

Master en Energías Renovables y Mercado Energético 2007/2008

Módulo: Gestión Eficiente de la Energía

EDIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

CARLOS EXPÓSITO MORA

EDIFICACIÓN, ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE (PREGUNTAS, REFLEXIONES Y ALGUNOS EJEMPLOS)

CARLOS EXPÓSITO MORA. ARQUITECTO
Alia Arquitectura, Energía y Medio Ambiente, S.L.¹

21.12.2007

La realidad se nos muestra de modo aplastante: El sector de la edificación en nuestro país está inmerso en un modelo de crecimiento incontrolado, que necesita consumir abundantes recursos naturales, generando a su vez impactos ambientales con una entidad y trascendencia que no podemos despreciar.

¿Somos conscientes de las consecuencias, directas e indirectas en el medio ambiente de lo que edificamos?.

Aunque cada vez resulte más frecuente encontrar en los medios de comunicación contenidos sobre edificación sostenible, arquitectura bioclimática, eco-edificios, eficiencia energética, etc., etc.; y también resulten cada vez mayor el número de convocatorias sobre estos temas en Congresos, Jornadas Técnicas y Cursos; me parece evidente que los distintos actores que participan en el sector, salvo excepciones, permanecen ajenos y desinteresados en la práctica a la hora de materializar medidas, planes y objetivos efectivos para corregir la situación en que nos encontramos.

De todos es conocido que el sector de la construcción en nuestro país bate, año tras año, cifras de producción y crecimiento. A pocos parece preocupar las llamadas de técnicos y expertos en distintos ámbitos (asociaciones profesionales, urbanistas, economistas, políticos, etc.) a controlar urgentemente un modelo de ocupación masiva del territorio, que lo agota, y que necesita de recursos tan fundamentales como el agua y la energía para subsistir, o a transformar nuestros modelos de producción de urbanizaciones y edificios.

En nuestro país, cientos de miles, podríamos decir millones, de viviendas de nueva construcción se encuentran ya previstas y/o planificadas. En consecuencia, entre tanto no consigamos desarrollar un modelo alternativo al que conocemos, frenando el crecimiento incontrolado, rehabilitando el patrimonio edificado existente, y recuperando el que no se usa; **debemos plantearnos estrategias ambiciosas “de choque”, para mejorar la eficiencia ambiental, no sólo la energética, de lo que construimos y vamos a construir en los próximos años.**

Por referir algunos datos para reflejar el orden de magnitud de algunos impactos ambientales asociados directamente a la edificación en el ámbito de la Unión Europea encontramos los siguientes valores estimados entre el 2003 y el 2004:

- La edificación supone el consumo del **42%** de la energía primaria
- De ella, la mitad se consumió en la **climatización**
- El **35%** de **las emisiones** responsables del **efecto invernadero**

¹ Carlos Expósito codirige la empresa ALIA Arquitectura, Energía y Medio Ambiente, S.L., junto a Emilio Miguel Mitre

- El consumo del **40%** de los **materiales** extraídos de la naturaleza
- La generación del **50%** de los **residuos sólidos**.

Si pasamos a una escala más próxima, una vivienda tipo de tres a cuatro dormitorios, en Madrid, supone:

- La **emisión** de **2 a 3 toneladas de CO₂** al año.
- El **consumo** de **3 a 5 TEP** de **energía primaria** al año.

Si entendemos que estos datos son preocupantes en sí mismos, aun debiera preocuparnos más su evolución, como ocurre con el incremento progresivo de la demanda energética.

Precisamente aquí reside el enorme potencial e interés de la edificación: Por hacernos una idea, cada mil viviendas que se siguen construyendo, con las características habituales del mercado y la normativa hoy vigente, y sin comprometer económicamente la construcción, podrían contribuir a reducir las emisiones de CO₂ al menos en un 50% respecto a edificios usuales, o sea en torno a 1.000-1.500 Toneladas/ año. Y ello por no hablar de otros indicadores de impactos ambientales que podrían también considerarse (residuos sólidos, consumo de agua, consumo de materiales, etc.)

