

Centro Nacional de Energías Renovables

eficiencia para la investigación de las energías

A escasos cinco kilómetros del centro de Pamplona, entre la ciudad y las montañas, se ha sustituido el antiguo e industrial barrio de Sarriguren por un nuevo Parque Tecnológico. Allí, empresas de investigación energética en clave sostenible participan de un nuevo modelo de urbanismo responsable, donde se implantó en 2003 el CENER, en un edificio emblemático, sostenible y ecológico, donde investigar sobre el uso de energías renovables.



Foto: Ruiz-Larrea & Asociados



Croquis

El Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) es un centro tecnológico nacional, especializado en la investigación aplicada, el desarrollo y fomento de las energías renovables, que tiene su origen en el año 2000 como fundación. Su Patronato está compuesto por el Ministerio de Ciencia e Innovación, CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas), el Ministerio de Industria y el Gobierno de Navarra –cerca de la mitad de la energía de esta Comunidad Autónoma proviene de fuentes renovables– y con el apoyo de la Universidad Pública de Navarra y la Fundación Cetenasa, se estableció como base necesaria la creación de una sede que, desde su primera idea y ante la mirada exterior, estableciera al CENER como un referente claro en el campo de las energías renovables, es decir, “una infraestructura tecnológica de última generación”, como reza su presentación en Internet. En 2002 nació la idea que acabaría materializándose finalmente, gracias al diseño de Ruiz-Larrea & Asociados, en la sede activa desde 2004.

El CENER investiga en seis áreas dentro de las energías renovables: Eólica, Solar Térmica, Solar Fotovoltaica, Biomasa, Integración en Red de estas energías y, por supuesto, Arquitectura Bioclimática, en que el propio edificio construido ha servido de estudio y declaración de intenciones. En él se han integrado laboratorios e instalaciones de alto nivel

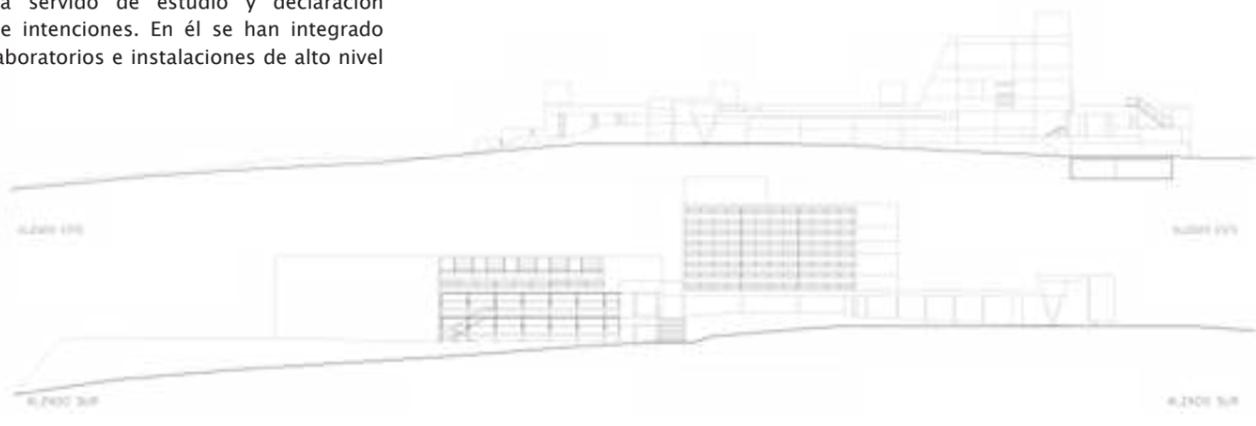
(incluido un Laboratorio de Ensayos de Aerogeneradores de Sangüesa, único en el mundo, a pocos kilómetros de las instalaciones principales) para dar servicio tanto a instituciones, como a empresas del negocio energético y gobiernos.

