

CABAÑAS BIOCLIMÁTICAS EXPERIMENTALES CONSTRUIDAS CON BALAS DE PAJA EN LA ECOALDEA DE BIOTZARI - BIGÜEZAL (NAFARROA).



# CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICA Y BIOCONSTRUCCIÓN

**D**ESDE TIEMPO INMEMORIAL EL SER HUMANO HA ERIGIDO SU VIVIENDA EMPLEANDO MATERIAS PRIMAS QUE EXISTEN EN LA NATURALEZA: BARRO, PIEDRA, MADERA, PAJA, FIBRAS VEGETALES, ETC.

LAS CARACTERÍSTICAS DE ESTOS MATERIALES PERMITÍAN CONSTRUIR VIVIENDAS QUE OPTIMIZABAN EL CONFORT CON UN GASTO MÍNIMO DE RECURSOS Y QUE PRESERVABAN LA SALUD DE SUS MORADORES. CON EL TIEMPO, LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN Y LA UTILIZACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS Y PRODUCTOS ARTIFICIALES PROPICIARON QUE

LOS MATERIALES PERDIERAN SUS CUALIDADES BIOLÓGICAS Y SU INOCUIDAD MEDIOAMBIENTAL. COMO RESULTADO, LAS VIVIENDAS INDUSTRIALIZADAS, EN LAS QUE VIVIMOS LA MAYORÍA DE NOSOTROS, RESULTAN DAÑINAS NO SOLO PARA EL MEDIO AMBIENTE EN SU FASE DE CONSTRUCCIÓN Y DESHECHO, SINO TAMBIÉN PARA NUESTRA PROPIA SALUD MIENTRAS VIVIMOS EN ELLAS. RADIOACTIVIDAD ELEVADA, TOXICIDAD, ELECTRICIDAD ESTÁTICA, FALTA DE TRANSPIRACIÓN... INTER-

FIEREN LOS CAMPOS MAGNÉTICOS Y ELÉCTRICOS NATURALES Y PROPICIAN AMBIENTES ANTIECOLÓGICOS, INCONFORTABLES, INSANOS Y ESTÉTICAMENTE DISCUTIBLES.



▲ DETALLE DE UNA VIVIENDA FABRICADA MEDIANTE TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN BIOCLIMÁTICA PASIVA.

## LA VIVIENDA BIOCOMPATIBLE

**H**ACE YA CASI MEDIO SIGLO, DE LA MANO DEL ECOLOGISMO SURGIÓ EL FENÓMENO DE LA BIOCONSTRUCCIÓN, UNA FILOSOFÍA Y ACTIVISMO QUE PREDICA EL RETORNO A FORMAS DE CONSTRUIR CON MATERIALES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL O ECOLÓGICO, RECICLADOS O ALTAMENTE RECICLABLES, O EXTRAÍBLES MEDIANTE PROCESOS SENCILLOS Y DE BAJO COSTE COMO, POR EJEMPLO, MATERIALES DE ORIGEN VEGETAL Y BIOCOMPATIBLES. SE TRATA DE UN INTENTO POR MITIGAR EN LA MEDIDA DE LO POSIBLE EL IMPACTO QUE LAS VIVIENDAS GENERAN EN EL MEDIO AMBIENTE, OPTIMIZAR EL CONSUMO ENERGÉTICO DURANTE LA VIDA ÚTIL DE LA VIVIENDA Y TAMBIÉN DE PRESERVAR LA SALUD DE QUIENES LAS HABITAN.

## BIOCONSTRUCCIÓN Y ARQUITECTURA VERDE

Se puede definir la bioconstrucción de muchas maneras. Quizá la más sencilla sea considerarla como una manera de construir preservando la vida de los que habitan en lo que se construye y la vida del entorno que lo soporta, los ecosistemas, la tierra, etc.

Es una necesidad intrínseca de la casa biocompatible que la vivienda transpire, que no acumule gases tóxicos ni radiaciones naturales y artificiales, ni emisiones tóxicas, que su mantenimiento sea óptimo, que sea duradera y que el modo de producción de los materiales sea sostenible, es decir, que tenga la menor repercusión sobre el entorno. Se valora también los materiales utilizados desde su análisis de ciclo de vida: es decir la extracción, transformación, manipulación, uso y reciclaje o reintegración en la naturaleza. Y por

▲ LAS VIVIENDAS HECHAS CON BALAS DE PAJA TIENEN GRAN CAPACIDAD TERMOAISLANTE. ECOALDEA DE BIOTZARI - BIGÜEZAL (NAFARROA).

**NO TODA LA ARQUITECTURA QUE INCORPORA ELEMENTOS DE SOSTENIBILIDAD ES BIOCONSTRUCCIÓN. LA VIVIENDA TOTALMENTE ECOLÓGICA ES EL VÉRTICE DE LA PIRÁMIDE**



último, se procura que el material sea lo menos contaminante posible en todos sus posibles impactos medioambientales, usos de los recursos, toxicidad, emisión de CO<sub>2</sub>, acidificación...

Pero no toda la arquitectura que incorpora elementos de sostenibilidad da como resultado una biocasa. La vivienda enteramente bioconstruida, totalmente ecológica, es el vértice de la pirámide de una gradación de sostenibilidad. En el camino existen diferentes tipologías de vivienda con distintos grados de bondad ecológica según la génesis, diseño, construcción, materiales empleados, recursos energéticos que requiere y emplea, y sistemas de eliminación de residuos que incorpora.

Así, pueden existir edificios bioclimáticos que no incorporen materiales ecológicos o que sólo lo hagan en parte de su estructura o acabados. Y viviendas que integren sistemas de producción de energía renovable en una estructura de edificación convencional, como un bloque de

hormigón en una urbe. O viviendas de construcción no ecológica que sustituyen una caldera de gasoil por otra de biomasa o cuentan con sistemas pasivos de ahorro de energía. No son en sentido estricto bioconstrucción, pero incorporan elementos de sostenibilidad. Sin embargo, para hablar propiamente de un edificio bioconstruido se entiende que éste debe incorporar materiales ecológicos y conceptos bioclimáticos. Aunque incluso en este caso existen diferencias, ya que habrá biocasas que tengan una gestión integral de residuos y otras no, etc.