Por ello **considero el ámbito de la edificación como una gran oportunidad a nuestro alcance, que debemos aprovechar, para avanzar hacia modelos más sostenibles que los que aplicamos y conocemos.**

Reconozcamos pues la situación. Tal y como se recogía en la aportación del arquitecto Luis Miquel en el Congreso ARCA II, Arquitectura y Calidad de vida, en 2004:

“Todo el sector de la construcción está enfermo de “insostenibilidad”, todos sus agentes somos medioambientalmente analfabetos y todos padecemos el cáncer de maximización del beneficio pase lo que pase, caiga quien caiga. Alguien tiene que instruirles y moderar su furor de lucro.”²

En consecuencia considero llegado el momento de lo que todos los agentes implicados en el sector (políticos, promotores, técnicos, empresas, constructoras, fabricantes, asociaciones empresariales, etc.) apostemos por revisar nuestros modos de hacer y nuestros objetivos para incorporar la perspectiva medioambiental a nuestra actividad.

La tarea es enormemente compleja: Por un lado pretenderíamos una profunda transformación en un sector económico como el inmobiliario, caracterizado por grandes inercias y una clara resistencia a la innovación, con una demanda que me atrevo a calificar de “cautiva”, sin capacidad de incidir en la calidad de lo que se le ofrece. (Bastante tiene con encontrar un piso y poderlo pagar).

² Luis Miquel. Arquitectura y Sostenibilidad: el papel de los arquitectos. Congreso ARCA II, 2004. Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España, y Colegio de Arquitectos de Madrid.

Ligado directamente al anterior, el sector industrial de la edificación resulta estratégicamente imprescindible en nuestra economía, y difícilmente puede plantear o absorber algún sobrecoste, dado que el suelo agota las subidas de precios; otra dificultad añadida. Y por último, profundizar en el discurso de la sostenibilidad del medio urbano conlleva también transformar otro sector estratégico como es el energético, sometido a una evolución constante, como consecuencia del permanente incremento de la demanda, la escasez anunciada de combustibles fósiles, y las consecuencias de las emisiones de gases de efecto invernadero.

LAS APORTACIONES DE UNA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Dada la brevedad obligada a un artículo como éste, me centraré fundamentalmente en los aspectos energéticos de la edificación; aunque no debemos olvidar los demás, y apoyaré mis dudas y afirmaciones, con toda modestia, en mi experiencia profesional, y en la que acumula nuestra empresa a través de trabajos realizados durante los últimos años.

La arquitectura puede y debe jugar un papel fundamental en este proceso.

Desde nuestro punto de vista, aceptando que no existen “varitas mágicas” para lo que tenemos encima, hemos de introducir una nueva perspectiva en el proceso de diseño, que no única, y con ella un número considerable de nuevas variables y condicionantes: así entendemos el papel de la Arquitectura bioclimática

Debemos concebir los edificios como máquinas térmicas que interactúan con el medio ambiente que les rodea, intercambiando y produciendo energía, pasiva y activamente, y que conllevan consumo de recursos naturales e impactos en el medio ambiente.

Las consecuencias de olvidar esta perspectiva ya las conocemos: Producimos masivamente alojamientos cuya baja calidad en las condiciones de confort, es suplida siempre por instalaciones que consumen energía; incrementando con ello innecesariamente las necesidades energéticas del soporte físico que construimos. Es responsabilidad de todos los que intervenimos en el proceso tener en cuenta y prever el comportamiento térmico de nuestros nuevos edificios, cómo y cuándo pierden o ganan energía, para mejorar sus condiciones de confort a la vez que reducimos significativamente su demanda energética.

Cada nuevo proyecto, cada nueva actuación, deben ser oportunidades a aprovechar.

Con frecuencia, desde el desconocimiento y desinterés imperantes se duda, o se niega por completo, sobre si esta contribución resultaría significativa. Como respuesta un solo dato obtenido hace ya doce años por el CIEMAT³, a partir de la monitorización de dos edificios construidos en Mendillorri, Navarra (imágenes 1 y 2). El gráfico de la figura 3 refleja el consumo energético anual en calefacción de dos viviendas monitorizadas en el bloque A, frente a una del bloque B. Sus diferencias radicaban casi exclusivamente en su orientación solar, y la

³ Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

adecuación de huecos a las fachadas y un ligero incremento en el aislamiento (mayores al Sur, y pequeños al Norte en el bloque A). El resultado: **un ahorro energético del 50% aproximadamente.**

A partir de datos como éste, y del conocimiento y la experiencia existentes sobre el comportamiento energético de nuestros edificios, algunos consideramos a la arquitectura bioclimática no sólo como otra energía renovable, sino como la más significativa, ya que su contribución al ahorro energético en los edificios supera ampliamente la contribución que podamos esperar de las energías renovables al uso y de instalaciones más eficientes.