El edificio está ubicado en la localidad de Sarriguren, dentro del área de Energía y Medioambiente del Parque de la Innovación de Navarra, donde se dan cita además otras grandes empresas relacionadas con las energías renovables. Sus 2.400 metros cuadrados construidos –sobre 5.000 de superficie– fueron meticulosamente calculados bajo criterios bioclimáticos, medioambientales y sostenibles, integrando un amplio complejo en un entorno de alto carácter ambiental sin dañarlo, y donde el ahorro de energía es una premisa inevitable. Los materiales, la arquitectura, los sistemas y las técnicas han colaborado intensamente para elaborar este icono bioclimático, con una demanda energética mínima, de

la que además el 50% se cubre mediante fuentes renovables. Para cumplir con la necesidad de crear esta reducida demanda energética, se investigaron y emplearon soluciones arquitectónicas y constructivas que permitieran una alta climatización pasiva, mediante los siguientes factores:

- a) La disposición en cada módulo de una galería acristalada de dos niveles orientada al sur, protegida de la radiación solar mediante toldos y cortinas térmicas.
- b) Se resuelve la cubierta de las galerías mediante piezas de hormigón prefabricado que, sobrepasando el nivel original mediante una pieza singular a modo de periscopio, se consigue captar y redirigir el viento (Cierzo) procedente del Norte, actuando a su vez como una gran chimenea de evacuación de aire caliente cuando esto es necesario.

“La complejidad y tamaño del programa hubiera obligado a subir en altura, lo que nos parecía erróneo en aquel paisaje. Igualmente preferimos obtener áreas de trabajo y estudio muy relacionadas directamente con el jardín”



Bienvenido a la energía que más calienta

Las exigencias básicas de ahorro de energía HE1 a HE5 incluidas en el Código Técnico de la Edificación (CTE), tienen como objetivo conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energías renovables.



Impermeabilización



Aislamiento Acústico



Drenajes y Geotextiles



Energía Solar



www.danosa.com

c) Soterramiento de la planta semisótano, para aprovechar la inercia térmica que proporciona el terreno.

d) Un muro de inercia en la planta semisótano, que recorre toda la galería.

e) Carpinterías practicables en fachadas opuestas y en la parte superior de las particiones interiores, para posibilitar la ventilación cruzada del edificio.

f) Cubierta vegetal, y disposición de los módulos entre espacios ajardinados.

Diseño

Extrayendo de la memoria una de las primeras frases, "un afán expreso de convertir el resultado formal del proceso de diseño en un verdadero organismo capaz de integrar en su seno la secuencia que, desde la materia a la energía, discurre a través de la forma", se percibe que la idea originaria de la disposición de los volúmenes, en forma de peine, está provocada por el propio programa. Impuesto en piezas de dos alturas que se alternan con espacios abiertos, alberga en los módulos las áreas de investigación de Eólica, Solar, Fotovoltaica y Biomasa del CENER. La escasa altura limita el impacto sobre el entorno, y el mando verde que cubre tanto la zona ajardinada como las cubiertas ecológicas lo integran en el paraje del Valle de Egués, evitando crear un horizonte artificial. El peine de módulos se establece al oeste del eje norte-sur que divide la parcela, conformando una calle peatonal que articula los espacios y servicios. En la mitad oeste se presenta el volumen principal de la edificación, de mayor altura respecto al terreno (15,80 metros), que esconde bajo su cuerpo y en su entorno cercano parte del programa. La gran cantidad de patios mejoran las condiciones para la investigación, además de abaratar los costes de la construcción.



Foto: Ruiz-Larrea & Asociados

El CENER se estructura mediante la composición de tres espacios diferenciados: exterior, intermedio e interior. El primero queda representado por la zona de aparcamientos, marcada en curva por el contacto de la parcela con la vía de acceso. El nivel intermedio está ocupado por los espacios comunes, el jardín y los servicios, separando el área pública de los laboratorios de

investigación (área privada), los módulos. Entre los espacios se ha trazado una línea divisoria clara, espina dorsal establecida en el eje norte-sur que comunica los módulos.