Como vemos, es cuestión de escalar peldaños en la sostenibilidad que, como destacan desde la Asociación Amigos de la Bioconstrucción de Euskadi, es un reflejo del estilo de vida y filosofía de los moradores. Ekaitz Guribe, arquitecto y coordinador de esta asociación lo refrenda así: “cada día cobra mayor relevancia la bioconstrucción gracias a la concien-



▲ VIVIENDA UNIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA EN USUN (NAFARROA).

▼ EKAITZ GURIBE, DE LA ASOCIACIÓN AMIGOS DE LA BIOCONSTRUCCIÓN DE EUSKADI.



cia social de que es importante el lugar donde se vive y trabaja, tanto para la salud como para el bienestar personal”. Como arquitecto, destaca, “es una forma totalmente diferente de trabajar. No se limita sólo a la ejecución del edificio, sino que es una visión global, una forma de vida. Hacerse una casa es muy importante y debe ser un proceso en el que hay que trabajar conjuntamente con el futuro dueño”. Para ello, ve imprescindible una comprensión mutua, “hay que hablar mucho, entablar amistad, conocer su estilo de vida, su personalidad, etc. No sólo hay que construir una casa sana sino también bonita y que transmita felicidad y confortabilidad”.

## DEL AHORRO PASIVO A LA BIOCASA

**SISTEMAS PASIVOS DE AHORRO ENERGÉTICO** Supone incorporar soluciones arquitectónicas y constructivas adecuadas al clima y al ecosistema donde se implanta el edificio para poder conseguir confort interior, de forma gratuita, reduciendo al máximo las aportaciones energéticas que supongan consumo. Básicamente se basan en sistemas de aislamiento, aprovechamiento de la luz solar, orientación de ventanas, inercia térmica de los muros, ventilación natural, etc., sistemas apoyados en ocasiones por la domótica. Suele ser el primer paso en la sostenibilidad.

**EDIFICIOS VERDES**: Estructuras concebidas para aumentar la eficiencia energética y reducir el impacto medioambiental. Básicamente tienden a

reducir el consumo de energía y agua. También, por ejemplo, se potencia la luz natural en el interior



SISTEMAS PASIVOS DE AHORRO EN UNA VIVIENDA DE VISESA.

de la vivienda, lo que genera un menor consumo energético y una mayor confortabilidad. Cuentan

con aislamientos diseñados para evitar un sobreconsumo, sistemas de producción de energías renovables, como pequeñas instalaciones solares - térmicas para Agua Caliente Sanitaria (ACS) o fotovoltaicas-. Pueden incorporar el aprovechamiento de las aguas grises para riego o uso en inodoros.

**EDIFICIOS DE ENERGÍA CERO**: En estos edificios la preocupación principal es que se gaste la mínima energía posible y que ésta provenga de fuentes renovables del propio edificio. Cubre todas sus necesidades energéticas gracias a su diseño y sus materiales eficientes y a las fuentes renovables instaladas en el mismo, por lo que no emite dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Emplea sistemas pasivos de eficiencia energética y sistemas activos de generación

eléctrica mediante fuentes renovables. Se habla incluso, de edificios de energía plus, aquellos capaces de generar más energía que la que precisan.

**CASAS GEOSOLARES**: Están basadas en sistemas naturales híbridos que aprovechan la sinergia producida entre la energía solar y la del subsuelo evitando el uso de combustibles fósiles o que emiten CO<sub>2</sub> para su climatización.

**VIVIENDAS BIOCLIMÁTICAS**: Capaces de satisfacer las necesidades climatológicas de sus moradores exclusivamente mediante su configuración arquitectónica. Básicamente, guardan calidez en invierno y frescor en verano, y lo hacen aprovechando los recursos naturales y evitando el consumo de ener-

gías convencionales. Así, para el funcionamiento bioclimático de una casa es necesario generar



PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS DE PRODUCCIÓN ELÉCTRICA.

un sistema de calentamiento y otro de refresco y ventilación. La ubicación (orientación Norte-Sur) es

uno de los principales elementos a tener en cuenta para conseguir el máximo aprovechamiento de la radiación solar y crear corrientes naturales de aire. La estructura de la casa, con patios y huecos interiores, la distribución de estancias según su uso, el empleo de muros de inercia térmica, los sistemas de ventilación cruzados, y la aplicación del efecto invernadero son sus principales estrategias.

**BIOCASA**: Se entiende por biocasa aquella construcción 100% ecológica. Es decir, emplea materiales totalmente biocompatibles tanto en su estructura como en los acabados, atiende a principios bioclimáticos, emplea sistemas basados en energías renovables y cuenta con un sistema ecológico de gestión de los residuos.

## EXPERIENCIAS DE BIOCONSTRUCCIÓN

### VIVIENDAS UNIFAMILIARES

Santi, un padre de familia con dos hijas, decidió hace tres años dejar atrás su vida en Aretxabaleta (Gipuzkoa) para poder dar fin a un sueño que tenía desde hace muchos años: poder vivir en un marco lo más natural posible. “Siempre he querido volver a mi pueblo natal, Aramaio (Araba), y vivir rodeado de caseríos, llevando una vida lo más sostenible posible –comenta Santi– y para ello cuidamos desde nuestra alimentación, ya que somos vegetarianos, hasta nuestra forma de vivir; por eso nunca dudamos de que nuestra casa debía ser hecha bajo los fundamentos de la bioconstrucción.”

La vivienda ha tardado casi tres años en terminarse, pero el resultado ha sido muy satisfactorio. “Hemos utilizado madera de derribo para la estructura de la casa, que he tenido que preparar y limpiar yo para poder reutilizar, las paredes y tejados tienen un aislante de virutas de madera, el suelo de la planta baja es de barro cocido y el de la primera es de madera de roble, las paredes del exterior están hechas con termoarcilla y el revestimiento es una monocapa con cal”.