A partir de experiencias como los ejemplos que mencionaré más adelante, podemos considerar viables técnica y económicamente medidas para conseguir que los nuevos edificios obtengan rendimientos energéticos globales que superen el 50% de ahorro respecto a las soluciones usuales. La distribución y origen aproximados de estos ahorros, se refleja en los gráficos siguientes (imágenes 4 y 5).

A partir de un consumo energético de 100 unidades para un edificio convencional de viviendas (Figura 5), la introducción de medidas bioclimáticas⁴, contribuiría al menos en un 23% a reducir la demanda; la energía solar térmica aportaría en torno a un 13,4%; y la mayor eficiencia de las instalaciones permitirían reducir al menos otro 13%: El consumo resultaría inferior al 50% respecto de un edificio convencional, con una reducción de emisiones de CO2 asociadas del 40%.(Figura 4)

Estos gráficos forman parte del trabajo que estamos realizando en el Ensanche Sur de Alcorcón, para EMGIASA, la Empresa Municipal de Gestión Inmobiliaria de Alcorcón, que lo promueve. Una operación de promoción pública de 8.000 viviendas protegidas.

LA PROMOCIÓN PÚBLICA:

Sin duda corresponde a las distintas administraciones fomentar e incentivar este proceso con sus políticas y sus actuaciones. Tanto desde el ámbito normativo y aplicación de medidas de fomento, como desde la promoción de viviendas que materializan directamente. Y dado su marco de competencias, resultarían ser las Comunidades Autónomas y los Ayuntamientos los principales ejecutores.

Aunque los ejemplos no abundan, es posible encontrar experiencias que cualitativamente son muy interesantes, tanto por sus planteamientos como por su nivel de replicabilidad. Especialmente, en el ámbito municipal cabe señalar la “Estrategia de Adecuación Ambiental”, desarrollada por la EMVS de Madrid (Empresa Municipal de Vivienda y Suelo) desde 1998, y que resultó seleccionada como “Best Practice” por el Comité Habitat en el 2002, en la que actué como coordinador técnico.

⁴ Las más eficientes: Adecuar volúmenes y fachadas según orientaciones, captación solar pasiva, aislamientos continuos, ventilación natural, inercia térmica, mejoras en carpinterías, etc.

Se trataba de seleccionar una serie de edificios tipo, representativos de la producción habitual de la EMVS, sin que respondiesen a planeamientos o condiciones singulares; para que sirvieran de prototipos en la aplicación de criterios como los ya expuestos; y permitieran extraer medidas y estrategias que ir implantando de forma generalizada en su producción (actualmente en torno a 2.000 viviendas año)⁵. (Imágenes 5, 6 y 7).

Actualmente se está iniciando su monitorización, para comprobar si los resultados responden a las expectativas creadas. Entre tanto cabe señalar que a partir de esta experiencia y desde hace dos años, la EMVS de Madrid, instala en sus promociones sistemas centralizados para calefacción y A.C.S., con apoyo de colectores solares; una vez se comprobó su fiabilidad técnica, su viabilidad económica, y los excelentes resultados energéticos y de condiciones de uso. Con ello se están alcanzando rendimientos estacionales que superan en más del doble al de calderas individuales, alcanzándose cifras del 135 al 140%.

Podemos mencionar otras actuaciones en marcha muy atractivas: Barrios Puerta de los Pirineos y Valdespartera en Zaragoza; Sarriguren en Navarra, promociones bioclimáticas en Andalucía y Cataluña...; casi todas ellas promovidas desde las administraciones locales. Tienen mucho que decir y que hacer ante este desafío y deben aprovechar las oportunidades que les brindan sus competencias, en cualquier fase del proceso inmobiliario. Con sus realizaciones incentivan y favorecen la generalización progresiva de estos planteamientos.

