento diario de la vivienda. Podrá realizar, además, simulaciones del comportamiento de la vivienda al realizar cambios en el funcionamiento de sus instalaciones, en las condiciones climatológicas exteriores, al introducir nuevos elementos en la misma, extrapolar resultados, etc. Esto posibilitará, no sólo al público en general, sino al sector de la construcción e instalación, disponer de una herramienta muy útil para realizar pruebas, analizar resultados y, en definitiva, producir mejoras.

9.1.4. Visualización, divulgación y formación

Se permitirá la visualización en tiempo real de las diferentes variables capturadas, así como estudiar históricos, simular situaciones, realizar gráficas, ver el rendimiento individual de cada operación, etc., todo ello a través de un entorno muy visual e intuitivo. En resumen, la vivienda mostrará interactivamente todos sus elementos, profundizará en sus características, comprobará sus rendimientos y nos explicará, a través de herramientas informáticas exclusivas, las ventajas de este tipo de construcciones responsables con el medio ambiente. Para su realización se utilizará un equipo multidisciplinar formado por educadores, ingenieros e informáticos que desarrollarán estas aplicaciones bajo premisas didácticas y divulgativas, pero no exentas de la necesaria rigurosidad científica.





1. Introducción y justificación
2. Financiación
3. Barreras y dificultades
4. Proyecto
5. La vivienda en detalle
6. Funcionamiento bioclimático e instalaciones térmicas
7. Instalaciones de generación eléctrica y consumos
8. Gestión de agua
9. Monotorización y control
- 10. Espacio divulgativo**
11. Código técnico de la edificación
12. Certificación energética

Uno de los objetivos principales de la vivienda es trasladar y divulgar, a todas las personas interesadas, conceptos y fundamentos de la bioconstrucción, bioclimatismo y sostenibilidad, a través de una propuesta demostrativa real que permite la comprobación de sus ventajas desde un punto de vista económico, energético y de la calidad de vida.

De este modo, la vivienda tiene como especial característica la perfecta coordinación interdisciplinar entre la arquitectura, ingeniería, informática y pedagogía, lo que permite incidir sobre cada uno de los aspectos importantes de la misma desde diferentes perspectivas. Este hecho ha posibilitado la consecución de un proyecto con un marcado carácter demostrativo en el que se aglutinan multitud de elementos constructivos, energéticos y eficientes, con el fin de constituirse en un ejemplo de buenas prácticas. Por otro lado, ha facilitado la creación de una instalación atractiva para toda la población independientemente de sus intereses y formación previa.

La vivienda, acerca al visitante el significado de conceptos bioclimáticos de una manera empírica, demostrando su funcionamiento y los resultados que consiguen. El fin último es que cada persona conozca las posibilidades que ofrecen este tipo de viviendas y su aportación de cara a alcanzar un modelo de desarrollo sostenible en nuestra sociedad.

Otra de las metas perseguidas es la de ofrecer a determinados sectores una instalación demostrativa abierta que permita conocer el comportamiento y funcionamiento de esta variedad de soluciones, materiales e instalaciones, de tal forma que sirva de herramienta formativa, demostrativa y ejemplarizante.

Por tanto, permitirá al visitante comprender y reflexionar sobre la importancia de este tipo de iniciativas, así como comprobar que estas edificaciones no sólo son económicamente factibles, sino que además son deseables por sus valores estéticos, ambientales, y por la calidad de vida que proporcionan.

1. Diseño atractivo e innovador

Sin perder de vista los contenidos conceptuales desde el punto de vista bioclimático, se ha buscado un diseño atractivo e innovador. La vivienda posee dos cuerpos claramente diferenciados definidos mediante cubiertas a cuatro aguas. El menor de ellos organiza la entrada y cubre un espacio adecuadamente protegido que contiene un estanque con funciones de aumento del rendimiento solar. El mayor se divide en dos niveles, uno de ellos con cota a nivel del terreno (plataforma central) y otro a un nivel inferior (-0,34 metros) a ambos lados.