Cada galería-invernadero dispone de una fachada adicional que ha permitido la creación del "ingenio bioclimático", un espacio orientado a sur que recoge



Foto: Ruiz-Larrea & Asociados

la energía solar para la calefacción en invierno, y que sirve de vía de escape del aire caliente en verano. Su composición culmina con una pieza especial de hormigón prefabricado que, por su inclinación, actúa como soporte de los paneles solares. La fachada que cierra la galería de cada módulo está fabricada mediante un muro cortina vidriado, protegido por toldos al exterior, y cortinas al interior. El volumen principal, a diferencia de los módulos, dispone de una cubierta compuesta por una piel de tubos solares. Al sur este prisma ofrece una piel "celosía solar" inclinada, un cerramiento de lamas de paneles fotovoltaicos que, conformando una piel exterior, aporta sombra a la fachada real del volumen. Los interiores se han establecido bajo la premisa de ofrecer la máxima flexibilidad en la disposición del programa, puesto que además las características propias de los módulos, alargados y rectos, ofrecen diversas posibilidades de distribución. El CENER se completa mediante una torre meteorológica de 40 metros de altura, fabricada en acero galvanizado en caliente y estabilizada gracias a una cimentación de 40 metros cúbicos de hormigón.

El resto del edificio está compuesto por materiales reciclables y de bajo consumo energético, y el empleo sistemático de sistemas industrializados y prefabricados (paneles de hormigón, carpinterías de madera con sello de sostenibilidad, utilización de aislamientos térmicos biodegradables, etc.) que permitieron acortar los plazos de ejecución de la obra. Protagonista es también la estrategia de reposición vegetal de la huella verde sustraída, basado en la atención al ciclo del agua y en la elección idónea de las especies vegetales, con la vocación de que su futuro crecimiento favorezca el desarrollo de los microclimas a ellas asociadas, sirviendo, a la vez, de metáfora del paso del tiempo.

Clima

Desde los primeros pasos del diseño del edificio, y dada su ubicación, se planteó la utilización del viento como recurso básico de reducción de la demanda energética. Durante el invierno, se realizan varias acciones que permitan al edificio aprovechar al máximo la radiación solar en su propio beneficio, reduciendo además las pérdidas energéticas. Para ello, se retiran las protecciones de las galerías acristaladas, dando paso a la radiación solar y su aportación calorífica, que queda en su interior atrapada en el aire gracias al efecto invernadero, y se distribuye por medio mecánico por pasillos y plantas del edificio. Además, las partes del edificio donde impacta



Fotos: Ruiz-Larrea & Asociados



la radiación acumularán el calor para desprenderlo paulatinamente en el transcurso de la tarde. En verano se produce el efecto contrario: se limita la entrada de radiación solar mediante toldos regulables que aportan sombra -sin suprimir de forma completa la entrada de luz natural- y se fuerza la eliminación del calor, apostando por refrigeración mediante ventilación

cuando la temperatura exterior lo permite. Gracias a la aplicación de algunas estrategias, el consumo energético del edificio en climatización es inferior a 30 kWh/m² año:

a) La ventilación de los módulos se realiza de forma cruzada y por la parte superior de las estancias, de tal manera que permite evacuar el aire más caliente,

evitando las corrientes de aire que pueden llegar a ser molestas para el usuario si registran velocidades excesivas.

b) El aire caliente se evacúa por la parte superior de la galería, funcionando así como una chimenea natural.

c) Los días que sopla el Cierzo se abren las rejillas situadas en la cara norte de la parte superior de la galería. Este viento, tras pasar sobre la cubierta vegetal que lo refrigerará ligeramente, se introducirá en la galería y ayudará a evacuar el aire más caliente, el cual será desplazado por el aire entrante, saliendo por las rejillas superiores de la cara sur de la galería.

de hormigón prefabricado que forma parte de la cubierta de las galerías de los laboratorios, y que sirve para captar, en períodos estivales, el viento Cierzo, predominante en Pamplona. Se incorporó también al proyecto una red de recogida, tratamiento y reutilización del agua de lluvia para el riego de las zonas verdes del edificio, es decir, cubiertas ecológicas y entorno, con el que limitar la necesidad de agua de todo el complejo.