Otro ejemplo, lo tenemos en el ya mencionado Ensanche Sur de Alcorcón donde estamos trabajando para coordinar e introducir criterios de sostenibilidad en los proyectos de edificación: al ambicioso objetivo de promover directamente 7.000 viviendas protegidas, el Ayuntamiento de Alcorcón ha asumido la responsabilidad de incorporar los criterios de sostenibilidad que sean posibles sin comprometer económicamente los proyectos (imagen 8). A partir del Plan Parcial aprobado, y de una urbanización ya en ejecución, que aunque no fuesen estrictamente “bioclimáticos”, presentan muy buenas condiciones de orientación, y unas condiciones de gran flexibilidad para el diseño de los edificios, esperamos resultados por encima de los objetivos ya señalados en las imágenes 3 y 4.

⁵ Relación de proyectos de la Estrategia de Adecuación Ambiental de la EMV:

- 49 viviendas. Parcela 15 Oeste de San Fermín. Mario Muelas y Agustín Mateo, arquitectos (imagen 5)
- 46 viviendas. Parcela 12 Oeste de San Fermín. Fernando Maniá y Luis Miquel, arquitectos.
- 45 viviendas. Parcela 5 Oeste de San Fermín. Guillermo Yáñez, arquitecto (imagen 6)
- 36 viviendas en San Cristóbal de los Ángeles. Margarita de Luxán y Gloria Gómez, arquitectas (imagen 7)
- Manzana residencial en el Ensanche de Vallecas. Feilden Clegg Bradley. Architects. Iñigo Ortiz y Enrique León, arquitectos.
- Rehabilitación para Polideportivo Municipal “Daoiz y Velarde”. Tusquets, Díaz y Asociados.
- Parque ecológico de la Gavia. Toyo Ito.

LA PROMOCIÓN PRIVADA:

En términos generales, considero que una de las dificultades más graves reside en introducir y generalizar estos planteamientos en la promoción privada. La conjunción existente en la vivienda, al tratarse tanto de un bien de consumo como de un bien de inversión; conduce a bloquear cualquier cuestión que conlleve un mínimo margen de incremento económico en la construcción, por destinarse casi todos los recursos a satisfacer la especulación del suelo.

A partir de aquí el sector de la oferta “tele-dirige” el mercado y bloquea la innovación, mientras que el sector de la demanda hace equilibrios entre el “Euríbor” y el número de años de su crédito hipotecario.

Sin duda el nuevo escenario normativo, con el Código Técnico de la Edificación y la revisión del RITE, será positivo en términos de ahorro energético en los nuevos edificios; pero no basta con limitarnos a su estricto cumplimiento. De hecho, a fecha de hoy, cabe dudar de que se satisfagan todas las condiciones de la Norma Básica del 79, de un modo generalizado.

Nos encontramos muy lejos de los objetivos de Kyoto para nuestro país, y acercarnos significativamente a ellos debería llevarnos, entre otras posibilidades, a plantear auténticas medidas de choque en el sector de la edificación, dada su contribución potencial. **La normativa básica debe ser un mínimo de referencia y no un máximo que apenas alcanzamos.**

Partamos de una evidencia: La eficiencia energética no es una cuestión de todo o nada, de 0 ó de 100. Debemos afrontar cada proyecto como una nueva oportunidad, con las limitaciones específicas de cada caso, para llegar hasta donde resulte posible, introduciendo criterios bioclimáticos y de sostenibilidad desde las primeras fases del diseño.

Ante la afirmación simplista de que “la arquitectura bioclimática” cuesta más; la respuesta más directa sería que “depende de hasta dónde se quiera llegar”. Hay cuestiones que no suponen sobrecoste; otros costes son razonables y se pueden resolver con una adecuada gestión económica del proyecto; y otros que puedan ser superiores, debieran depender del poder adquisitivo del futuro comprador; o de programas de financiación y/o subvenciones públicas.

Para explicarme utilizaré ejemplos reales: Tres proyectos, actualmente en construcción, que estamos dirigiendo en Getafe, Madrid. Se trata en los tres casos de cooperativas, pero con un factor diferencial: dos parcelas son viviendas protegidas, o sea, con importantes limitaciones económicas; y la tercera admite otros costes al desarrollarse como vivienda libre.