Sin embargo, no se considera una casa 100% ecológica ya que los cimientos están hechos de hormigón y el armazón, aunque tiene varillas de fibra de composite, se combinan con varas de hierro. También es una casa ecoenergética, con placas solares para calentar el agua y calefacción con gas propano pero con chapa económica y fuego bajo. Para Santi son todo ventajas, “no sólo estoy tranquilo porque

se ha hecho un estudio geobiológico del suelo, con lo cual sé dónde piso, sino también porque se ha seguido la orientación Norte-Sur para aprovechar al máximo las horas de luz, y eso me ha supuesto un ahorro energético muy alto, ya que en invierno es una casa muy cálida y en verano fresca”.

De momento no le ve ninguna desventaja, “igual de cara al futuro el mantenimiento de la madera sea más costoso, pero si hay que hacerlo, no pasa nada. De hecho, los caseríos llevan así más de 400 años, ¿quién puede mejorar esta longevidad?”.

Amaia Agiriano, del estudio Oreka Arquitectura, acaba de terminar lo que va a ser su vivienda a partir de ahora. Es una casa de tierra, construida también en Aramaio. Ella, madre de dos hijos muy pequeños y arquitecta, lo tenía claro desde el principio, “me gusta mucho la naturaleza y le dije a mi compañero que nuestra huella ecológica debía minimizarse para dejar este planeta lo más sano posible a las generaciones futuras”. Han tardado dos años en terminarla pero lo han hecho como antaño, “quería que la casa se fusionara con el medio ambiente, utilizar los materiales más naturales posibles e integrarla haciendo el menor daño al entorno”.

Por ello, utilizaron para las paredes la misma tierra que extrajeron para hacer los cimientos. “Una de las opciones era que hiciéramos nosotros mismos los ladrillos de adobe pero nos enteramos de que se podía utilizar otra técnica novedosa, la tierra tapial, directamente como muros y raseado con cal. Las propiedades del barro en cuanto a salubridad, transpirabilidad y confort son muy altas y por eso apostamos por este tipo de material”. Los cimientos

▼ AMAIA AGIRIANO, DEL ESTUDIO OREKA, HA PROYECTADO SU BIODIVIENDA.



**LA TÉCNICA TAPIAL UTILIZA LA TIERRA PARA HACER MUROS. LAS PROPIEDADES DEL BARRO EN CUANTO A SALUBRIDAD, TRANSPIRABILIDAD Y CONFORT SON MUY ALTAS**



Jon Etxeberria



Jon Etxeberria



están hechos de piedras y hormigón ciclópeo pero no tienen ningún elemento de hierro en su interior. Previamente hicieron un estudio geobiológico del terreno, “evitamos así todas las corrientes de agua subterráneas y los cruces energéticos del interior de la Tierra”. El suelo de la planta baja es de barro cocido, los interiores de madera y la cubierta también. El tejado es de cerámica árabe y los aislantes son corcho y cutrén. “Entre tabiques hemos utilizado como aislante lana de cáñamo, y los propios tabiques están hechos de virutas de celulosa”.

También intentan ser eficientes desde el punto de vista energético, “en verano, tenemos placas solares para calentar el agua, y la calefacción se alimenta de la cocina económica, que es como las de

antes pero que a su vez también calienta agua de un termo, y tenemos chimenea de fuego bajo que alimentamos con serpentinas de serrín”. El calor que generan ambos sistemas se extiende por toda la casa a través de muros radiantes en la segunda planta y de suelo radiante en la baja pero, añade Amaia, “nuestro mayor orgullo es el invernadero que hemos creado para la captación pasiva solar”.

Tanto Santi como Amaia coinciden en afirmar que “no es verdad que sea más cara una biocasa. Algunos materiales puede que sean un poco más caros que los convencionales, pero lo que encarece realmente una vivienda bioconstruida es si la constructora está especializada en utilizar estos materiales o no”.

▲ VIVIENDA BIOCOSNTRUIDA POR OREKA EN ARAMAIO. SUS MUROS HAN SIDO CONSTRUIDOS CON LA TÉCNICA DE LA TIERRA TAPIAL. EN SU EXTERIOR UN INVERNADERO REALIZA LA CAPTACIÓN PASIVA SOLAR.

▼ DE IZQUIERDA A DERECHA, VIVIENDA DE TIERRA TAPIAL (TIERRA COMPACTADA); AISLAMIENTO DE CORCHO Y SUELO RADIANTE; APLICACIÓN DE BARNICES ECOLÓGICOS A LA MADERA; Y VIVIENDA ECOENERGÉTICA CON PAREDES DE TERMOARCILLA.



Jon Etxeberria





De hecho, ambas casas tienen en común sus dimensiones, entre de 250 y 300 m<sup>2</sup> construidos en dos plantas. “Depende de si te implicas e intentas restar en el presupuesto lo máximo posible, aunque por debajo de los 300.000 € es difícil hacerse una como ésta, sin contar con la compra del terreno”, dice Santi. Sin embargo, añade Amaia, “se puede incluso hacerla por menos, se puede reducir el número de metros cuadrados, y depende con qué lo haces, por ejemplo, si haces los muros de paja y el resto de materiales es de restauración, se te puede abaratar mucho más”.

### EL ECOCAMPING ARBIZU

Si los campings son la modalidad más sostenible de turismo, en la localidad navarra de Arbizu han rizado el rizo. Ya pueden presumir de tener cerca uno de los pocos ecocampings del Estado español que aspira a conseguir el certificado europeo de calidad “Eco-label”, concedido a aquellas infraestructuras que en su diseño y funcionamiento se

▲ PISCINA NATURAL ALIMENTADA CON AGUA DE LLUVIA EN EL ECOCAMPING ARBIZU.