Los módulos que componen el edificio están estrictamente adaptados a sus funciones, donde la única proyección que recurre al protagonismo son elementos claves en el modelo energético, y cuya posición emblemática es, además, necesaria. La estructura racional compuesta de módulos separados hace posible diferenciar los usos y rentabilizar los espacios, ajustando la economía del centro.



Foto: Ruiz-Larrea & Asociados

Energías Renovables

Habiendo reducido, mediante el estudio de la incidencia climática, la necesidad de climatización del edificio y, por tanto, su demanda energética, el aporte restante de energía se proporciona en más del 50% mediante un sistema de Energía Solar Térmica (EST) sobre las cubiertas, con una superficie de 250 metros cuadrados de colectores térmicos de alta eficiencia. La energía recogida se destina tanto a calefacción y ACS como a refrigeración, gracias a una máquina de absorción de 350 kW. El resto de la energía requerida se aporta mediante gas natural. Además, se han integrado en la fachada del edificio 150 metros cuadrados de paneles fotovoltaicos -15 kW pico adicionales- que además actúan como piel de protección del propio edificio en su cara sur. Para la climatización del edificio, como actuación complementaria a las soluciones arquitectónicas, se ha instalado suelo radiante dual, de forma que las aportaciones uniformes generen grandes inercias y el sistema se regule automáticamente tanto en invierno como en verano.

Construcción

La construcción del CENER, iniciada el 26 de marzo de 2003 con la puesta de la primera piedra, se realizó bajo el concepto de respeto al medioambiente, para lo que se buscaron materiales reciclables, de bajo impacto de fabricación y uso. Además, las técnicas constructivas empleadas requerían poco aporte energético. Se emplearon sistemas de cimentación directa, con la implantación de estructuras mediante pilares de hormigón y metálicos, y losa maciza de hormigón. La fachada se recubre de piezas de hormigón prefabricadas, paneles de vidrio hacia el sur y paneles solares. Bajo el manto verde de la cubierta se dispone una pieza

