

ESTRATEGIA DE SOSTENIBILIDAD PARA EL PABELLÓN DE ESPAÑA EN LA EXPOSICIÓN INTERNACIONAL ZARAGOZA 2008

1. Objeto de la memoria

En esta memoria se definirán las estrategias principales de sostenibilidad planteadas para el Pabellón de España en la Exposición Internacional de Zaragoza 2008 “Agua y Desarrollo Sostenible”.

2. Diseño bioclimático.

El edificio que se presenta se ha concebido bajo unos criterios de ahorro energético, utilización de materiales respetuosos con el medioambiente, integración de energías renovables, y mejora de las condiciones de confort de los espacios exteriores. Las estrategias energéticas, medioambientales y climáticas se han materializado en los siguientes elementos:

- Cubierta energética.

- o La gran cubierta proporciona sombreado al edificio y al área circundante exterior reduciendo de este modo la transmisión del calor en verano a los espacios interiores del Pabellón.
- o La cubierta se concibe como un gran contenedor de energías renovables. En este caso energía solar térmica y fotovoltaica. Gracias a su extensión y a su grosor, sirve de soporte para la colocación de una importante superficie de paneles y colectores solares que posibilitarán que la generación de calor y frío provenga en un porcentaje muy alto de una fuente de energía renovable como es el Sol.
- o Iluminación y ventilación natural. La cubierta se abre estratégicamente en los momentos oportunos para permitir la entrada de luz natural, y para favorecer la ventilación natural y refrigeración nocturna del pabellón (free – cooling). Esta estrategia pasiva es crítica en climas como el de Zaragoza. Asimismo, los huecos que presenta la cubierta recrearán un efecto chimenea que permitirá la salida del aire más caliente de los espacios exteriores.

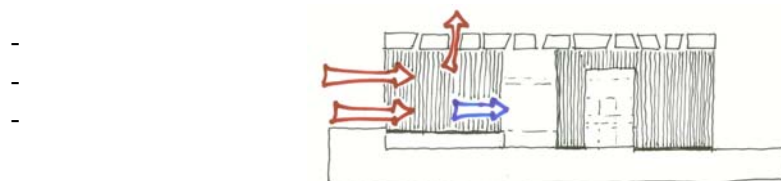


Fig. Refrigeración evaporativa del Bochoirno al pasar por el bosque de soportes

CENER – ZH2O

- Recogida de agua de lluvia. La gran cubierta energética permite igualmente la recogida de agua de lluvia para su almacenaje y posterior reutilización para riego, acondicionamiento de espacios exteriores u otros usos, excluyendo el consumo humano (cisternas, limpieza, ...)

- Soportes Generadores de Microclimas

La principal novedad tecnológica del edificio radica en los *soportes generadores de microclimas*. Estos elementos están conformados por un núcleo estructural alrededor del cual se colocan piezas cerámicas que serán el elemento fundamental para el acondicionamiento térmico de los espacios exteriores del Pabellón.

Se ha elegido la cerámica por su porosidad y resistencia, su escasa huella ecológica (se puede realizar con productos reciclados o de deshecho) y su carácter tradicional dentro de la arquitectura tradicional española. El funcionamiento bioclimático de los Soportes Generadores de Microclimas es el del enfriamiento evaporativo:

- Verano. Desde la cubierta energética se humedecen los soportes cerámicos con un sistema similar al del riego por goteo. El agua que descende por los soportes, gracias a la gran porosidad de la cerámica se evapora, absorbiendo calor del aire con un efecto similar al enfriamiento tradicional conseguido para enfriar el agua en el botijo. El viento dominante en Zaragoza en verano, el “bochorno”, atraviesa el bosque de soportes generadores de microclimas cediendo su calor para la evaporación del agua y reduciendo su temperatura entre 4 °C y 7 °C.

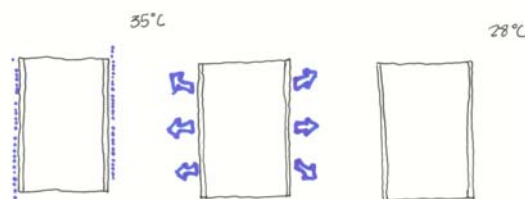


Fig.: Para evaporarse el agua, absorbe calor del ambiente, reduciendo la temperatura exterior.