▼ EDIFICIO DE BAÑOS, DUCHAS Y LAVADEROS DE ARBIZU. SUS PAREDES SON DE PAJA Y SE SURTE DE ENERGÍA PRODUCIDA EN EL PROPIO CAMPING.



rigen por parámetros ecológicos. Catalogado de primera categoría, sus 120.000 metros cuadrados se reparten entre bungalows, zona estrictamente de acampada para tiendas y autocaravanas, junto a dos edificios bioclimáticos y un lago artificial o piscina natural. Este ecocamping está próximo al monte Beriain, y acaba de abrir sus puertas.

Aitor Karasatorre, junto con Imanol Erauzkin, Jesús Reparaz y Lucas Petriati, decidieron un buen día juntarse para el proyecto. Aitor señala que querían hacer “algo que nos diferenciara del resto de campings, además todos nosotros estamos en una línea muy ecologista de estilo de vida, cada uno con una profesión complementaria, uno electricista, otro carpintero, otro transportista y por mi parte, fotógrafo profesional y ahora experto en energías renovables. Juntas todo esto en un bote, y aquí está el Ecocamping Arzibu”, añade.

El proyecto se fundamenta desde su base en los conceptos de bioconstrucción, sostenibilidad y el uso de energías renovables, “por ejemplo, en nuestro supermercado sólo vendemos productos ecológicos y la piscina no es la convencional de cloro, sino que nosotros mismos hemos hecho un lago artificial que se alimenta con agua de lluvia, fomentando al mismo tiempo la recuperación de fauna y flora alrededor del lago para mejorar el entorno”.



▲ UNA DE LAS MOBILHOME DEL ECOCAMPING DE ARBIZU.

Actualmente ya tienen disponibles 18 mobilhome (bungalows) –hechos por ellos mismos– de madera, algodón reciclado, pintura con transpiración y radiadores que se alimentan del calor generado en los dos edificios centrales del camping, dos edificios bioclimáticos construidos en madera y orientados para captar al máximo el calor del sol y con los que consiguen el autoabastecimiento energético de las instalaciones. En estos edificios centrales, relata Aitor “tres aerogeneradores pequeños proporcionan 2,6 kw/h, porque no estamos en una zona de mucho sol. Para calentar agua hemos instalado una calde-

ra de biomasa que alimentamos con huesos de aceitunas pero en breve, cuando se organice el trabajo de limpieas y podas de nuestros bosques de manera sistemática, lo sustituiremos por la madera de los árboles de nuestra tierra”.

En el futuro prevén que construirán un total de 45 mobilhome sostenibles. Pero no hay que asustarse, “los precios son similares a los de un camping convencional”. Por último, Arbizu añade a su filosofía otras funcionalidades, “aunque en verano nos dediquemos al turismo, en invierno vamos a dedicarnos a la formación con cursos y talleres relacionados con la ecología”.

## DECÁLOGO DE LA BIOCONSTRUCCIÓN

1) **UBICACIÓN ADECUADA.** Evitar la proximidad de fuentes emisoras de contaminación eléctrica y electromagnética así como química y acústica. Evitar el asentamiento sobre fallas geológicas o corrientes de agua. Evitar la modificación del campo magnético natural.

2) **INTEGRACIÓN EN SU ENTORNO** más próximo. Construir la vivienda atendiendo a la morfología del terreno, construcciones adyacentes, los estilos arquitectónicos tradicionales de la zona, incluyendo vegetación propia del lugar y armonía de formas constructivas.

3) **DISEÑO PERSONALIZADO** según las necesidades del usuario. Vivienda adaptada a la forma de vida de los moradores. Procurando, en la medida de lo posible, cuidar el efecto “onda de forma”, evitando los elementos excesivamente rectilíneos, con esquinas pronunciadas. Las grandes luces se pueden salvar con arcos, bóvedas, etc.

4) **ADECUADA ORIENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN** de espacios. Atendiendo a consideraciones bioclimáticas, de ahorro energético y funcionales. Teniendo en cuenta una buena orientación: acristalamientos al Sur (con paredes y suelos de

alta inercia térmica) y estancias de poco uso al Norte (garajes, despensas...).

5) **EMPLEO DE MATERIALES SALUDABLES, BIOCOMPATIBLES E HIGROSCÓPICOS.** Facilitan los intercambios de humedad entre la vivienda y la atmósfera. La vivienda debe respirar. Empleo de sistemas constructivos adecuados. Evitar en la medida lo posible estructuras de hormigón y elementos férricos.

6) **OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS NATURALES.** Aprovechamiento de la luz solar, climatización natural, ahorro de agua, aprovechamiento del agua de

lluvia, implantación de sistemas de generación de las energías renovables aprovechables.

7) **IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS PARA EL AHORRO ENERGÉTICO.** Sistemas de captación solar pasiva, galerías de ventilación controlada, sistemas vegetales hídricos reguladores de la temperatura y la humedad. Aleros diseñados adecuadamente, vegetación perenne al Norte y caduca al Sur.

8) **INCORPORACIÓN DE SISTEMAS Y EQUIPOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA.** Determinar los sistemas más adecuados para obtener la energía que

necesitamos: solar-térmica para ACS, geotérmica, biomasa, biogas, solar fotovoltaica para la producción de electricidad, hidráulica y eólica. En estos dos últimos casos, su uso debe considerarse restringido a aquellos lugares donde su impacto sea mínimo.

9) **PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS Y/O DEPURACIÓN DE VERTIDOS.** Separación de residuos en origen, con programa de reciclado para los sólidos-envolventes y de compostaje para los orgánicos. Depuración de las aguas residuales para su posterior utilización en riego. Sistemas

de deshidratación orgánica o WCs secos con su posterior programa de compostaje.

10) **MANUAL DE USUARIO PARA SU UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO.** En el cual se detallen las actuaciones que debe realizar el usuario y las que deberá realizar el mantenedor profesional.

Fuente: Ismael caballero. Manual de bioconstrucción. Asociación de Estudios Geobiológicos - GEA.