2. Diseño interior

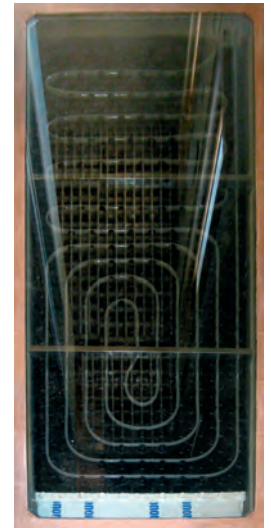
El interior de la vivienda se concibe como espacio escénico, con una plataforma central elevada respecto al perímetro. A la vez, se procura que sea un espacio acogedor y similar a una vivienda habitual. También se ha considerado importante que el interior de la vivienda pueda actuar como espacio de estancia y relación, aspectos que pueden cumplirse gracias a la flexibilidad de uso de la **plataforma central** que permite una utilización diversa con funciones como aula para presentaciones, comedor o espacio de estancia. Todas las zonas están diseñadas y acondicionadas de tal manera que facilita, en la medida de lo posible, la visión de las diferentes partes y sistemas para grupos de hasta 15 personas. Otra de las características principales es la creación de un espacio de circulación externa a la plataforma central que permite la secuenciación de los distintos contenidos que se encuentran en la vivienda, de tal forma que se induce a una circulación perimetral que finaliza en el salón elevado de la misma. Para conseguir el efecto “descubrimiento gradual” deseado, la opacidad en paredes y puertas es característica en esta circulación. Ya en el salón, de manera automática, la vivienda se “abrirá” desplazando tabiques y puertas móviles que permitirán la visión general del conjunto.

3. Elementos e instalaciones visibles

La vivienda dispondrá de distintos instrumentos de difusión. Los propios materiales, las soluciones constructivas, las instalaciones energéticas y los aislamientos forman parte de estos instrumentos. Los sistemas más novedosos, como muros Trombe, aislantes Rockwool, refrigerador evaporativo, gestión de aguas grises en el baño o suelo radiante, incluyen cortes y transparencias para que el visitante comprenda mejor su estructura y funcionamiento.

Las instalaciones exteriores de energías renovables (paneles solares, mini aerogenerador, superficie de captación geotérmica...) también son visibles, ya sea en la propia estructura de la vivienda o en su entorno. La sala de instalaciones renovables dedicadas a proporcionar calor, está diseñada para facilitar su visita. Del mismo modo, la estancia que contiene los componentes interiores de las instalaciones renovables dedicadas a generación eléctrica (inversores, cuadros de protección, etc.) también es accesible.

Todas estas zonas disponen de aplicaciones informáticas exclusivas que permiten monitorizar y recoger datos técnicos acerca del funcionamiento, rendimientos, etc de sus elementos. De esta forma, es posible mostrar dichos resultados al público de forma atractiva y adaptada a sus conocimientos previos. En el siguiente apartado realizaremos una breve descripción de estos sistemas de difusión.





4. Medios de demostración y difusión

Como hemos mencionado, los propios elementos constructivos e instalaciones de la vivienda se complementarán con medios de demostración y difusión adecuados al uso de la misma. Aplicaciones exclusivas apoyarán las explicaciones con datos en tiempo real, históricos, simulaciones, fotos de la construcción y montaje, control de domótica, etc. La colocación y contenido de las pantallas está dividida en tres grandes bloques que siguen una secuencia predeterminada a través de las estancias de la vivienda:

PANTALLA 1 (galería Sur): Introducción + Bioclimatismo.

PANTALLA 2 (dormitorio): Bioconstrucción.

PANTALLA 3 (sala de instalaciones térmicas): Instalaciones energéticas.

PANTALLA 4 (sala de instalaciones eléctricas): Instalaciones energéticas.

PANTALLA 5 (baño 2): Eficiencia en el uso de los recursos (agua).

PANTALLA 6 (cocina): Eficiencia en el uso de los recursos (energía).

PANTALLA 7 (sala de estar): Análisis, simulaciones, proyecciones, balances energéticos, etc.

5. Visita secuencial guiada

Como ya hemos comentado anteriormente, la visita pretende ser un descubrimiento gradual de las distintas estancias que conforman la vivienda, ordenando los contenidos que se presentan al visitante, de lo global a lo específico y viceversa. La idea es facilitar la comunicación y concentrar nuestra atención en distintos aspectos particulares que formarán parte de un todo. Al mismo tiempo, la finalización de la visita nos situará ante un resumen global de todos los elementos del proyecto que, según las experiencias y conocimientos previos, provocarán distintas reflexiones y conclusiones.

El recorrido por las estancias de la vivienda, junto con la colocación y el contenido de las pantallas, podría englobarse en tres grandes bloques: bioconstrucción y bioclimática, instalaciones energéticas y eficiencia.