Creamos confort para ti

RENDIMIENTO 93,1% ENERGÉTICO

Válidas para reposición
Baja emisión NOx
CLASE 5
según RITE

INSTALACIÓN FÁCIL RÁPIDA ECONÓMICA

Calderas Estancas Excellent Low NOx

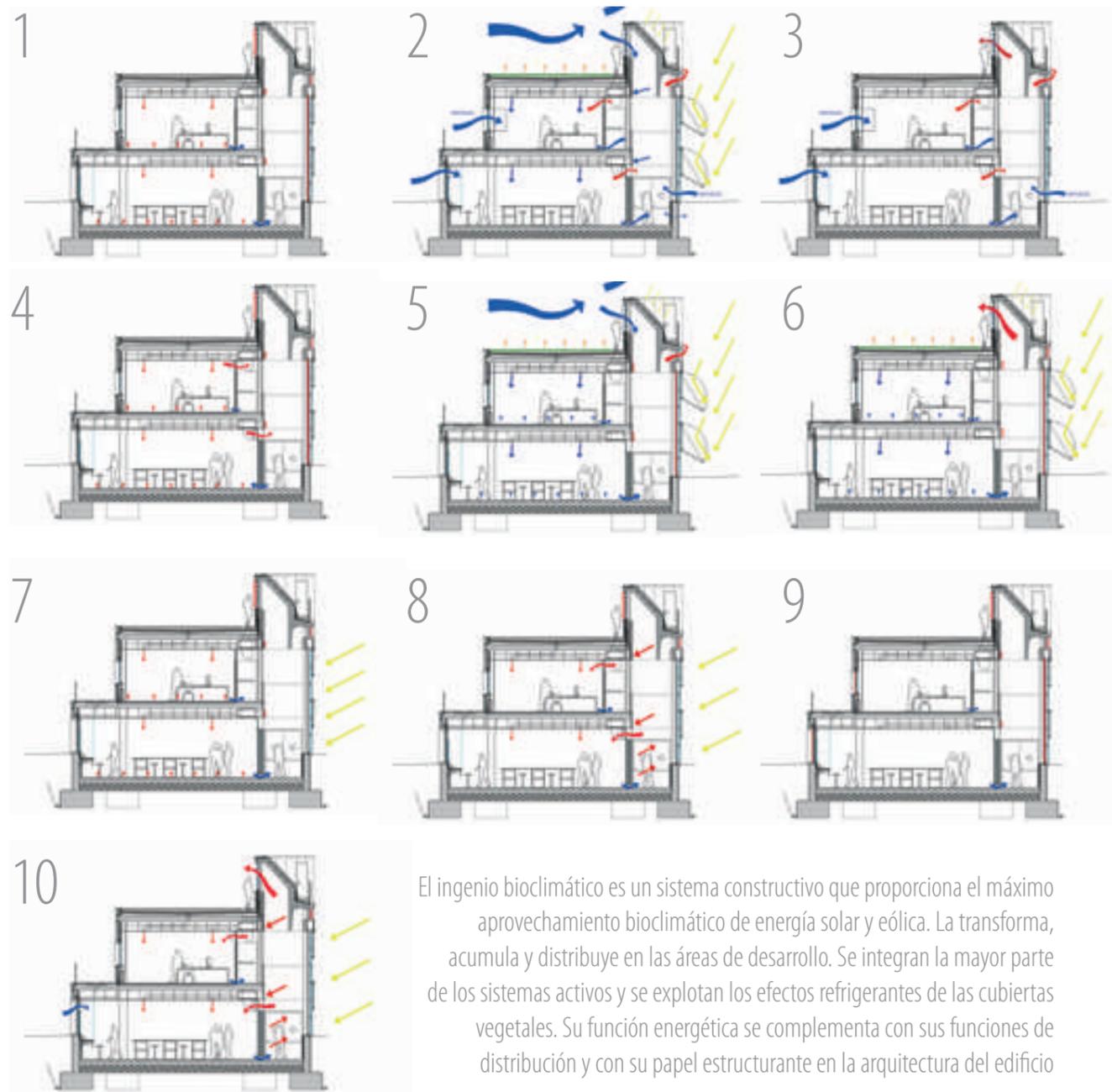
Calderas estancas válidas para reposición con salida de gases a fachada (según nuevo RITE)

La nueva gama de calderas estancas **Excellent Low NOx** está especialmente recomendada para el cumplimiento del nuevo RITE en lo referente a instalaciones de calderas de reposición. Gracias a sus **bajas emisiones NOx** (mejor clasificación: clase 5 según Norma EN 297/A) es posible su utilización **manteniendo** la instalación actual con **salida de gases a fachada**, lo que supone evitarse el costo y las molestias que representa modificar dichas instalaciones.

Al mismo tiempo, el uso de estos modelos permite adaptarse a la nueva normativa sin necesidad de utilizar calderas de condensación, evitando de esta manera la instalación de recogida de condensados y los costes superiores de estos modelos.

CALEFACCIÓN ■ AGUA CALIENTE SANITARIA ■ ENERGÍA SOLAR TÉRMICA **COINTRA**

www.cointra.es



El ingenio bioclimático es un sistema constructivo que proporciona el máximo aprovechamiento bioclimático de energía solar y eólica. La transforma, acumula y distribuye en las áreas de desarrollo. Se integran la mayor parte de los sistemas activos y se explotan los efectos refrigerantes de las cubiertas vegetales. Su función energética se complementa con sus funciones de distribución y con su papel estructurante en la arquitectura del edificio

01. Día de Invierno, con calefacción:
EXT: > 22 °C en la galería, sin soleamiento.
M.ACT: suelo radiante, fan-coil (retorno), cortina interior.