## LOS BIOMATERIALES

El término biomateriales engloba a todas aquellas materias primas que en general tienen una escasa repercusión en cuanto a coste energético, son saludables, perdurables, reciclables, y cuya producción uso y deshecho sea lo menos problemática posible.

Son, por un lado, aquellos que la naturaleza proporciona y que se han venido utilizando desde hace miles de años, como la madera, el barro, el corcho, la lana o el algodón. A ellos se les ha añadido materiales nuevos concebidos también para su utilización ecológica, como la termoarcilla, el bioblock, los geotextiles a base de tejidos de fibra de polipropileno, los cables afumex para instalaciones eléctricas, las pinturas biofa, etc. Otro tipo de materiales ecológicos son elaborados a partir de escombros y de residuos sólidos industriales –siempre y cuando sean inertes–, resultando además más económicos que los materiales comunes de construcción.

La calidad biológica de los materiales de construcción depende en gran medida del comportamiento que tengan ante el agua, el aire y la temperatura; lo deseable es que sean capaces de absorber y volver a soltar, y para este propósito los más adecuados son madera, corcho, barro cocido, yeso o mortero de cal.

Los materiales usados en estructuras (paredes, suelos y techo) deben ser permeables al vapor de agua, transpirar y ser higroscópicos (capaces de

absorber, retener y volver a emitir la humedad ambiental), evitando así condensaciones y otros problemas. Otra cualidad importante es la permeabilidad al campo de radiación natural de la tierra. Por otro lado, no deben desprender vapores ni partículas tóxicas y deben tener emisiones bajas de radioactividad. Algunos materiales como la madera y el corcho no sólo no emiten radio-

actividad sino que la absorben. Capacidad de aislamiento térmico e inercia térmica (capacidad de almacenar frío o calor) son otras de las cualidades deseables.

También hay que tener en cuenta los acabados, con pinturas o barnices sin toxicidad; tuberías de

conducción de agua, que deberían ser de polietileno o polibutileno, así como bajantes y desagües.

Respecto al precio, según aseguran en Biohaus, empresa suministradora de biomateriales, el término barato o caro viene determinado por las prestaciones que da cada material. Así, por ejemplo, si comparamos para un aislamiento las características técnicas y el precio entre madera y lana, lo más barato es la madera. Lo importante es la relación calidad-precio”.

▼ PINTURA ECOLÓGICA EN LAS PAREDES DE UNA VIVIENDA BIOCONSTRUIDA.



**LOS MATERIALES USADOS EN ESTRUCTURAS – PAREDES, SUELOS Y TECHOS– HAN DE SER PERMEABLES AL VAPOR, TRANSPIRAR Y SER HIGROSCÓPICOS**

### ECOEFICIENCIA ENERGÉTICA

Solar, eólica, biomasa, geotérmica... En bioconstrucción hay que tener en cuenta aquellos aspectos relativos al consumo de energía, pero ¿en qué gastamos energía? El principal consumo energético de una vivienda es el relacionado con la climatización y la obtención de agua caliente sanitaria (ACS). Después, los electrodomésticos –principalmente frigorífico y aquellos que requieren calentar agua con resistencias, como lavadora y lavavajillas– y en último lugar la iluminación.

El Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transportes de País Vasco ha editado una "Guía de Edificación Sostenible para la Vivienda" donde ofrece información sobre las diferentes modalidades de energías renovables para un uso eficiente. Proponen un uso específico para cada una de las

energías propuestas, como es el caso de maximizar la solar térmica para la producción de agua caliente sanitaria, así como de la biomasa, de la geotérmica y de la eólica para sistemas de calefacción. Pero también diferentes sistemas de aprovechamiento pasivo de la energía, como optimizar el uso de la luz natural mediante una adecuada distribución de la luz dentro del edificio.

**PRECIOS DE INSTALACIONES CON ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 300 M<sup>2</sup>**

**GEOTÉRMICA:** Generación de 24 kw. Válida para ACS, calefacción, calentamiento de piscina, Refrescamiento. Con perforaciones incluidas: 40.000/50.000 €. Pero depende de la zona,

tamaño de la casa y profundidad a la que se encuentre el calor de la tierra.

**SOLAR TÉRMICA:** Generación de 24 kw. Válida para ACS: 3.000/4.000 €. Necesita combinarse con una caldera de gas.

**SOLAR FOTOVOLTAICA:** El precio de una instalación conectada a la red es de 3-4 € el vatio pico instalado. En la zona atlántica una instalación de 8-10 kW produciría la energía que consume una familia media. En la Euskal Herria meridional harían falta entre 6-8 kW instalados. El presupuesto oscilaría entre 18.000 (6kW) y 40.000 (10 kW).

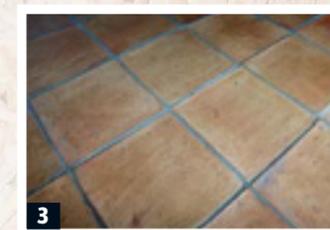
**BIOMASA:** Se puede estimar en unos 150 €/m<sup>2</sup> el precio de una instalación de biomasa (pellets). El precio de un suelo radiante ronda los 40 €/m<sup>2</sup> más otros 20 €/m<sup>2</sup> del mortero.

FUENTES: Aska Nature, especialistas en instalaciones de energías renovables, y Seasll, Soluciones Energéticas Alternativas, especialistas en diseño, asesoría, instalación y mantenimiento de recursos energéticos renovables.

**TIERRA:** La tierra cruda se utiliza para la fabricación de bloques (adobes), muros (tapial) o también como mortero para las juntas de mampostería. Cualidades vitales y ecológicas muy buenas: transpira, es higroscópica, tiene capacidad de difusión, buena inercia térmica, relativamente aislante en espesores gruesos, resulta cálida y tiene una emisión radioactiva muy baja.



