

## LA SUBEROTECA DE ANDALUCÍA: UN EDIFICIO ECOEFICIENTE

<sup>1</sup>Matute Díez, S.; <sup>2</sup>Díaz Regodón, C.  
Avd. Manuel Siurot 3, Edif. 4, Local 4.  
41013 Sevilla

e-mail: <sup>1</sup>smatute@agenciamedioambienteyagua.es; <sup>2</sup>covadonga@atelier11.net

### RESUMEN

La Suberoteca es el lugar donde se almacenan y clasifica año tras año las ristras de calas procedentes de los muestreos de los alcornocales de Andalucía. Se asemeja a una biblioteca o archivo, que contiene información referente a la evolución de la calidad del corcho y por extensión, de los alcornoques que lo producen. Es también el laboratorio en donde se realizan los estudios de estimación de la calidad. Este edificio además, alberga en su planta alta las oficinas de la Dirección del Parque Natural de los Alcornoques.

Se trata de un edificio ecoeficiente que combina elementos tradicionales de la arquitectura bioclimática de la zona, como el aljibe y la fuente, con la producción de energías renovables mediante una pérgola fotovoltaica y una caldera de biomasa.

Medidas pasivas de ahorro energético:

- Despachos orientados al sur. Aseos y almacenes orientados al norte.
- Iluminación y ventilación natural. Viseras para protección solar. Cubierta ajardinada.
- Uso de elemento plaza-patio de entrada como regulador térmico, análogo al tradicional patio andaluz. Asimismo, se encuentra diseñada al abrigo del viento.
- Flexibilidad de los espacios. Espacios diáfanos con divisiones mediante elementos constructivos reutilizables. Minimización de restos en caso de reforma.
- Utilización de materiales naturales como el corcho o madera y materiales reciclables.
- Eliminación del uso de aislantes industriales.
- Aljibe para recogida y aprovechamiento de las aguas pluviales.
- Depuración de aguas residuales y su uso compartido por el Centro de Defensa Forestal.
- Aprovechamiento de la energía geotérmica para acondicionamiento del aire exterior.
- Fachada térmica para acondicionar este aire exterior antes de entrar en el edificio.
- Minimizar consumos eléctricos con iluminación de bajo consumo, detectores de presencia y aire acondicionado con aparatos ajustados a demanda.

Medidas activas para producción energías renovables:

- Pérgola de captadores fotovoltaicos para la producción de 36kw pico de electricidad.
- Caldera para aprovechamiento de la biomasa producida por restos de podas y trabajos forestales, y puesta en valor de estos restos.
- Captadores solares para la producción de agua caliente sanitaria.

La fachada térmica del edificio es un diseño innovador. Se encuentra en el lado sur del edificio y se compone por una hoja de metal doblado con paneles de corcho. Usando el aljibe como un condensador térmico, el aire exterior pasa a través de él y se eleva detrás de la fachada térmica. El diseño de los pliegues de la chapa permite que el metal quede expuesto al sol en invierno y así el aire se caliente; mientras que en verano la temperatura del aire permanece constante porque el metal queda protegido por el revestimiento de corcho.

Todo esto reduce el consumo energético haciendo de éste un edificio ecoeficiente pues la demanda energética se ve minimizada; además, con la producción las placas fotovoltaicas se puede reducir la dependencia del exterior a un 30% de la energía total consumida.

Keywords: Suberoteca, corcho, fachada térmica, aljibe, ecoeficiente.

## 1.- Introducción.

La Suberoteca (del latín *suber*, corcho) es el lugar donde se almacenan y clasifican año tras año las calas procedentes de los muestreos de los alcornoques de Andalucía. Se asemeja a una biblioteca o archivo, que contiene información referente a la evolución de la calidad del corcho y por extensión, de los alcornoques que lo producen. Es también el laboratorio en donde se realizan los estudios de estimación de la calidad (Fig.1.).

Para albergar la Suberoteca se ha construido un edificio ecoeficiente, que combina elementos tradicionales de la arquitectura bioclimática de la zona con la producción de energías renovables.

La construcción de la Suberoteca ha sido promovida por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, ha contado con la cofinanciación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), y fue inaugurada el 21 de marzo de 2011.



Fig.1. “El descorche en el P.N. de Los Alcornocales”

## 2.- Descripción del edificio.



Fig.2 “Complejo de instalaciones medioambientales”

El edificio de la Suberoteca es exento, pero forma parte de un complejo de instalaciones relacionadas con el Parque Natural Los Alcornocales. Estas instalaciones son el Centro de Visitantes “El Aljibe”, su Jardín Botánico, el Centro de Defensa Forestal (CEDEFO) y las oficinas de la Dirección del P.N. Los Alcornocales, las cuales se alojan dentro del mismo edificio de la Suberoteca (Fig.2.). Todo ello en el término municipal de Alcalá de los Gazules, Cádiz.