02. Día de Invierno. Galería > 18 °C:
EXT: > 18 °C en la galería, sin soleamiento.
M.ACT: fancoil retorno, suelo radiante, cortina interior, ventanas auto. galería.
Nota: se aporta calor a la galería para evitar su enfriamiento excesivo.

03. Día de Invierno, con calefacción:
EXT: > 22 °C en la galería, con soleamiento.
M.ACT: suelo radiante, fan-coil (retorno).

04. Noche de Invierno
EXT: de noche.
M.ACT: cortina interior de galería, persianas de la fachada norte.

05. Día templado de Invierno, sin calefacción:
EXT: > 22 °C en la galería, con soleamiento.
M.ACT: fan-coil y ventanas automáticas.

06. Día templado de Invierno, sin calefacción:
EXT: > 30 °C en la galería, con soleamiento.
M.ACT: fan-coil y ventanas auto. galería.
Ventana auto. en fachada norte SS. Gravent Norte.
Nota: Al superar los 30 °C en la galería se abrirán las gravent norte para ventilar hasta volver por debajo de los 30 °C.

07. Día templado de Verano, sin AC:
EXT: Con Cierzo norte, con soleamiento, y > 24 °C en la galería.
M.ACT: Toldos exteriores, gravent norte y sur, ventanas automáticas y fan-coil en la galería.
Nota: El plegado de los toldos por poca radiación se limitará a cuando esta situación se prolongue más de 30 minutos.

08. Día de Verano, con AC:
EXT: Con Cierzo norte, con soleamiento, y > 24 °C en la galería.
M.ACT: Toldos exteriores, cortina interior de la galería, gravent norte y sur, suelo radiante frío y fancoil retorno frío.

Nota: El plegado de los toldos por poca radiación se limitará a cuando esta situación se prolongue más de 30 minutos.

09. Verano, sin viento, con AC:
EXT: Sin viento o con viento sur, con soleamiento, y > 24 °C en la galería.
M.ACT: Toldos exteriores, cortina interior de la galería, gravent norte, suelo radiante frío y fancoil retorno frío.
Nota: El plegado de los toldos por poca radiación se limitará a cuando esta situación se prolongue más de 30 minutos.

10. Noche de Verano:
EXT: Noche.
M.ACT: Gravent norte y sur, Ventanas automáticas en la galería, ventana automática en fachada norte.
Nota: Aunque el objetivo es lograr la máxima ventilación, la apertura de huecos durante la noche puede estar en conflicto con la seguridad del edificio. En este caso, se buscará la mayor apertura viable.



COBERT
uralita

COBERT cuida al máximo la calidad, diseño y rendimiento de su amplia gama de tejas con mejoras e innovaciones técnicas constantes. Este compromiso permite ofrecer nuevos productos y soluciones constructivas para cubiertas. El tejado evoluciona, pero mantenemos su carácter.

LA ESENCIA DEL TEJADO

Paseo de Recoletos, 3 28004 Madrid www.uralita.com





De izquierda a derecha, César Ruiz-Larrea, Antonio Gómez y Luis Miquel Suárez-Inclán

César Ruiz-Larrea, uno de los principales artífices, nos explica algunas de las soluciones empleadas para crear el "ingenio bioclimático"

¿Se afronta de forma especial la responsabilidad de construir un centro tecnológico como es el CENER?

Todo proyecto es una responsabilidad profesional que se aborda siempre desde la más alta exigencia proyectual.