**BARRO COCIDO:** Ladrillos, baldosas, tejas, etc tienen buenas condiciones globales. Los materiales cerámicos mantienen las cualidades de la tierra (transpiración, inercia térmica, etc) siempre y cuando no sobrepasen los 950 °C en su cocción, ya que a partir de ahí su estructura molecular cambia –se cristaliza y transforma en gres cerámico– y las cualidades biológicas disminuyen. Es importante también que no contengan aditivos químicos ni subproductos de procesos industriales. Aunque presenta ventajas sobre la tierra, el coste energético para su producción es mayor.



**PAPEL RECICLADO:** Se utiliza especialmente en aislamientos y entre fachada y tabique interior o tabiques secos. Es el aislamiento con papel de periódico reciclado y molido, también llamado aislamiento de celulosa. Su aplicación es muy sencilla con máquinas especiales mediante insuflado o proyectado en húmedo en cavidades, fachadas, buhardillas, cubiertas o falsos techos o tabiquería seca.

**CAL Y YESO:** El mortero de cal es higroscópico, transpira, es elástico y tiene gran capacidad de difusión. Tiene además propiedades de desinfección, y es por tanto de óptimas cualidades vitales. Sin embargo, su lento endurecimiento (meses, incluso años) la ha hecho ser relegada por los morteros de cemento. El yeso es un material transpirable, poco conductivo y bastante higroscópico, emisión radioactiva baja y ninguna toxicidad siempre y cuando sea yeso natural. Encuentra un amplio uso en la fabricación de paneles y prefabricados.



**MADERA:** Material idóneo para la construcción de estructuras, carpinterías o pavimentos. Material 100% renovable, de excelentes características técnicas y bio-



lógicas. Entre sus cualidades destacan la transmisión de calor, vitalidad, color y olor agradables; gran capacidad higroscópica, regulando en las construcciones la humedad ambiental. Es ligera, elástica, muy resistente a la tracción, poco conductiva, buen aislante térmico y acústico, permeable al campo de radiación de la tierra y no acumula carga electrostática.

**CORCHO:** Es el mejor aislante natural, empleado en falsos techos, suelos, cubiertas, tabiquería ligera, morteros aislantes, etc. Gran capacidad de aislamiento térmico y acústico, con ínfima conductividad. Es imputrescible y resistente a los ataques de insectos y hongos, siendo uno de los materiales más estables y duraderos del reino vegetal. No emite vapores ni partículas tóxicas ni acumula electricidad estática. Permeable a la transpiración y a las radiaciones telúricas. Ignífugo, con resistencia al fuego M-2 (la categoría M-1 corresponde a no inflamable). Impermeable y no higroscópico.

**FIBRAS VEGETALES:** Cañaño. Fabricado a partir de fibras naturales, se comercializa en formato de manta flexible. Es un excelente aislante térmico y acústico, además de regulador de la humedad. Es el material ideal para el aislamiento de los desvanes, vertientes de la techumbre, de las paredes, tabiques o forjados.

Paja. Con ella se fabrica el adobe mezclándola con pastas que incluyen cal o arcilla para protegerlos de los agentes externos. También se utiliza como material estructural. Este sistema, aunque pueda parecer muy rudimentario, permite construcciones de gran resistencia y aceptable habitabilidad, con un razonable aislamiento térmico y acústico.

**LANA DE OVEJA:** Se emplea como aislante debido a las excelentes propiedades que posee, tanto térmicas como acústicas. Gran capacidad de absorber y regular las concentraciones de agentes tóxicos y de la humedad del interior de los edificios.



FUENTES: Camilo Rodríguez Lledó - Equipo de Arquitecturas Adaptadas al Medio. Bioklima Nature.

## VIVIENDAS ECOLÓGICAS EN CIUDADES?

Por su integración en el medio, por su configuración, el empleo de materiales ecológicos y las posibilidades de implementación de energías renovables y gestión de residuos, las casas 100% ecológicas son un fenómeno circunscrito casi en exclusiva al mundo rural. Pero, aunque la edificación urbana se halla en las antípodas filosóficas de las experiencias rurales de biocons-

**EDIFICIOS BIOCLIMÁTICOS, SISTEMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, ENERGIAS RENOVABLES, SISTEMAS DE AHORRO PASIVO, ETC SON CADA VEZ MÁS COMUNES EN EL ENTORNO URBANO**



trucción, existen sin embargo algunos intentos de adecuar parámetros de sostenibilidad a las viviendas urbanas. Proyectos de edificios bioclimáticos, implantación de sistemas de eficiencia energética y energías renovables, sistemas de ahorro pasivos, etc son cada vez más comunes en el entorno urbano.

La construcción con ciertos parámetros 'verdes' ha venido de la mano de empresas públicas como VISESA, Vivienda y Suelo de Euskadi, o VINSÁ, Vivienda pública de Navarra, que están integrando crecientemente elementos fundamentalmente de eficiencia energética en las viviendas públicas. Se implementan medidas para minimizar pérdidas energéticas,

▲ PLACAS SOLARES TÉRMICAS EN VIVIENDAS URBANAS.

▼ INFOGRAFÍA DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR PROYECTADA POR EKIHOUSE.



como la mejora de los sistemas pasivos de ahorro energético, orientación óptima de los cerramientos, control de asoleo, estudio de sombras, reducido desarrollo de cierres, dimensionado de huecos según orientaciones, etc. Asimismo, se trabaja en el aumento del aislamiento de los paramentos exteriores, control y eliminación de puentes térmicos, adecuado control de la ventilación de las viviendas, vidrios dobles con cámara y bajo emisivos, etc.

Desde el punto de vista del consumo energético, los nuevos edificios cuentan con captadores solares térmicos que suministran un mínimo del 60% de la energía total media anual necesaria para el Agua Caliente Sanitaria (ACS). Además, cuentan con calefacción centralizada, sistemas energéticos de alta eficiencia (producción simultánea de calor y electricidad, o cogeneración, electrodomésticos Calificación A y lavadoras bitérmicas, reciclado de agua de lluvia para riego de zonas verdes, etc). En algunos edificios promovidos por VISESA incluso se han instalado calderas de biomasa, captadores solares fotovoltaicos o instalaciones geotérmicas.