La Suberoteca posee una superficie construida de 1.126 m<sup>2</sup>. El programa se desarrolla en la planta baja del edificio y consiste en: sala de exposición de ristras, administración, sala de experimentación, laboratorio, sala de caldera, bodega, sala de preparación, y aseos. En la planta sótano se encuentra la zona de almacenes y la cadera de biomasa. La planta alta del edificio se destinada a oficinas de la Dirección

del P.N. Los Alcornocales, en concreto: administración, monte público, dirección, privado, deslindes, despacho, uso público, biblioteca, archivo, y aseos.



Fig. 3 “La Suberoteca”

Desde el aparcamiento compartido el Centro de Visitantes parte una pasarela peatonal de madera que muere junto a la Suberoteca.

El edificio surge del ensamblaje de tres piezas: un trapecio de una planta de altura, un rectángulo de dos plantas y otro trapecio mucho más pequeño de una planta.

Las relaciones topológicas entre estas piezas determinan la materialidad de los espacios, creándose llenos y vacíos que responden a las necesidades y objetivos planteados.

La pieza trapezoidal alberga la zona de exposición de las ristras de corcho (Fig.4.). Este es el espacio más significativo y simbólico del edificio, y eso se refleja en la posición y forma de la pieza que lo contiene (Fig.5.).



Fig.4.”Ristras de calas”



Fig.5.”Sala de exposición de ristras”

Un vacío-plaza precede al acceso al interior de la Suberoteca. Se trata de un espacio exterior, pero semicubierto por una pérgola de paneles fotovoltaicos. Este espacio esconde bajo tierra el aljibe que recogerá el agua de lluvia. Este aljibe, es pieza fundamental en el innovador sistema de pre-tratamiento del aire que se instala como sistema alternativo y más ecológico que el aire acondicionado convencional. La plaza se introduce en la zona de exposición y así pueden contemplarse las calas de corcho colgando entre un bosque de pilares, sin necesidad de entrar en el interior (Fig.6.). Porque la Suberoteca no es sólo un contenedor de muestras de corcho a disposición de empresarios y expertos, sino que el mismo edificio desde su diseño,

pretende constituirse como elemento didáctico de su entorno, de la explotación de los recursos naturales y en especial del corcho.

Una puerta corredera translúcida puede ser interpuesta para cerrar esta parte de la plaza cuando interese (Fig.7.).



Fig.6."Plaza con vistas al interior"



Fig.7."Puerta corredera"

En la planta baja de la pieza rectangular se encuentran el resto de dependencias de la Suberoteca. Orientadas al norte se disponen las estancias que no necesitan o incluso rehúsan la luz solar, pero con los huecos imprescindibles para una correcta ventilación. En un anexo de la planta baja se sitúa la Policía autonómica. Este anexo posee una planta sótano dedicada a almacenaje y a la generación de calor a través de la combustión de madera en la caldera de biomasa (Fig.8.).



Fig.8."Fachada norte"



Fig.9."Fachada oeste"

Totalmente independiente del resto del edificio, es el acceso a las oficinas del Parque Natural Los Alcornocales, ubicadas en la planta alta de la pieza rectangular. Un recorrido ascendente en rampa nos permite ir contemplando el interior de la Suberoteca, a la vez que se captan estampas del paisaje y del jardín botánico. (Fig.10.).



Fig.10. "Subida a las oficinas del P.N. Los Alcornocales"

### **3.- Arquitectura bioclimática.**

El edificio de la Suberoteca pretende llegar a ser ecosuficiente; es decir, ser capaz de autoabastecerse energéticamente, recurriendo al suministro eléctrico general únicamente en casos de consumos punta. Los sobrantes de energía producidos mediante sistemas eficientes de producción de energía se revertirán a la red.

Junto a las medidas activas de ahorro energético, en función del emplazamiento y el uso a que se va a destinar el edificio, se han implementado otras medidas de ahorro pasivas.

#### **3.1.- Medidas pasivas de ahorro energético.**

Las medidas pasivas de ahorro energético se implantan en el momento de tomar las decisiones de diseño del edificio, y están orientadas a conseguir una mejor distribución de los espacios, morfología y sistemas constructivos del edificio. Estas medidas se agrupan en tres grandes apartados, aunque todas en conjunto proporcionan un incremento del confort térmico en el uso del edificio, junto a un ahorro en el consumo. Pues la finalidad última no es otra que reducir la factura energética.

El primer grupo de medidas corresponde al diseño formal y funcional del edificio, teniendo presente el ahorro energético en la vida del mismo, así como el confort.