El ejercicio que nos planteamos, de acuerdo con el cliente, fue llegar hasta donde fuera posible en aprovechamiento bioclimático (pasivo) en las parcelas protegidas, con un precio final de construcción en torno a 450 €/m² de vivienda; y asumir hasta un 10-12% de incremento en el coste de obra en el caso de la parcela libre, al incorporar mayores exigencias y componentes más eficientes (imágenes 9 y 10).

En las parcelas protegidas nos ha preocupado optimizar el comportamiento solar del volumen proyectado, “tallando” los edificios de modo que al menos un 80% de viviendas cuenten con orientación de componente sur en piezas habitables (estar-comedor, y algunos dormitorios), frente al 40-50% que alcanzaría una manzana cerrada.

El uso de modelos de soleamiento en 3D en las fases iniciales del Proyecto (Ver imágenes 11 y 12) nos ha permitido evaluar distintas alternativas hasta alcanzar los resultados más favorables. Ello ha sido posible a partir de un planeamiento urbanístico que presentaba ciertas condiciones de flexibilidad: una gran holgura entre el volumen capaz posible y la edificabilidad asignada a cada parcela. **Debemos asegurar el derecho al sol, como nivel o indicador de calidad y confort fundamental, sin que para ello deba obligarnos una normativa.**

Si a ello unimos tipologías de doble orientación, favoreciendo la ventilación cruzada; (frente a la “perversión bioclimática” de las crujías de mayor profundidad con viviendas de una sola orientación); un aislamiento térmico entre un 30 y un 40% superior al mínimo exigido y carpinterías practicables con sistema compacto de persianas enrollables en todos los huecos; estamos convencidos de haber incidido en las medidas fundamentales, las más eficientes y las que suponen un sobrecoste cero.

En el caso de las viviendas libres, además de todo lo anterior, hemos incorporado: (imágenes 13 y 14).

- Incremento significativo de la capacidad de aislamiento térmico (prácticamente el doble de lo previsto en la NBE-CT-79) en la envolvente del edificio (fachadas, carpinterías, cubiertas), y adecuación de huecos a las distintas orientaciones.
- Fachada de fábrica armada, minimizando o anulando puentes térmicos.
- Sistemas efectivos de sombreado según huecos y orientaciones (toldos de tejido especial y parasoles).
- Utilización de materiales en paramentos interiores con inercia térmica (bloque de hormigón en fachada, y bovedilla de hormigón en forjados).
- Uso de materiales recomendables ambientalmente (sin componentes nocivos o tóxicos, reciclados y/o reciclables, etc.)
- Una vez cuidadas las características bioclimáticas, resulta obligado acudir a instalaciones de alta eficiencia energética de producción centralizada de calefacción y ACS, integradas con fuentes de energías renovables (solar térmica, aunque no la exigiese una ordenanza).
- Medidas para ahorro de agua en aparatos (aireadores, cisternas de doble descarga).
- Mejora de condiciones acústicas, etc.

Debo señalar que las obras se encuentran en fase de ejecución, y se contrataron “a precio cerrado”, según las limitaciones económicas ya mencionadas.

SOBRE LAS INSTALACIONES EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS

Al referirme a las instalaciones, no hablo de introducir pequeñas reducciones en el consumo mejorando su eficiencia. Por el contrario la tecnología hoy disponible nos permite posibilidades mucho más eficientes que la consabida caldera mural mixta individual para resolver la calefacción y el A.C.S.

Me refiero con ello a los sistemas centralizados, que a fecha de hoy han superado los inconvenientes de la “calefacción central” de los años 60 y 70, tan denostada: Reducción de pérdidas por distribución; fiabilidad de componentes e instaladores; condiciones de mantenimiento y telecontrol; y sobre todo, el control individualizado de los consumos.

Son sobradamente conocidas las mejoras en la eficiencia energética, que pueden suponer en torno al 20%, sólo por utilizar un sistema centralizado frente a otro individual. De la imagen 15⁶ se deduce, por ejemplo, que una vez hemos apostado por un sistema centralizado, podemos multiplicar por dos el rendimiento estacional (de un 65% a un 130%) respecto del uso de calderas centrales atmosféricas, las más económicas, si integramos calderas de condensación con una instalación solar térmica.