### EL PROYECTO EKIHOUSE

En la Universidad del País Vasco (UPV-EHU) ha calado hondo la preocupación por el medio ambiente, y para demostrarlo su Escuela Técnica Superior de Arquitectura presentó al concurso Solar Decathlon, una competición universitaria internacional que persigue el diseño y la construcción de viviendas autosuficientes, un proyecto de vivienda ecológica urbana. Entre los 20 proyectos elegidos a nivel internacional se encuentra el proyecto de la UPV-EHU Ekihouse.

Victor Araujo, responsable de Comunicación del proyecto, explica que el objetivo de Ekihouse es "diseñar una vivienda urbana industrializable, sostenible y respetuosa con el medio ambiente que aporte una gran calidad de vida,

TORRES DE SALBURUA EN GASTEIZ, EDIFICIOS VERDES DISEÑADOS POR EL ESTUDIO DE ÁBALOS & HERREROS.





con un equipo multidisciplinar para los procesos de diseño, fabricación y construcción”.

Aún están en fase de diseño y en septiembre de 2012 se construirá la primera Ekihouse en la que será la Villa Solar, en Madrid. “Es una vivienda de unos 75 metros cuadrados que cumple con los requisitos de las 10 pruebas del concurso”. Básicamente se trata de una vivienda energéticamente autosuficiente que toma toda su energía del sol y equipada con la tecnología que le permita hacer el uso más eficiente de la misma.

En lo relativo a materiales, el proyecto empleará madera de pino radiata en cerramientos y mobiliario interior aunque, señala Araujo, criterios ecológicos prevalecerán en la elección del resto de materiales en base al estudio del ciclo de vida de cada uno de ellos.



▲ REHABILITACIÓN DE UNA VIVIENDA EN EL CASCO ANTIGUO DE LEZO (GIPUZKOA). SE EMPLEAN COMO AISLANTE PLANCHAS DE CELULOSA. LAS TUBERÍAS SON DE POLIETILENO RETICULADO Y POLIPROPILENO.

La casa, una vez construida, será habitada por estudiantes que puedan contar su experiencia vivida. “Es un proyecto universitario y empresarial muy interesante, no sólo porque aportamos los conocimientos más innovadores desde la Universidad sino también porque podemos medir las capacidades tecnológicas de nuestras empresas”. Una iniciativa que comenzó en las aulas de la ETS de Arquitectura pero que pronto comenzó a evolucionar, incorporando otras profesiones, “biólogos, ingenieros forestales, de ingenieros de caminos, e incluso ahora estamos valorando la aportación de estudiantes de Bellas Artes”. El proyecto incluye un plan de viabilidad económica, con el objetivo de comercializar la vivienda, el prototipo o alguna variante, en un futuro.

Pero no sólo la UPV está inmersa en un nuevo cambio de mentalidad, la Universidad de Navarra (UNAV) ha creado lo que se conoce como Catedral Madera, una iniciativa que, con la colaboración con el Gobierno de Navarra, nace con el objetivo de hacer que este material vuelva a recuperar el protagonismo estructural que tuvo en la construcción, y relegada ahora a elemento ornamental.

**IÑAKI URKIA, arquitecto.**

“QUE EL URBANISMO TENGA EN CUENTA CONCEPTOS DE **BIOCONSTRUCCIÓN** ES MÁS UNA CUESTIÓN DE **VOLUNTAD** QUE **TÉCNICA**”

HA LLEVADO A SU DISCIPLINA PROFESIONAL Y A SU VIDA LOS FUNDAMENTOS FILOSÓFICOS DE LA SOSTENIBILIDAD. LA AUSTERIDAD, EL USO DE MATERIALES ECOLÓGICOS Y SALUDABLES Y EL RESPETO POR LA TIERRA CONSTITUYEN LA BASE DE SUS PROYECTOS, CON CADA VEZ MÁS PRESENCIA EN NUESTRO HORIZONTE.

¿Qué aporta el concepto de bioconstrucción a la vivienda y cuál es su futuro?

Este concepto surge hace ya 30 o 40 años en Alemania, un territorio de alta densidad demográfica y hacinamiento. Se dieron cuenta de que determinados materiales utilizados en las viviendas producían problemas de salud, como el amianto en los conductos de aire acondicionado. Los médicos empezaron a denunciar la toxicidad también de pinturas que provocaban corrientes electrostáticas, etc. Y los investigadores descubrieron que dentro de las casas las personas estaban sujetas a 50 veces más de toxicidad que fuera de ellas, incluso que en los pueblos los índices de alergias eran mínimos respecto a los de las ciudades. Y es que la salud depende de la comida que comes, el aire que respiras y las ondas electromagnéticas que recibes. Y a raíz de ahí y de un nuevo movimiento ecologista, renovado, con investigaciones que avalan que otra realidad es posible, la bioconstrucción también avanza. Con una tecnología apropiada, con las herramientas tradicionales y con expertos constructores esto avanza porque tiene un bajo coste y es fácil de hacer.

¿En tu caso, como llegaste a implicarte en esta disciplina de la arquitectura?

Es una cuestión de respeto a la tierra y a las gentes que lo habitamos. En mi familia hay una tradición maderera y una cultura de cuidado por el medioambiente. Pero además, la carta del Gran Jefe Indio Seattle me llegó muy adentro cuando dijo lo de “haz aquello que se pueda hacer durante siete generaciones” y que “no heredamos la tierra de los padres sino que se la pedimos prestada a nuestros hijos”. Y es que en la Tierra estamos de paso, se trata de no machacarla, de tenerle respeto, con un gasto mínimo de la energía, con bajo coste medioambiental, por tanto, rechazo a las canteras, minerías de hierro, uso y abuso de los plásticos, etc. Sabiendo los beneficios y perjuicios que cada material proporciona al planeta, eliges los menos malos. Todos los materiales provocan cierto daño. Por ejemplo, para conseguir madera, tienes que cortar unos árboles, pero al menos luego crecen.