El segundo corresponde a la elección de los materiales para la ejecución del mismo, en una triple vertiente: en primer lugar su producción y tradición de uso, en segundo lugar su durabilidad y facilidad de mantenimiento, y en tercer lugar su facilidad en el tratamiento como residuo de demolición así como el reciclaje del mismo.

El tercer grupo corresponde a los elementos relacionados con la arquitectura tradicional de la zona, muy ligadas al clima y a los materiales del entorno.

##### **3.1.1.- Grupo 1: Consideraciones de diseño.**

Dentro del primer apartado se engloban aquellas consideraciones tenidas en cuenta a la hora de diseñar el edificio. Éstas se definen a continuación:

###### **a. Concentración de infraestructuras. Optimización de recursos.**

El edificio se implanta en un complejo de instalaciones medioambientales, compartiendo infraestructuras ya existentes como el suministro eléctrico, el abastecimiento de agua y el saneamiento. También se comparten áreas de aparcamiento y los accesos rodados. Mediante la agrupación se optimiza el uso de los recursos existentes.

- b. El núcleo del edificio desarrollado en dos plantas para evitar la dispersión en el territorio y permitir la concentración, en la medida de lo posible, las instalaciones térmicas.

Se localizan las instalaciones en el centro geométrico del conjunto edificatorio, donde se sitúan la mayor parte de los espacios de trabajo de los usuarios, minimizando las pérdidas producidas en los conductos.

- c. El acceso a la planta alta se realiza mediante rampas, evitando equipos electromecánicos como el ascensor y posibilitando la accesibilidad universal.

Esto evita el uso y mantenimiento de maquinaria, así como el uso de la energía consumida para su funcionamiento. Conseguimos que sea accesible a todos los usuarios sin necesidad de recurrir a la mecánica, con el ahorro que ello conlleva.

- d. Los espacios de trabajo se encuentran situados al sur, para favorecer su iluminación natural y soleamiento.

Los huecos son amplios en la fachada sur para mejorar la iluminación de los espacios, pero al mismo tiempo que se han protegido del excesivo soleamiento por una visera y carpinterías en la cara interior del muro. En la fachada norte se han diseñado, en cambio, los huecos más pequeños distribuidos de forma irregular, evocando la arquitectura popular del entorno.

- e. Uso de la crujía sencilla con huecos que permiten la ventilación cruzada y natural, pudiendo regular la temperatura mediante la apertura de las ventanas.

El uso de una sola crujía, además de favorecer la ventilación cruzada, minimiza el espacio dedicado a circulación y distribución. Se trata de un esquema sencillo a partir de un pasillo longitudinal.

- f. Protección frente a vientos dominantes como el levante, especialmente fuertes.

La volumetría protege las fachadas expuestas al levante, dejando también la entrada principal al abrigo de estos vientos dominantes. El uso de vuelos y retranqueos favorece la protección de los espacios de las inclemencias climáticas.

- g. Fachada térmica diseñada específicamente, que funciona como una fachada ventilada, pero que pre-acondiciona el aire antes de introducirlo en el interior del edificio.

Este elemento, dado su interés, se desarrolla en un apartado independiente (apartado 3.3.) donde se explica su funcionamiento y sus bases teóricas.

- h. Sistemas de iluminación de bajo consumo y sectorización del acondicionamiento térmico.

Se ha diseñado un sistema de iluminación con detectores de presencia y luminarias de reducido consumo para, junto al aprovechamiento de la iluminación natural, ajustar el consumo y el gasto. Por otra parte, se ha establecido un sistema de acondicionamiento térmico sectorizado mediante equipos independientes, para que el consumo sea solo el adecuado en cada momento.

- i. Aprovechamiento integral del agua.

Existe un sistema separativo de recogida de aguas pluviales y residuales: las pluviales se derivan a un aljibe para su reutilización; y las residuales se conducen a la depuradora. Las aguas pluviales son conducidas a un aljibe con una capacidad de 90m<sup>3</sup>. El agua recogida podrá utilizarse posteriormente para el riego, pero también servirá para bajar la temperatura ambiental en verano mediante una fuente situada

en la plaza, y como elemento fundamental en el sistema de pre-tratamiento del aire que junto con la fachada térmica ayudan al acondicionamiento natural del edificio.

### 3.1.2.- Grupo 2: Elección de materiales.

Dentro del segundo apartado, se han elegido materiales que reúnan una serie de cualidades como son:

#### a. Empleo de materiales naturales: el corcho.

El corcho es el protagonista de la Suberoteca por motivos obvios. Pero además, es un producto natural obtenido de la corteza del alcornoque (Fig.1.), que posee unas cualidades extraordinarias: es un material completamente natural, renovable y biodegradable, impermeable, inodoro, resistente a los agentes químicos e inatacable por los líquidos, prácticamente imputrescible y muy resistente a los ataques de los insectos, compresible y elástico, con extraordinaria capacidad de recuperación dimensional, baja densidad, escasa conductividad térmica, excelente aislamiento acústico y de vibraciones, muy liviano y con elevada resistencia mecánica.