CENER – ZH2O

- Invierno. Los colectores solares térmicos alojados en la cubierta energética calentarán parte del agua de lluvia acumulada en la cubierta y que descenderá por los *soportes generadores de microclimas*. De este modo se calentaría el aire que circula entre los soportes y se generará un colchón térmico. Será como estar paseando dentro de un gran radiador. Este efecto actúa sobre el confort de los espacios exteriores, y sobre el consumo energético del pabellón, ya que al aumentar la temperatura exterior, se reduce proporcionalmente las demandas de calefacción del edificio.

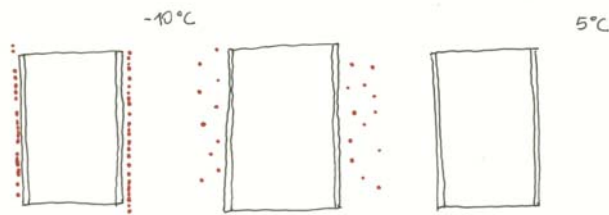


Fig.: El agua recogida es calentada en la cubierta con energía solar térmica y este calor se cede al ambiente

- Lámina de agua.

Como base para algunos de los soportes generadores de microclimas se ha planteado una lámina de agua que asegura una importante reducción de las oscilaciones térmicas alrededor de los espacios interiores del Pabellón.

- Vidrios de control solar .

Se utilizarán vidrios de control solar para asegurar la calidad interior necesaria para las exposiciones que se vayan a desarrollar tanto en la Exposición como en los usos futuros del Pabellón. Los vidrios tendrán un bajo factor solar y un coeficiente de transmisión térmica reducido.

- Ciclo **bioclimático**.

El concepto bioclimático y energético del proyecto es muy claro: forzar un ciclo bioclimático en el aire exterior: al viento (ya sea Cierzo en Invierno o Bochorno en Verano) se le hace pasar por una zona de vegetación, que lo limpia de partículas. Luego atraviesa el bosque de soportes generadores de microclimas que lo climatiza (lo refrigera en verano y lo calienta en invierno), para terminar saliendo del entorno del pabellón de España a través de los soportes o de la cubierta. . Se trata de un ciclo ecológico, que reutiliza agua recuperada y energía solar como únicos equipos de climatización. **Es una estrategia de climatización exterior de “Emisiones Cero” y que sólo consume energías renovables.**

CENER – ZH2O

- Verano. El viento sur (Bochorno) penetra entre los *soportes generadores de microclimas*, se vaporiza el agua de los soportes y de la lámina de agua, produciéndose un microclima con unas condiciones de menor temperatura y humedad más adecuada para el confort humano. Se podrá aprovechar el viento sur para, por succión negativa, extraer el aire interior de las zonas de exposiciones con lo que se conseguirá también una adecuada ventilación pasiva de unos espacios que podrán llegar a recibir 50.000 personas al día.

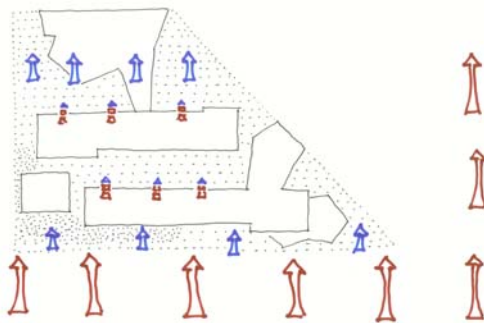


Fig.: Refrigeración evaporativa de los espacios exteriores. Reducción de las demandas de climatización del pabellón.

- Invierno. El viento norte (Cierzo) al pasar entre los *soportes generadores de microclimas* absorbe el calor del agua que desciende por los mismos (calentada gracias a los colectores solares de la cubierta) de modo que aumenta la temperatura del aire y se forma un “colchón térmico” alrededor de los pabellones interiores que disminuye sus necesidades de calefacción.

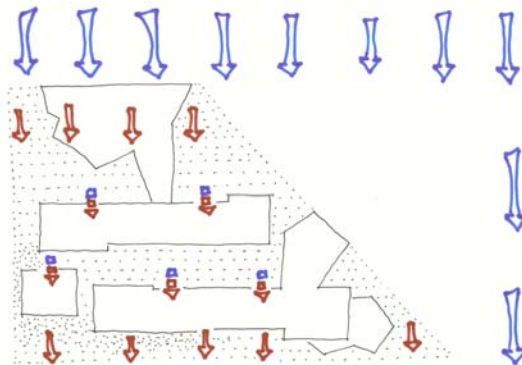


Fig.: Calefacción del Cierzo.

3. Eficiencia energética/ energías renovables.

El Pabellón de España debe ser un espejo a nivel internacional del grado de desarrollo de las medidas de eficiencia energética, ahorro de agua e implantación de energía renovables en la edificación en España.