Una breve introducción se planteará en la zona exterior de la vivienda, siempre que las condiciones ambientales lo hagan posible, donde la situación energética, el consumo asociado a los edificios, definiciones y características exteriores de la obra, darán paso a los bloques anteriormente mencionados:

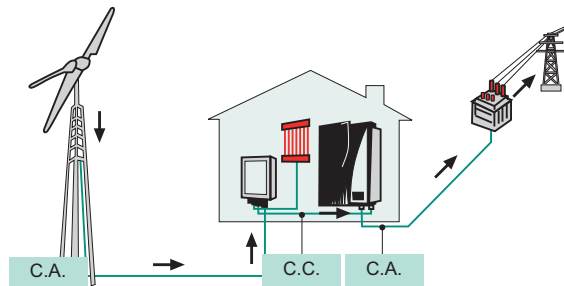


BLOQUE 1: BIOCONSTRUCCIÓN Y BIOCLIMÁTICA

Se aprovechan los propios elementos constructivos para acercar al visitante conceptos de bioconstrucción (materiales, emplazamiento, etc.) y arquitectura bioclimática (orientaciones, aislamientos, dimensiones, etc). En esta área son fundamentales las transparencias en suelo y paredes, simulaciones informáticas y sensaciones reales para conseguir los objetivos pretendidos.

BLOQUE 2: INSTALACIONES ENERGÉTICAS

El complemento necesario al aprovechamiento bioclimático se realiza con instalaciones térmicas y eléctricas a través de sistemas eficientes o renovables y que se explican detalladamente en el apartado correspondiente de este documento. Numerosas pantallas con información real e histórica facilitan la interacción con los sistemas energéticos de la vivienda. De este modo, podrán comprobarse múltiples variables relacionadas con el funcionamiento, producción, rendimientos comparativos, etc. de todas las instalaciones energéticas de la vivienda.

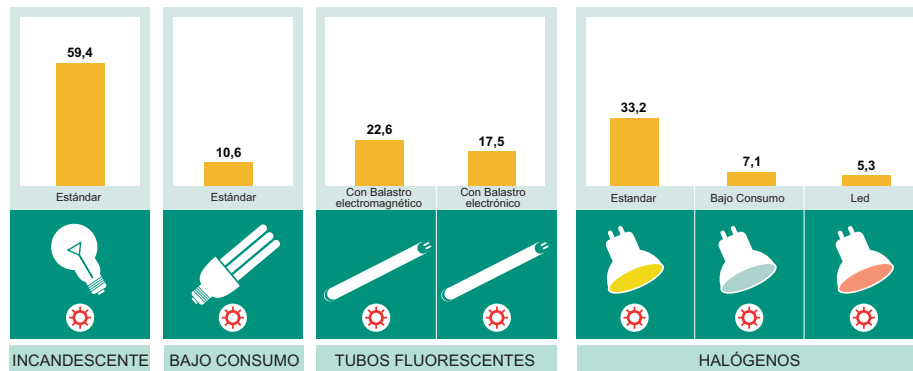


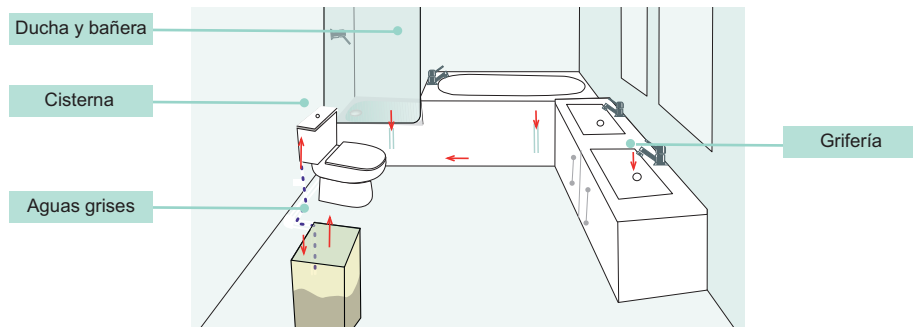
BLOQUE 3: AHORRO Y EFICIENCIA

En la tercera parte se tratan conceptos de eficiencia como la mejor opción para intentar minimizar las consecuencias derivadas de los elevados consumos energéticos y del agua en una vivienda. Para ello se utilizan las estancias de la vivienda que ejemplifican

la cocina y el baño. En este último, a través de caudalímetros, pantallas y ejemplos prácticos podemos cuantificar multitud de datos relativos al consumo de agua, a la aportación pluvial, a la reutilización de aguas grises, etc.