El corcho como material de construcción es utilizado en la Suberoteca como integrante fundamental del sistema más innovador del edificio: su fachada térmica (Fig.11.). La misión fundamental de las bandas de aglomerado de corcho que recubren estratégicamente la chapa plegada de la fachada, es la de aislar térmicamente el metal cuando en verano los rayos de sol inciden sobre las bandas de corcho que recubren la greca de la chapa, diseñada en base a la inclinación de estos rayos para lograr este fin (Fig.12.).



Fig.11. "Bandas de corcho"



Fig.12. "Fachada sur"

#### b. Disponibilidad y fácil transporte de materiales.

Materiales como el hormigón, el bloque cerámico y el mortero de cal, son utilizados cotidianamente en las construcciones del entorno por lo que su disponibilidad es casi inmediata.

El corcho es un material de muy liviano y abundante en la zona. En España hay unas 15.572 hectáreas de alcornocal que cuentan con certificado de gestión forestal sostenible PEFC, de las cuales 9.433 se encuentran ubicadas en Andalucía.

#### c. Simplicidad de colocación y ejecución.

Los materiales antes mencionados al ser sencillos y de uso corriente, no requieren de una mano de obra muy especializada.

d. Durabilidad y posibilidad de fácil reparación o sustitución.

Estos materiales son de probada durabilidad, algunos son utilizados desde la antigüedad, con lo cual existe una dilatada experiencia en el modo de repararlos o sustituirlos.

e. Innecesaridad de cuidados o mantenimiento especial.

Elementos de hormigón visto o pavimentos de adoquín cerámico, son materiales durables, que no necesitan ningún tipo de mantenimiento especial.

f. Economía de fabricación.

Se buscan materiales que no precisen un especial gasto de material y energía en su fabricación. No obstante, a la hora de su elección han primado más los otros criterios ya mencionados.

g. Limitación del uso de materiales plásticos o sintéticos.

En la medida de lo posible, se ha evitado el uso de materiales plásticos o sintéticos, por su difícil tratamiento como residuo de construcción y demolición.

Por este motivo se ha confiado el confort térmico al uso de cerramientos cerámicos masivos y multicapas, y no al uso de aislantes sintéticos en la envolvente.

Así mismo, la cubierta de la sala de exposición de las ristras de calas de corcho es una cubierta ajardinada en la que la capa de tierra de 25 cm de espesor consigue el aislamiento térmico necesario.

h. Flexibilidad de uso.

El uso de elementos desmontables en la división de las oficinas permite flexibilizar el uso del espacio ya que, al contar con un suelo corrido y techo desmontable es posible llevar a cabo redistribuciones y reformas con un menor volumen de escombros y por tanto con un reducido coste económico, de tiempo y de materiales.

i. Gestión del proceso de demolición.

Se ha fomentado la posibilidad de desmontaje de ciertos materiales para facilitar su tratamiento por separado. Por este motivo, se ha evitado la mezcla habitual de materiales como la contaminación de elementos cerámicos con aislantes proyectados, y en su lugar se han utilizando otros materiales metálicos.

Las chapas metálicas, los bloques cerámicos y el hormigón armado, son materiales con muchas posibilidades de reciclaje. Los metálicos cuentan con un alto valor residual y pueden transformarse en nuevos materiales de construcción; mientras que los hormigones y los elementos cerámicos, al ser materiales inertes, tras su machaqueo se pueden utilizar en el mantenimiento de los caminos rurales del entorno.

En el caso del corcho, los residuos son aprovechados en granulados de distinto tipo, e incluso como biomasa.

### **3.1.3.- Grupo 3: Elementos de arquitectura vernácula.**

Dentro del tercer apartado se han incluido elementos de la arquitectura vernácula de la zona, no solo como elementos de lenguaje arquitectónico, sino como elementos de arquitectura bioclimática tradicionales.

a. Aljibe para el almacenamiento del agua de lluvia.

Este elemento ya lo utilizaban los romanos y los árabes. Gracias al aljibe se dispone de una reserva de agua que podemos utilizar como regulador térmico, o para el



riego de las zonas ajardinadas. Además, se convierte en un referente que da sentido a la denominación del Centro de Visitantes y el Jardín Botánico: El Aljibe.

b. Elementos de arquitectura popular: la plaza, el patio y la fuente.