- **Energía.** Cualquier actuación que conlleve un ahorro energético supone una reducción de los impactos, ya sea en el ahorro de recursos no renovables o por la reducción de emisiones de CO₂. El uso de energías renovables actúa sobre ambos parámetros, evitando el consumo de energía convencional y eliminando las emisiones.
- **Edificio pila.** Se pretende que el edificio acumule energía procedente de fuentes de energías renovables, usar dicha energía en detrimento de otras procedentes de energías no renovables y así reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Como no podía ser de otro modo en esta Exposición **la energía se acumulará en forma de agua** caliente.
- **Calefacción y refrigeración Solar.** La **cubierta energética** contará con una importante superficie de colectores solares térmicos que producirán agua caliente.



Esta agua caliente obviamente servirá para dar servicio a la instalación de calefacción en invierno, pero también servirá para generar refrigeración en verano, para lo que se instalará una máquina de absorción en el espacio técnico que proporciona la **cubierta energética**.



Es preciso insistir en la importancia de la implantación de esta tecnología (por otra parte ampliamente desarrollada en otros países) que permite generar agua enfriada en verano gracias a los colectores solares, con lo que se reduce la dependencia eléctrica del edificio gracias a que en las épocas de mayor demanda de frío es cuando es posible obtener una mayor cantidad de energía del sol.

CENER – ZH2O

- En la **cubierta energética** también se colocarán paneles fotovoltaicos para que el Pabellón sea capaz de generar una parte de la electricidad que consuma.
- **Ahorro de agua.** La cubierta energética también tendrá la posibilidad de almacenar el agua de lluvia que podrá reutilizarse para emplearla en los *soportes generadores de microclimas*, en las láminas de agua y en las posibles zonas verdes del Pabellón o de la urbanización de la Exposición.

4. Materiales.

Los materiales con los que se construya el Pabellón cumplirán las siguientes características:

- En general, **se exigirá a todos los proveedores el etiquetado ecológico y/o energético de sus productos**, o bien que demuestren que los productos y procesos que utilizan son compatibles con dicho etiquetado. Este etiquetado afectará sobre todo a los materiales de construcción, maderas y corchos, vidrios, equipos de iluminación, sistemas activos de producción de energía renovable, pinturas y barnices.



Las etiquetas de referencia serán la Etiqueta ecológica de la Unión Europea "European Union Eco-label", la marca AENOR Medio Ambiente, y la marca alemana Umweltzeichen "Blauer Engel" (Angel Azul).

- Los materiales serán autóctonos en la medida de lo posible, para evitar gastos energéticos y costes medioambientales en el transporte.
- Así, los *soportes generadores de microclimas* se elaborarán con bloques y piezas cerámicas, que podrían llegar a incorporar como parte de su fabricación materiales reciclados o de deshecho industrial.
La cerámica es un material tradicional y clave en la arquitectura popular española, y sus ventajas medioambientales radican en su durabilidad y en sus bajos costes energéticos para su fabricación, puesta en obra y mantenimiento.
- El vidrio es un material de gran resistencia y de fácil reciclabilidad, pese a que esta costumbre no está extendida en el sector de la construcción en España. En todo caso se utilizarán vidrios dobles con cámara, sistema que permite un notable ahorro energético en virtud del reducido coeficiente de transmisión térmica que ofrecen.
- En los pavimentos interiores se optará por materiales renovables como el linóleo, la madera de bosques explotados con criterios sostenibles, el corcho o los tejidos naturales. Un aspecto que debe controlarse en estos pavimentos es su recubrimiento protector y las colas que se utilizan para colocarlos. En aquellos puntos donde se empleen materiales de origen pétreo, son preferibles aquéllos procedentes de canteras próximas para reducir el impacto que causa su transporte. Estos materiales presentan la ventaja de ser duraderos y reciclables como material de relleno o como bases de viales después de triturarlos.

CENER – ZH2O

- Para los pavimentos exteriores, debe darse prioridad a pavimentos verdes (analizando previamente el impacto que puede suponer su mantenimiento) y a los greses naturales. Aparte de estos materiales, pueden utilizarse también las piedras naturales, la cerámica, los prefabricados de hormigón y los pavimentos continuos de hormigón, descartando los derivados del petróleo, como el asfalto y toda la gama de pavimentos sintéticos. También pueden emplearse ciertos productos comerciales en los que la materia prima son materiales reciclados como, por ejemplo, plásticos o granulados, que suponen la reutilización de residuos.
- Reutilización y reciclaje. Como comentario general, todos los productos con una vida útil larga contribuyen al ahorro de recursos. El hecho de que un material se pueda reciclar al término de su vida útil, o que contenga otros materiales reciclables, es un aspecto que debe tenerse en cuenta. Deben rechazarse los materiales que se convierten en residuos tóxicos o peligrosos al final de su vida útil. Por ello, se realizará un análisis del ciclo de vida de los materiales empleados en su totalidad, desde su origen hasta el futuro reciclaje o reutilización.