Tu propia vivienda, construida con balas de paja, es ejemplo de biocasa. ¿Por qué escogiste este material?

Mi casa está asentada en una vieja vivienda de piedra y madera. Elegí como aislante térmico la lana de oveja, como sistema para calentar agua la energía solar, para la gestión de los residuos orgánicos la creación de un compost que va directamente a la huerta, etc. Y las balas de paja porque las casas hechas de este material duran el doble que las hechas de hormigón y además es infinitamente más barato y no daña el entorno.

Aparentemente una construcción ecológica parece más efímera que las convencionales y no siempre más barata.



Las Pirámides de Egipto son 100% sostenibles y llevan en pie milenios, las catedrales europeas y grandes edificios de la cultura griega y romana también. Y todo está hecho según el fundamento de la bioconstrucción. En Euskal Herria también tenemos el ejemplo de los caseríos, que han demostrado ser resistentes al paso del tiempo. Uno de los materiales que deberían ser más utilizados es la madera. Es un recurso muy abundante y de alguna manera se ha desvalorizado. Algunos piensan que es cara, pero es uno de los materiales más baratos. Por ejemplo, un suelo de 100 m<sup>2</sup> cubierto de madera, necesitaría unos 8 m<sup>3</sup>, es decir, tan sólo unos 8 árboles, y pasados por una serrería, el precio sería de unos 300 €/m<sup>3</sup>, ¿de verdad es tan caro?

Parece sencillo edificar bioviviendas en un entorno rural y de manera aislada, pero ¿es posible llevar sus fundamentos a las ciudades?

Naturalmente. Hacer una ciudad con bioconstrucción no es ningún invento. Los cascos viejos de las ciudades siempre lo han sido, se han hecho con materiales sanos, con ladrillo, vigas de madera... Y en nuestros días, yo mismo he sido miembro de jurados en concursos de promociones de viviendas, por ejemplo de VISESA, y gratamente he comprobado que se valoraba la parte bioclimática, el reciclaje de aguas, el uso de biomateriales. Así que ya ahora desde algunos organismos se están haciendo esfuerzos por construir lo más sostenible posible, y esto es relativamente sencillo sobre todo en edificaciones de hasta cuatro plantas de altura.

¿Qué límite marcan las cuatro alturas?

Un edificio bioconstruido es muy fácil de resolver a nivel estructural con muros de carga si no se sobrepasan las cuatro plantas. Así están hecho los cascos viejos y, por ejemplo, todo el ensanche de Barcelona. Los bloques de más alturas presentan más problemas, ya que hay que integrar obligadamente una estructura de hormigón armado, y a nivel de salud, es preferible evitar las estructuras de hierro y de hormigón armado. De todas formas, aunque aquí todavía no se ha hecho, en Europa ya hay experiencias de incorporar madera en la estructura de edificios en altura, habiendo ya ‘rascacielitos’ de oficinas, en Oslo (Noruega) y en otros

“LAS **PIRÁMIDES** DE EGIPTO SON **100% SOSTENIBLES** Y LLEVAN EN PIE **MILENIOS**. LAS **CATEDRALES EUROPEAS** TAMBIÉN.”

sitios, de hasta 7 ó 8 plantas. Estructuras con paneles laminados de madera que permiten una gran rigidez estructural. Es una alternativa que además permitiría valorizar una materia prima renovable y abundante en Euskal Herria.

¿Qué conceptos de bioconstrucción son más fácilmente trasladables al entorno urbano?

Lo más fácil de trasladar es la parte energética, que un edificio funcione bioclimáticamente, y ya tenemos ejemplos, como en Mendillorri y Sarriguren, promociones de VINSA en Iruñea, etc, con construcciones bioclimáticas integradas en la trama de la ciudad. Es más una cuestión de voluntad que técnica que el urbanismo tenga en cuenta, por ejemplo, las orientaciones solares para las viviendas, hacer las calles en el sentido Este-Oeste para disponer de fachadas Sur con ventanales y galerías con las que se pueda aprovechar de manera pasiva la luz, etc.





Jon Ebeberria

Eduardo Domingo de Miguel, Doctor en Biología y representante de la UNAV en el Consejo Director de esta cátedra, recuerda que, “como demuestra la historia, si se usa de un modo adecuado, la madera dista mucho de la imagen habitual que se tiene de ella como material no duradero y poco fiable. Nuestra arquitectura tradicional, en la que se usaba adecuadamente, es un buen ejemplo de ello”.

Se trata, en definitiva, de recuperar la “cultura de la madera y su uso en aplicaciones constructivas”. La cátedra pretende colaborar con el sector maderero para valorizar el patrimonio forestal, gestionar adecuadamente los bosques y avanzar en la obtención de productos de valor.

- ▲ VIVIENDA CON MADERA COMO ELEMENTO ESTRUCTURAL EN TABIQUERÍA Y TECHADO.
- ▼ BLOQUE DE PISOS CON PANELES FOTOVOLTAICOS INTEGRADOS EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL (GASTEIZ).



Otras iniciativas, de particulares y de entidades públicas y privadas trabajan en la misma dirección: buscar un retorno a la vivienda biosostenible. Casas ecológicas al 100% o casi, viviendas bioclimáticas, casas de tierra y paja, iniciativas para que el balance energético sea cero, materiales ecológicos, diseños ergonómicos y adaptados al usuario, sistemas de energía renovable en edificios convencionales, sistemas pasivos de ahorro energético, casas geosolares, viviendas urbanas que ensayan conceptos verdes... todas estas experiencias caben en estas páginas, ya que son distintos grados de promover la sostenibilidad en la construcción, de habitar tratando de no dejar excesiva huella en la morada que nos acoge, la madre Tierra.



**LAURA OJEA**  
(MADRID, 1973)

Periodista especializada en temas medioambientales



**ALBERTO MURO**  
(BILBAO, 1962)

Fotógrafo y publicista