La plaza se convierte en patio previo al acceso al interior del edificio. El patio conforma la transición tradicional entre espacio exterior e interior. Además, es un elemento de regulación térmica. En invierno y debido a su adoquinado, se calienta por la radiación solar y aporta temperatura a la fachada sur, donde dan todos los espacios vivideros. En verano, el ambiente se refresca con una fuente que expelle agua recirculada del aljibe.

c. Pérgola como generador de sombra.

El emparrado es el elemento tradicional de la jardinería mediterránea, que pasa a denominarse pérgola con los nuevos materiales. En este caso, además de su misión tradicional de regulador del soleamiento, se utiliza como soporte de los captadores de energía solar fotovoltaica.

d. Especies vegetales autóctonas.

Al situarse la Suberoteca junto al Jardín Botánico del Centro de Visitantes, la jardinería no puede ser más que una continuación de dicho jardín botánico y limitarse a especies arbóreas autóctonas y plantas silvestres que crecen de forma natural, a veces consideradas “malas hierbas”.

También la cubierta vegetal extensiva posee especies sedum autóctonas y hierbas naturales, que se caracteriza por poseer una vegetación tapizante de plantas autóctonas que precisa un mantenimiento muy reducido. Son plantas resistentes, ya que están sometidas a fuertes vientos y excesiva radiación solar, especialmente en la época estival. También son regenerables y capaces de soportar épocas de escaso riego por precipitaciones naturales o por riego artificial (por goteo). La vegetación extensiva se ajusta estéticamente a su entorno natural y varía con las diferentes estaciones del año.

### **3.2.- Medidas activas para la producción de energías renovables.**

Junto con las medidas pasivas anteriormente descritas, se han introducido otras medidas que contribuyen a la producción de la energía que demanda la actividad del edificio. Se trata de medidas activas para la producción de energía proveniente de fuentes renovables.

Los condicionantes básicos son la situación geográfica que determina las temperaturas, el régimen de lluvias y el viento; y el entorno físico, que no es otro que el P.N. Los Alcornocales.

A continuación se describen someramente los sistemas implementados en función de la energía renovable obtenida:

a. Energía solar fotovoltaica.

La instalación fotovoltaica está formada por una agrupación de 3 generadores de 10 kWe cada uno, siendo el total de 30 kWe, lo que equivale a 36,27 kWp.

Cada uno de estos generadores está compuesto por un inversor de 10 kWe de potencia nominal y 78 paneles fotovoltaicos de 155 Wp. Esto supone una potencia pico de 12,09 kWp, por cada generador. Los paneles solares serán de estructura fija, siendo la inclinación de los módulos fotovoltaicos de 30° (Fig.3.). La orientación es sur, puesto que ésta es la orientación óptima, con la que se obtiene la mayor captación de radiación solar.

Situación geográfica	Alcalá de los Gazules (Cádiz).
Datos de radiación	Se ha considerado los datos de Cádiz.
Tipo de sistema	Conexión a Red, 400Vac/50 Hz
Requerimientos de Potencia	36.270 wp potencia generada por paneles de 155 wp.
Potencia Nominal a inyectar en red	30 kW.
Información requerida	Instalación en cubierta, libre de sombras.
Inclinación de paneles	30 ° Orientados al Sur.
Conexión	A red con contadores y protecciones.
Tipo de módulo	IS-155/24.

Tabla. 1. “Datos de partida de la inst. fotovoltaica”.

El edificio tiene un consumo total de energía que puede estimarse en 175.200 kWh/año. La producción total de la instalación fotovoltaica es de 53.468 kWh/año, lo que supone que el 30,52% de la energía consumida se genera a partir de energía renovable procedente del sol. Porcentaje que puede ser mucho mayor si se optimiza el uso de las instalaciones por parte de los usuarios.

b. Energía solar térmica.

Alcalá de los Gazules se encuentra en zona climática IV. La fuente energética de apoyo a la producción de ACS mediante catadores solares planos, es el efecto Joule por lo que la contribución solar mínima en % para una demanda del edificio de 174 litros ACS/ día a 60 °C, es del 70%.

c. Energía Geotérmica directa.

El sistema innovador de fachada térmica instalado en el edificio, trata de aprovechar la energía geotérmica directamente para atemperar el aire que se requiere para satisfacer la renovación continua de los locales. El principio es simple, y consiste en que el subsuelo permanece a temperatura mucho más constante que el aire ambiente. Sirva el ejemplo de las cuevas o de las bodegas enterradas, que mantienen una temperatura media todo el año, próxima a la media entre las máximas de verano y las mínimas de invierno. En el apartado 3.3. se dan más detalles de este sistema.

a. Biomasa.