Llama la atención la repercusión del coste de ejecución de una instalación centralizada de alta eficiencia con apoyo solar, en el coste total a 20 años, incluyendo los derivados del consumo energético y del mantenimiento. (imagen 16). Parece bastante claro por dónde deberían pasar las decisiones: Primar la eficiencia dada su baja repercusión en el coste final.

En función de la escala de la actuación así resultarán más atractivos unos sistemas que otros; siempre sobre la base de perseguir soluciones centralizadas. En el caso de los promotores públicos, aquellos que respaldan actuaciones que superan con mucho unos cuantos edificios, es razonable imaginar centralizaciones de otra magnitud superior (Sistemas de distrito: “District heating”, Cogeneración, Trigeneración, y otros), tanto al referirse a climatización con calor y/o frío, como a generación de electricidad.

NO HAY QUE OLVIDAR AL SECTOR TERCIARIO: UN EDIFICIO DE OFICINAS

Aunque la repercusión de la edificación residencial domina la producción de la edificación en nuestro país, no debemos de olvidar al sector terciario (oficinas, centros comerciales, equipamientos, otros), responsable también del progresivo incremento en la demanda energética (sobre todo en cuanto a producción de frío y consumo eléctrico).

El ejemplo que utilizaré como referencia es un edificio ya construido, y ocupado desde hace un año, que proyectamos en el barrio del Pinar de Chamartín, en Madrid (imágenes 17 y 18).

⁶ Datos facilitados por la empresa REMICA, S.A.

Con el edificio TRASLUZ nos planteamos, a petición del cliente, conseguir un diseño que alcanzase elevadas cotas de eficiencia energética y medioambiental proporcionando al mismo tiempo un confort interior de mayor calidad. Para resolver esta contradicción aparente, en la que simultáneamente se consigue ahorro y calidad ambiental, acudimos a concebir bioclimáticamente el edificio como estrategia fundamental.

Dado que el clima de Madrid tiene dos estaciones bien diferenciadas, una fría y otra caliente, con necesidades térmicas opuestas, el diseño bioclimático consistirá en capacitar al edificio para que, según convenga, capte o rechace el calor exterior, lo almacene en su interior y pueda distribuirlo en el momento adecuado.

Su diseño (tanto arquitectónico y constructivo como de instalaciones y control), su ejecución, puesta en marcha y optimización se orientan en este sentido, para permitir el mejor uso posible del clima exterior, en beneficio del clima interior.

Partíamos de unas condiciones urbanísticas que definían completamente la implantación y el volumen del edificio, estuviese peor o mejor orientado. Por ello nuestro esfuerzo se centró desde un principio en adecuar el diseño de fachadas a las distintas orientaciones, y profundizar en el diseño constructivo de la envolvente.

Constructivamente el edificio está diseñado con elementos de protección solar y térmica en su cerramiento y con elementos de masa en el interior del edificio para que se proteja del calor del sol durante el día y evacue calor durante la noche, en épocas con demanda de frío; y en invierno minimice las pérdidas de calor al exterior. Esto se ha resuelto del siguiente modo:

- aislamiento de 10 centímetros de lana de roca en fachadas ($k = 0,31 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$), y de 16 centímetros en cubierta ($k = 0,17 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$)
- parasoles móviles automatizados a fachada sudeste para evitar calentamiento previo al uso del edificio por la mañana
- parasoles móviles manuales a noroeste para sombreado personalizado por la tarde
- parasoles fijos a sudoeste de dos niveles
- elevado nivel de iluminación natural en el interior
- estabilidad térmica interior debida a la inercia de los forjados de hormigón alveolar.

El control permite un funcionamiento diferenciado a lo largo de cada día y de cada estación, otorgando **prioridad a los sistemas de menor consumo energético y mayor calidad ambiental** y logrando que las condiciones interiores se encuentren dentro de la banda de confort el mayor tiempo posible.