5. Ahorro de energía.

Se utilizarán mecanismos, máquinas y sistemas de producción y control que permitan el ahorro en la instalación, reparación o sustitución de elementos y aparatos. En este sentido, la habilitación de una **cubierta energética** que actúa como espacio servidor del Pabellón y en el que se alojan la mayoría de las instalaciones facilita considerablemente la gestión y mantenimiento de las mismas.

- **Sistemas de elevada eficiencia energética.** Una vez que se ha conseguido reducir con las medidas de los anteriores puntos la demanda energética total del edificio, las instalaciones que se implanten tendrán todas un bajo consumo y un alto grado de eficiencia energética. Este punto ha de cuidarse especialmente ya que el consumo de energía que supone mantener los ambientes interiores en unas condiciones adecuadas (19° C en invierno y 23°C en verano) es el gasto energético más importante de los edificios, puede ser la causa de los mayores impactos sobre el medio ambiente, y se produce a lo largo de toda la vida útil de los edificios. Además de las anteriores medidas pasivas de ahorro, un buen diseño de las instalaciones debe permitir un ahorro considerable de energía.
- En cuanto a los elementos propios de las instalaciones, se realizará una división por zonas con un **sistema de regulación y control** que además de permitir una optimización de las instalaciones sirva para realizar el seguimiento y monitorización del sistema de instalaciones que se implanten en el edificio.
- En cuanto al diseño de la instalación de iluminación, la primera medida ha sido evaluar las posibilidades de aprovechar la luz natural para iluminación en aquellos espacios que durante la Exposición y en el uso posterior del edificio así lo requieran, de modo que al resto de locales que no tienen esa necesidad

CENER – ZH2O

de iluminación natural se les tamiza la llegada de luz con la colocación de los *soportes generadores de microclimas* y el uso de vidrios con un bajo factor solar. En todo caso la red eléctrica interior para iluminación se diseñará atendiendo a los diversos usos previstos y distribuyendo los circuitos de manera paralela.

- Para la producción de frío solar se colocará una **máquina de absorción** que aprovecha el calor acumulado en los depósitos de agua caliente y que procede de los paneles solares. En función de los cálculos que se obtengan para la colocación de los depósitos de agua caliente podría plantearse el uso de un sistema de apoyo para asegurar el confort interior del edificio en los días más duros del invierno, que consistiría en una caldera de gas natural con baja emisión de SOx, NOx y de alta eficiencia energética. En todo caso un control adecuado del ambiente permitirá aprovechar al máximo las posibilidades de la instalación.

6. Emisiones sonoras.

Se diseñarán las instalaciones del edificio planteando el uso de maquinaria con niveles bajos de emisión de ruidos.

En este proyecto, la cubierta energética albergará la mayor parte de las instalaciones mecánicas por lo que las emisiones sonoras además de ser reducidas no afectarán ni a los espacios propios del Pabellón ni a las construcciones circundantes.

7. Sistema de Gestión Medioambiental.

El Centro Nacional de Energías Renovables – CENER, tiene implantado un Sistema de Gestión Medioambiental (SGM), dentro de su sistema global de Calidad acreditado según la norma ISO-17025. Este SGM permite establecer una sistemática para la identificación, análisis, evaluación, control, seguimiento y mejora continua, de los riesgos para el medioambiente generados por el desarrollo de nuestras actividades.

De igual forma, se dará prioridad a los proveedores de material y servicios que tengan establecido algún Sistema de Gestión Medioambiental, como el EMAS 2001 o la ISO 14001.

8. Conclusiones

La coherencia en la implantación de todos los sistemas hasta aquí detallados permitirá la consecución de un edificio emblemático desde los **aspectos energéticos** –una **reducción de un 70% del consumo energético**, respecto a otros edificios convencionales de similares características y con la misma superficie-, **aspectos medioambientales** – reducciones proporcionales de emisiones de CO2 a la atmósfera, bajo impacto ambiental y reducción del consumo de recursos naturales – y **relativo al confort**, consiguiendo un microclima confortable en invierno y en verano, facilitando que el Pabellón de España se convierta en un punto de encuentro y de relación de los visitantes a la Expo.