Se utiliza la biomasa como combustible para calentar agua del sistema de climatización por agua, con fan-coils tipo cassette encastrado en el falso techo. Sólo en caso de fallo de la caldera de biomasa se podría calentar el agua la bomba de calor. Se trata, por tanto, de un sistema flexible.

Esta caldera se alimenta de pellets y materia vegetal astillado procedente de los trabajos forestales realizados en el entorno, que no es otro que el Parque Natural de Los Alcornocales. Al aprovechar los restos de las podas para producir energía de calefacción, se contribuye al desarrollo sostenible de la zona.

### 3.3.- Fachada térmica con corcho como aislante.

#### 3.3.1.- Definición de la fachada.

La fachada térmica es una solución innovadora dentro del diseño del edificio. Se coloca en su fachada sur y mediante una chapa plegada, a modo de fachada ventilada, se acondiciona térmicamente el aire exterior, antes de entrar en el edificio. Esto se consigue aprovechando el subsuelo del aljibe como condensador térmico, a través del cual pasa el aire exterior. Posteriormente sube por la fachada térmica,

donde gana temperatura en invierno, al estar expuesta al sol; pero permaneciendo prácticamente constante en verano, al estar protegido por un revestimiento de paneles de corcho. El diseño de los pliegues se ha hecho en función del ángulo de incidencia del sol en Alcalá de los Gazules, en verano e invierno (Fig.13).

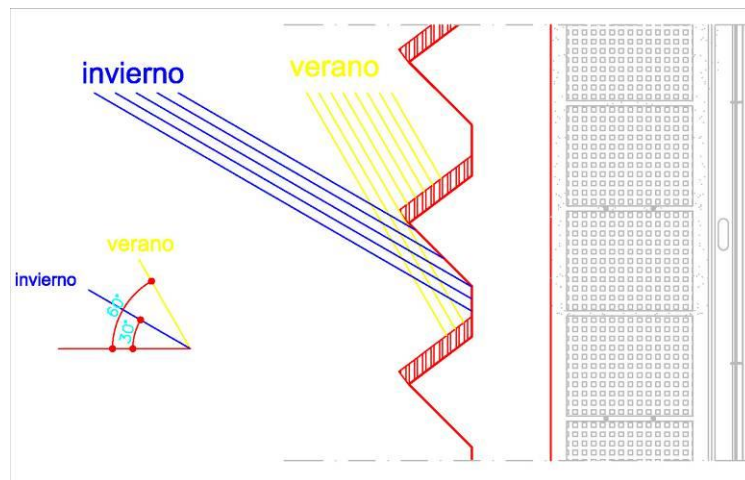


Fig. 13. "Diseño chapa plegada"

### 3.3.2.- Intervención de la fachada en la climatización del edificio.

La ventilación del edificio principal de la Suberoteca se realiza mediante la impulsión de aire desde unas rejillas situadas bajo las ventanas, donde el aire llega por el interior de la fachada sur, a la que accede por su parte inferior después de pasar por unos tubos enterrados en el suelo, contra los que impulsa aire un ventilador de 1.500 m<sup>3</sup>/h para un funcionamiento óptimo, aunque por diferencia de temperatura también entraría en funcionamiento.

Se trata de aprovechar la energía geotérmica para atemperar el aire que se requiere para satisfacer la renovación continua de los locales.

La temperatura media anual del suelo a una profundidad de 1 metro o superior, en la zona de Alcalá de los Gazules, está próxima a los 18°C, oscilando 2 grados arriba o abajo según la temporada. Quiere ello decir que al final del verano se sitúa en 20°C, y al final del invierno, en 16°C.

Se pretende conseguir una eficiencia próxima al 50 % en el sistema de tubos de extracción de calor geotermal, es decir, que si la calle está a 0°C y el suelo a 16°C, sea capaz de pasar, una vez atravesado el sistema, a 8°C.

Para ello se entierran en una capa de arena muy fina, de forma que los tubos estén rodeados de sólido en todo su perímetro, evitando huecos, que reducen la transferencia calorífica.

Los tubos que empleados son de polietileno reticulado de 1" de diámetro interior, flexible, que soportan hasta 20 bares de agua en su interior, y hasta 6 bares de presión exterior con aire dentro. Acudimos a las relaciones empíricas que facilitan los fabricantes, y se consigue una eficiencia del 40 % con una velocidad del aire de 2 m/s y una longitud de 10 m.

Con esto se consigue en invierno, a 16°C en el terreno, lo siguiente (Tabla.2.):

Tª exterior	Tª salida de tubos
0º	6.5º
6º	10º
10º	12,5º

Tabla.2.

Y en verano, a 20ºC en el terreno (Tabla.3.):

Tª exterior	Tª salida de tubos
30º	26º
35º	29º
40º	32º

Tabla.3.