El haberse tratado de un edificio que debía ser paradigmático sobre energías renovables, nos obligó a una especial y rigurosa actitud de investigación para poder hacer una obra que fuese en sí misma el mejor ejemplo de una solución de alta eficiencia energética y de gran ahorro, así como del máximo compromiso con las renovables, ciclo del agua, materiales reciclables, alto nivel de industrialización, etc.

¿Se puede considerar que los materiales empleados para la construcción del CENER son los más sostenibles?

En general se ha procurado que así sea. No obstante creo que todavía no tenemos clasificado un listado o Vademécum sobre la sostenibilidad de los materiales en el proceso constructivo. Más allá de generalidades conocidas, falta por hacer con rigor y profundidad un estudio concluyente sobre estos temas que podamos emplear con garantía los profesionales.

La composición del edificio, y la alternancia de sus pabellones y patios, son el resultado de una arquitectura concebida para uso industrial que, a su vez, da ejemplo de un máximo aprovechamiento energético con su "ingenio bioclimático". ¿En qué consiste básicamente este "ingenio"?

Es una solución que se lleva utilizando en nuestro país desde siempre, como son las galerías o miradores, pero revisados y utilizando las nuevas tecnologías y materiales que perfeccionan con más eficacia principios tan antiguos como esos.

En cualquier caso se trata de proyectar delante de los edificios un espacio o colchón térmico que sirve para mejorar las condiciones exteriores del mismo: temperatura, humedad, vientos, radiación, etc. y por tanto lograr que el edificio mejore sustancialmente las condiciones de trabajo tanto activas como pasivas.

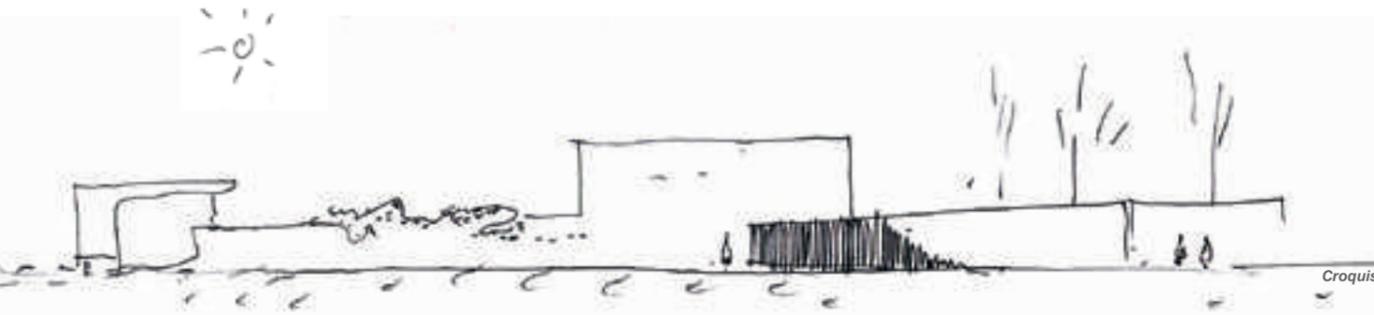
Sus espacios interiores (oficinas, laboratorios, talleres y almacenes) conectados por una calle transversal, emergen y descienden de la cota creando una sensación de intriga en el espectador... ¿por qué?

Es una solución que nos pareció que funcionalmente organizaba muy bien todo el programa pero por otra parte el hecho de ir acoplando cada elemento a su cota material del terreno consigue que esta calle no sea un recorrido rígido y monótono, sino que se convierte en una auténtica "promenade architecturale" que tanto persiguió nuestro maestro Le Corbusier. Pero esta vez dicho recorrido se realiza con la naturaleza como fondo.

Arquitectura, clima, y sistemas de ahorro de energía. ¿Hermanamiento necesario y ejemplar?

Un Hermanamiento absolutamente imprescindible, hoy en día para el proyectar.