En la zona de la cocina, la iluminación eficiente, la comparación de electrodomésticos y la cuantificación de consumos ocultos y en espera, son protagonistas de aplicaciones específicas que utilizando medidores reales, nos demuestran las posibilidades que distintas acciones y opciones relacionadas con el consumo o la compra de equipos pueden suponer en el consumo de nuestra vivienda.

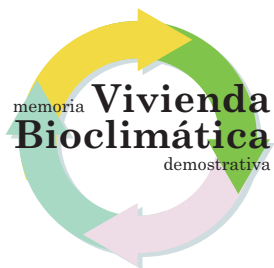




A pesar de dividir expresamente estos bloques por las razones expuestas al principio de este apartado, debemos reseñar que dichos apartados están íntimamente relacionados. En el diseño, elección y construcción de los distintos elementos que componen una vivienda bioclimática, es necesario tener en cuenta todos los apartados anteriores en conjunto, para que su comportamiento global sea el deseado.

Como punto final a la visita secuencial guiada, la zona que simula el salón servirá para realizar un repaso global de la información, instalaciones, peculiaridades, etc. que nos presenta la vivienda. El completo sistema de monitorización y simulación, nos permitirá experimentar con la casa y sus instalaciones, demostrando su funcionamiento y peculiaridades, no sólo en las condiciones propias del instante temporal sino también con la simulación de otras distintas. De esta forma, podremos incluir en el programa de gestión variaciones de temperatura, estación del año, etc. con el fin de observar el comportamiento en tiempo real de la vivienda ante dichas variaciones. Por otro lado, estas variaciones serán registradas por el sistema de recogida de datos, de tal forma que no varíen los resultados de las investigaciones y demostraciones que se realizan en la vivienda.

Existirá además un equipo de educadores con formación especializada para realizar la visita, entre los que se incluyen profesores, educadores ambientales, ingenieros, biólogos, etc., con una amplia experiencia docente y con conocimientos de dinámica de grupos, educación social, psicología, educación energética, creación de materiales didácticos, creación de exposiciones, etc. Estos educadores adaptarán el mensaje a los conocimientos e intereses particulares del visitante y provocarán la reflexión, participación e interacción de los visitantes con la vivienda.



- 1. Introducción y justificación
- 2. Financiación
- 3. Barreras y dificultades
- 4. Proyecto
- 5. La vivienda en detalle
- 6. Funcionamiento bioclimático e instalaciones térmicas
- 7. Instalaciones de generación eléctrica y consumos
- 8. Gestión de agua
- 9. Monotorización y control
- 10. Espacio divulgativo
- 11. Código técnico de la edificación
- 12. Certificación energética

Como consecuencia del diseño bioclimático de la vivienda y de todas las instalaciones de energías renovables que contiene, se cumplen sobradamente todas las exigencias del CTE:

1. Limitación de la demanda energética

Las transmitancias térmicas de cubiertas, fachadas, suelos, huecos y puentes térmicos son muy inferiores a las exigidas por ley. Para comprobar el cumplimiento de estos límites se ha recurrido a la herramienta informática “Líder”.

2. Rendimiento de instalaciones energéticas

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

3. Eficiencia energética de instalaciones de iluminación

El Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (parámetro que es función de la potencia de las bombillas, de la superficie que iluminan y de la iluminación media mantenida) cumple sobradamente lo exigido por el código para cada estancia, que establece un valor máximo 10, cuando en la vivienda nunca se supera.

Baño 1	8,12
Baño 2	7,59
Cocina	8,8
Almacenes	2,55
Pasillos	6,1
Sala de estar	9,07
Domitorio	3,97

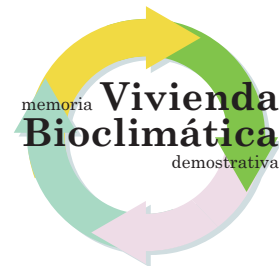
4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

El CTE obliga a una cobertura del 30% de ACS para la situación geográfica de Sotavento. Como la instalación solar térmica también va destinada a calefacción, se cumple sobradamente este epígrafe, ya que se calcula una cobertura solar de ACS de más del 90% anual.

Otro aspecto que se cumple es el de pérdidas por orientación y sombreado de los paneles solares térmicos, que están perfectamente orientados al sur y sin obstáculos que los sombreen en ningún momento del barrido solar anual. Aunque la inclinación de los paneles no es la ideal (19° frente a los 43° óptimos), debido al aprovechamiento de la cubierta, cumple con el CTE, ya que se calcula una pérdida de entre el 5 -10% por este motivo, valores permitidos por el CTE.

5. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

No es aplicable, ya que las viviendas no están obligadas al cumplimiento de esta exigencia. De todos modos, en la vivienda se incluye una instalación fotovoltaica de 2,7 kWp.

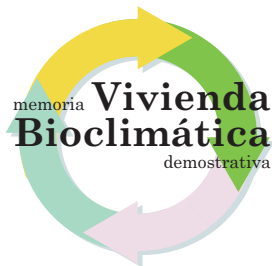


La certificación energética de edificios es un requisito legal que tendrán que cumplir todos los edificios nuevos, y que dentro de unos años también afectará a los edificios existentes. Casi el 30% del consumo de energía primaria es debido a los edificios y, por ello, las normativas europeas han intentado incidir sobre el consumo energético de las construcciones creando una herramienta similar a la ya empleada en el caso de los electrodomésticos. Mediante determinados parámetros, se compara la construcción en estudio con una vivienda similar y convencional situada en la misma zona. En la etiqueta se incluyen las emisiones asociadas de CO₂ y el consumo estimado de energía.

A continuación se muestra la certificación energética de la vivienda bioclimática demostrativa de Sotavento (Edificio Objeto), calculada en la fase proyecto con el programa informático Calener.

Indicador kg CO ₂ /m ²	Edificio Objeto	Edificio Referencia
<13,8 A	0,0 A	
13,8-21,1 B		
21,1-31,5 C		
31,5-47,2 D		38,1 D
>47,2 E		
F		
G		
Demanda calefacción kWh/m ²	C 79,8	D 103,5
Demanda refrigeración kWh/m ²	-	-
Emisiones CO calefacción kg CO ₂ /m ²	A 0,0	D 33,1
Emisiones CO refrigeración kg CO ₂ /m ²	-	-
Emisiones CO ACS kg CO ₂ /m ²	A 0,0	D 5,0

1. Introducción y justificación
2. Financiación
3. Barreras y dificultades
4. Proyecto
5. La vivienda en detalle
6. Funcionamiento bioclimático e instalaciones térmicas
7. Instalaciones de generación eléctrica y consumos
8. Gestión de agua
9. Monitorización y control
10. Espacio divulgativo
11. Código técnico de la edificación
- 12. Certificación energética**



Bibliografía

- Biomasa: Edificios*. IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). Madrid, 2007.
- Código Técnico de la Edificación (CTE)*. Ministerio de Vivienda. Madrid, 2010.
- Comentarios al Reglamento de instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE-2007)*. IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). Madrid, 2007.
- Cómo aprovechar mejor la energía*. Unión Fenosa. Madrid, 2004.
- Enerxía Solar Térmica na Comunidade Autónoma de Galicia 2005*. INEGA (Instituto Enerxético de Galicia). Santiago de Compostela, 2005.
- Guía de arquitectura bioclimática. Construir en países cálidos*. Jimena Ugarte. Instituto de Arquitectura Tropical. San José, Costa Rica.
- Guía del planeamiento urbanístico energéticamente eficiente*. IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) y Fundación Privada Institut Ildefons Cerdà. Madrid, 2001.
- Guía técnica de contabilización de consumos*. IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). Madrid, 2007.
- Guía técnica de eficiencia energética en iluminación*. IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). Madrid, 2001.
- Proyecto básico de Centro de Investigación y Educación Ambiental sobre arquitectura bioclimática y energías renovables en el Parque Eólico Experimental Sotavento*. Emilio Miguel Mitre y Carlos Expósito Mora. ALIA, Arquitectura, Energía y Medio Ambiente. Valladolid, 2007.
- Instalación de aprovechamiento de energías renovables para xeración térmica*. Centro de Investigación e Educación Medioambiental. INEGA (Instituto Enerxético de Galicia). Santiago de Compostela, 2007.
- Instalación de aprovechamiento de energías renovables para xeración eléctrica*. Centro de Investigación e Educación Medioambiental. INEGA (Instituto Enerxético de Galicia). Santiago de Compostela, 2007.

HTTP:

www.abioclimatica.blogspot.com
www.construction.tyvek.es
www.construible.es
www.consumer.es
www.guiaderecursos.crana.org
www.greenpeace.org
www.idae.es
www.inega.es
www.ocu.org
www.okofen.es
www.rockwool.es
www.spitzer.caltech.edu
www.terra.org
www.wwf.es