El paso por la fachada, diseñada para captar energía solar en períodos de baja inclinación del sol (invierno), hace que suba algo más de 1grado la temperatura al pasar por la misma, antes de entrar a los falsos techos, y menos de 0,5 en verano. Todo esto reduce el consumo energético haciendo de este un edificio ecoeficiente pues la demanda energética se ve minimizada, y con la producción de nuestras placas podemos llegar a reducir la dependencia del exterior a un 20%.

### 3.3.3.- Esquema de funcionamiento según régimen de uso.

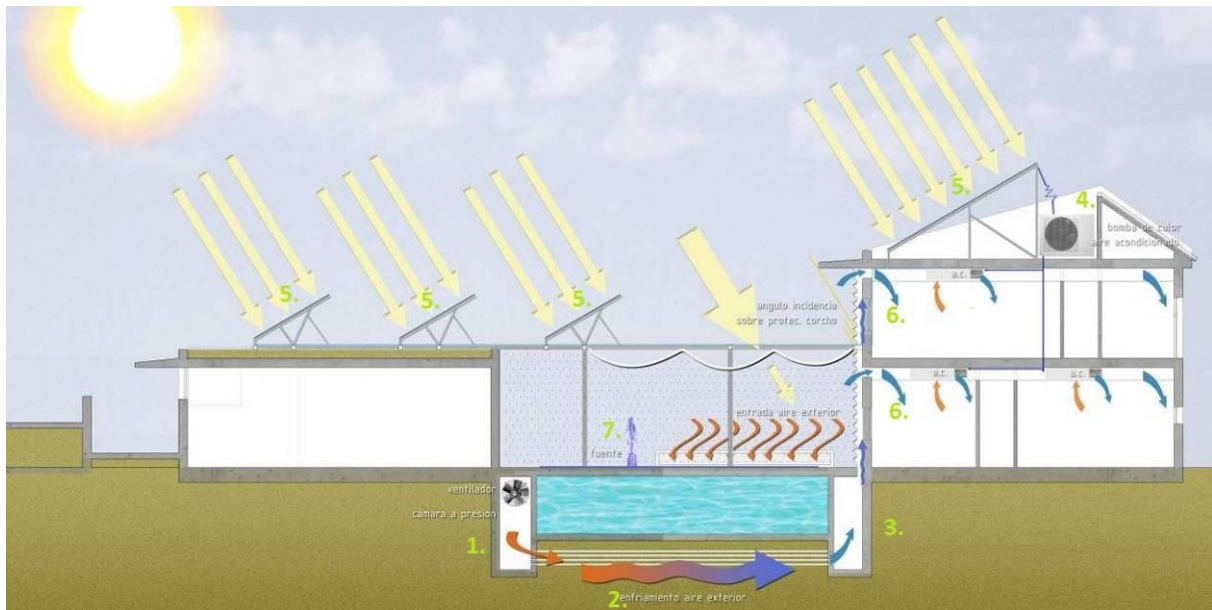


Fig. 14. “Esquema de funcionamiento en verano”

El esquema de funcionamiento en verano (fig.14) se interpreta del siguiente modo:

1. El aire, impulsado por un ventilador entra desde el exterior a 40º C.
2. Pasa por tubos de 1” situados bajo el aljibe. Allí se produce un enfriamiento hasta 20º C.
3. Después sube por la fachada térmica, protegida del sol mediante revestimiento de corcho, y entra en el plenum a 32º C.
4. Las maquinas de aire acondicionado aportan el aire frío necesario hasta alcanzar el confort térmico. Solo gastan la energía necesaria según la

temperatura exterior y el uso de los espacios, por lo que ciertos días puede no ser necesario ningún apoyo al aire pretratado en la fachada térmica.

5. La energía requerida por las máquinas de a/a se produce en los captadores fotovoltaicos, que en verano están a pleno rendimiento.
6. El aire entra en las estancias por las rejillas de ventilación.
7. En el patio de entrada se crea un microclima producido por la fuente y estanque de agua proveniente del aljibe, así como los toldos que proporcionan sombra junto con la pérgola fotovoltaica.