Se ha buscado la integración de todos los sistemas y mecanismos que deben procurar el aprovechamiento de la energía solar y, por tanto, la reducción del consumo energético y las instalaciones convencionales, de forma que el discurso forma-materia-energía se exprese sin soluciones de continuidad tanto en la construcción del edificio, como en su funcionamiento y en su presencia física



Croquis



Croquis

Creo que si estamos generando problemas al clima debido al mal uso de la energía, es una obligación moral y profesional atender a este problema como prioridad para el arquitecto.

¿Obedece su aspecto exterior a la operativa intrínseca que tiene la edificación o, por el contrario, se ha buscado una imagen más adaptada a lo que debe representar / sugerir el CENER como entidad?

El edificio tiene un resultado formal que a nuestro juicio (y así lo proyectamos) es la consecuencia de unos diseños elaborados por la necesidad inequívoca de buscar una forma lo más coherente y eficaz para resolver óptimamente el problema planteado. Esto le ha dado mucha frescura al resultado porque, en ningún caso, es deudor de formas apriorísticas, soluciones éstas que a nosotros tampoco nos interesan a la hora de proyectar.

Se podría definir como un edificio-terreno, dado que gran parte de su programa se esconde bajo el manto vegetal de la propia topografía? ¿Es ésta

una solución encaminada a incrementar la sostenibilidad de esta edificación?

Es un edificio que busca las mejores oportunidades que el clima local nos ofrece para aprovecharlas como herramientas de diseño. Por tanto la masa del terreno utilizando su gran capacidad de aislamiento e inercia térmica la hemos aprovechado con total y radical voluntad.

Pero también el viento, la humedad, la luz, el calor, el frío, etc. Estoy convencido que este tremendo reto que actualmente se ha dado en llamar el paradigma de la sostenibilidad nos obliga a utilizar otras herramientas proyectuales que se sumen a las tradicionales, como las de composición, estilo, etc. y que no son otros que los que he enumerado anteriormente.

Ficha Técnica

Autores / Autores - César Ruiz-Larrea · Antonio Gómez Gutiérrez · Luis Miquel Suárez-Inclán · **Dirección de Ejecución** - José Luis Sola · Arturo Pérez (Arquitectos Técnicos) · **Asistencia Técnica de Instalaciones** - Gyrsa-Goymar Ingenieros Consultores · **Asistencia Técnica de Estructuras** - Otep Internacional, S.A. · **Colaboradores** - David Miquel · Federico Tabasco · María Millán · María de Ros · Ignacio Jurado

Datos / Inicio de Obra - Mayo de 2003 · **Fin de Obra** - 3 de Noviembre de 2004 · **Promotor** - Fundación CENER-CIEMAT · **Equipo Constructor** - HM Compañía General de Construcción, S.A. · **Superficie Construida** - 2.421,77 m² · **Presupuesto** - 4.762.002 euros

Materiales / Persianas y Toldos · Paneles Solares Térmicos y Fotovoltaicos · **Cimentación directa** · Estructura mediante Pilares de Hormigón y Metálicos · Losa Maciza de Hormigón · Soleras · Acero Laminado · Cubierta Ecológica · Pavimento Flotante · Cubierta Autoprotegida · Cerramiento Prefabricado de Hormigón · Cerramiento de Chapa · Vidrio Templado · Vidrio Sin Templar · Tabiquería de Ladrillo · Tabiquería de Placa de Yeso Laminado · Falso Techo de Yeso Laminado · Falso Techo Registrable · Carpintería de Madera · Muro Cortina · Carpintería de Aluminio · Solados y Revestimientos de Resina · Moqueta · Revestimiento Vinílico · Pintura Plástica · Pintura al Silicato · Pintura Epoxi · Pintura de Resina Acrílica · Esmalte · Asfalto · Pavimento Ecológico · Hormigón Pulido · Jardinería · Ascensor Eléctrico · Acero Galvanizado en Caliente en Torre Meteorológica Triangular y Cimentación de Hormigón



Fotos: CENER