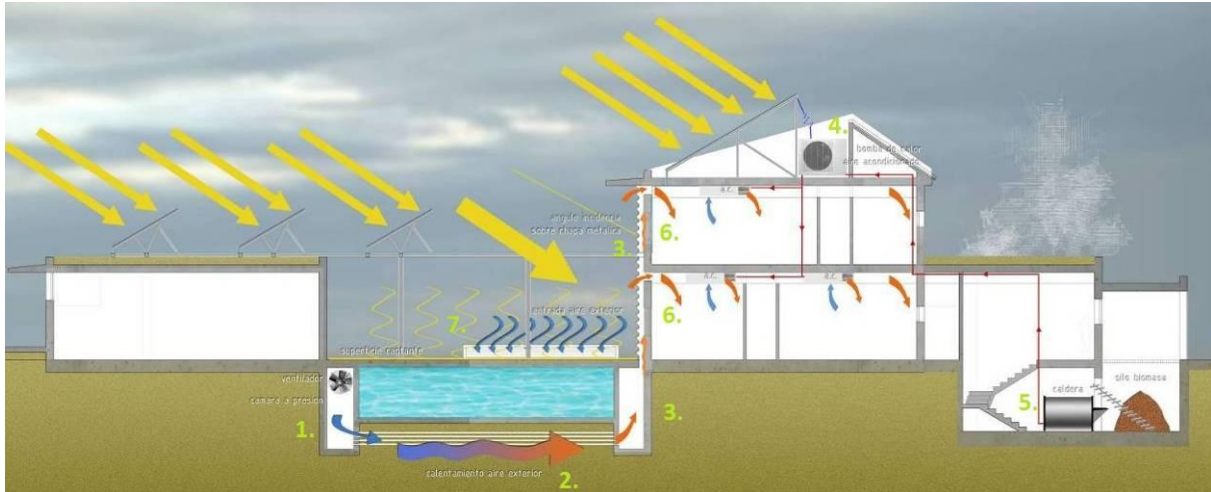


Fig. 15. "Esquema de funcionamiento en invierno"

Esquema de funcionamiento en invierno (fig.15):

1. El aire exterior entra a 10°C, impulsado mediante ventilador.
2. Pasa por tubos de 1" bajo aljibe donde el ambiente está a 16°C, allí se produce un calentamiento y el aire sale a 12,5°C.
3. Sube por fachada térmica, calentada por el sol en invierno, ganando 1,5° y entra al plenum a 14°.
4. Las máquinas de aire acondicionado aportan aire caliente hasta alcanzar el confort térmico. Sólo gastan la energía necesaria según la temperatura exterior y el uso de los espacios, por lo que, ciertos días, puede no ser necesario ningún apoyo al aire pretratado en la fachada térmica.
5. La energía requerida por las máquinas de a/a se produce en la caldera de biomasa mediante la quema de restos vegetales.
6. El aire entra en las estancias por las rejillas de ventilación.
7. En el patio de entrada se crea un microclima producido por el calentamiento de la superficie del estanque vacío, sin lámina de agua ni fuente, y los toldos recogidos para permitir la insolación.

#### 4.- Análisis del consumo real anual de energía eléctrica.

Analizando los datos de facturación durante el primer año completo de funcionamiento del edificio, el año 2012, se comprueba que la energía demandada a la red ha sido de 56.848 Kwh/año. Esto supone, frente a los 175.200 Kwh/año estimados en proyecto, un ahorro del 67,55% de electricidad total consumida. Aquí están englobados los consumos de funcionamiento y explotación de esta instalación, que además de las oficinas incluye el uso del laboratorio, el cual requiere de una estufa eléctrica. Por tanto, se puede afirmar que las medidas y estrategias implantadas suponen reducir a una tercera parte la energía eléctrica demandada. Además, la producción de energía eléctrica fotovoltaica estimada en unos 53.468

Kwh/año, supone un 94,06% de dicha energía, frente a los 56.848 Kwh/año demandados, por lo que la red solo aporta un 5,94% de la electricidad consumida. Con estos datos se puede concluir que el edificio es prácticamente autosuficiente en el cómputo energético anual.

## BIBLIOGRAFÍA

- Neila González, F.J. (2004). *Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible*. Editorial Munilla-Lería.
- Cañavete Cazorla, D. Pérez-Solano Valdazo, M.J. Sánchez Astillero, M. *La incorporación de la energía solar al proyecto arquitectónico*. Agencia Andaluza de la Energía. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía.
- Fernandez- Martos, L. (1990). *El corcho en la construcción*. Revista AITIM,147.
- Velasco Fernández, L. (1977). *El corcho aislante ideal*. Revista AITIM, 85 y 86.
- Velaz de Medrano, L.; Ugarte J. (1922). *El alcornoque y el corcho*.
- Serra, Rafael. (1999). *Arquitectura y Clima*. Gustavo Gili, Barcelona.
- Waldo Bustamante, Felipe Encinas. (2012). *Parámetros de diseño y desempeño energético en edificios de clima mediterráneo*. ARQ, nº 82 Fabricación y construcción. Santiago, p. 116-119.
- Documentos Básicos del Código Técnico de la Edificación, y demás Normativa Técnica de obligado cumplimiento en la construcción.