Soluciones constructivas y uso de materiales

Se ha buscado la utilización de los materiales más naturales posibles según uso del edificio e intentando aunar la lógica constructiva y ambiental. Dados los condicionantes económicos, hemos profundizado en la racionalización de los procesos constructivos para controlar la economía de la obra.

- Estructura vertical de pórticos de acero laminado a fachada y estructura horizontal de forjados alveolares de hormigón armado que además actúan como parte del sistema de acondicionamiento, almacenando calor y como techo frío.
- Fachada con subestructura de madera continua al exterior de la estructura principal, con barrera de vapor al interior y lámina impermeabilizante transpirable al exterior. Permite minimizar puentes térmicos y lograr un elevado nivel de aislamiento, y acabado exterior de pizarra gallega verde de 1 centímetro de grueso recibida con anclaje inoxidable visto, en solución de fachada libremente ventilada con junta abierta. Así se consigue, en un grosor muy reducido, una fachada muy ligera y de altísimo rendimiento térmico.
- Acabado interior de doble hoja de panel de cartón yeso.
- Carpinterías de aluminio con rotura de puente térmico, con permeabilidad a3 (reforzada), estanqueidad al agua e4 (excepcional) y resistencia al viento v4 (excepcional)
- Acristalamiento doble (3+3-12-6) de baja emisividad ($k = 1,66 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$), con hoja exterior laminada para menor transmisión sonora. Vidrios reflectantes en cristaleras de atrio y a sudoeste y nordeste del edificio
- Atenuación acústica global de fachada estimada en 42 dba
- Parasoles exteriores de aluminio para moderar la ganancia solar y para facilitar la evacuación de calor (móviles, automatizados o manuales, y fijos).

Instalaciones y energías renovables

Además de la arquitectura bioclimática (verdadera esencia del edificio que, si bien no suele calificarse como energía renovable, es en realidad su manifestación más pura al producir “negawatios hora” o energía convencional no consumida), para el aprovechamiento de las energías renovables el edificio dispone de 200 metros cuadrados de captador solar térmico de tipo tubular de vacío para producción de agua caliente que se utilizará como fuente de calor prioritaria en calefacción y refrigeración (absorción); y de 20 kilowatios pico de captador solar fotovoltaico en instalación conectada a red.

Las instalaciones de climatización con que cuenta el edificio son:

- Apoyo de producción de calor con dos calderas de gas natural de 350 kW de potencia calorífica cada una
- Producción de frío en máquina de absorción por agua caliente con una potencia frigorífica de 390 kW
- Distribución de calefacción por convector perimetral estático en fachada, bajo suelo sobreelevado
- Diseño de la instalación de refrigeración y renovación de aire para trabajar a la mayor temperatura posible (entre 18 y 24 °C), permitiendo un número elevado de horas en “free cooling” (lo que supone mover grandes volúmenes de aire)

- Climatizadores con recuperador de calor para permitir un máximo de aire nuevo
- Distribución de aire por forjados alveolares con difusores de techo desde fachada hacia el interior
- Ventiladores de techo de accionamiento manual por el usuario para extender la zona de confort, reduciendo la demanda.

Las características del sistema de control, imprescindible para la adecuada gestión y funcionamiento de un edificio de estas características son las siguientes:

- Sistema de control capaz de proporcionar condiciones interiores de gran calidad por medio de la integración de la operación de los sistemas ambientales arquitectónicos y las instalaciones
- Posibilidad de regulación por módulos de 25 metros cuadrados (flexibilidad de uso y compartimentación)
- Interacción con los usuarios, para que éste pueda realizar ajustes sobre las consignas.

Calidad ambiental

Los aspectos más señalados de la búsqueda de la calidad ambiental en la ejecución y uso del edificio son los siguientes:

- Racionalización constructiva para minimizar residuos de construcción
- Seguimiento de plan medioambiental en la obra
- Flexibilidad de usos según múltiples configuraciones posibles a lo largo de la vida útil del edificio
- Insonorización avanzada de máquinas de sistema de acondicionamiento para menor emisión acústica
- Tratamiento bacteriológico de agua de humectación
- Protección a legionella de agua de torre de refrigeración
- Vegetación en zonas comunes, y cubierta vegetal de tipo aljibe en el patio
- Calidad ambiental interior, creando un entorno de trabajo más saludable
- Alto grado de construcción y reutilización de materiales.

LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO COMO PARTE ESENCIAL DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

Dado que este artículo aparece en esta publicación, no puedo menos que llamar la atención sobre el papel que hemos asignado al “Cemento y Hormigón” en nuestro proyecto, y que va más allá de su función estructural (imágenes 19 y 20).

En las imágenes puede verse que hemos utilizado placas alveolares en los forjados sobre rasante del edificio. Resultaban enormemente atractivas al permitir una rápida ejecución de la estructura (con pórticos metálicos); y con cantos limitados resolver las luces de 10,60 m. de crujía de las tres alas del edificio, sin necesidad de soportes intermedios (fundamental para la flexibilidad en la distribución del espacio de oficinas para alquiler).

Pero por otra parte, conscientes de que “la economía en la obra”, reside en gran medida tanto en la sistematización de los procesos; como en que los distintos componentes puedan atender varias funciones o requerimientos a la vez; asignamos a las placas alveolares un papel fundamental en la regulación térmica del edificio, y por añadidura en las condiciones de confort y en la eficiencia energética del soporte construido.

Seleccionamos el modelo de placa entre los que ofrecían diámetros mayores en los alveolos que la aligeran; porque debían formar parte de la red de conductos de aire del edificio (\varnothing equivalente ≥ 15 cms). De este modo convertíamos al componente de mayor inercia térmica del edificio en un “panel radiante” eficaz para la climatización con frío.

Se analizaron las condiciones de fabricación y puesta en obra para realizar del modo más económico las perforaciones en los alveolos, que los conectasen con el conducto de impulsión (en el centro de la losa) y los difusores laterales de la instalación (en los extremos junto a las fachadas).

Resulta ya conocido en nuestro país el uso de “techos radiantes” como sistemas activos para la climatización con frío por su alto nivel de confort; aunque conllevan una clara repercusión económica. En nuestro caso debíamos ser económicamente comedidos, por lo que acudimos a un sistema de “techo frío” con un carácter más pasivo, y que no suponía incorporar nuevos componentes.

Fundamentalmente se trataría de ventilar los forjados con aire procedente del exterior durante la noche, en épocas donde exista demanda de frío, con el fin de enfriar la masa del hormigón. De este modo, al iniciarse el horario de trabajo se contaría por un lado con una atmósfera totalmente renovada, al haber circulado grandes volúmenes de aire exterior; pero el papel fundamental reside en su efecto retardador en la puesta en marcha de la instalación de frío: Al incrementarse la temperatura de las oficinas, como consecuencia de los aportes internos (iluminación, equipos, personas) y externos, el techo radiante actuará como absorbedor de calor, hasta igualar sus temperaturas con el aire.

Con el fin de evaluar hasta donde era significativo este recurso en el consumo energético del edificio, se hicieron modelizaciones y simulaciones energéticas, con la colaboración del Instituto Cerdá (imágenes 21 y 22). Los resultados parecen suficientemente atractivos.

En la primera hipótesis, sin ventilar los alveolos durante la noche el mes de Julio, el consumo resultaba ser de 448 Kwh, en el módulo de edificio analizado. En la segunda hipótesis, ventilando nocturnamente de 3 a 4 horas, con una temperatura exterior del aire de 16 a 18° C, resultaba reducido el consumo energético de refrigeración a 253 Kwh.

ECONOMÍA Y CONSUMOS

El coste total de la construcción no resultó superior al de cualquier edificio de oficinas de nivel medio-bajo (en torno a 600 €/m² de precio medio considerando tanto la construcción aérea como la subterránea)

Una vez se finalice la puesta en marcha de la instalación solar y se optimicen las instalaciones de control y clima (imagen 23), la estimación de consumo del edificio TRASLUZ es de 75 Kwh/m² año. Frente a un edificio convencional de referencia, con un consumo aproximado en calefacción refrigeración e iluminación de 180 Kwh/m² año, el TRASLUZ experimentará una reducción de la demanda (un menor consumo) de 73 Kwh/m² año debido a la bioclimática; la energía solar representará un aporte estimado en 28 kWh/m² año para la térmica y 4 Kwh/m² año para la fotovoltaica.

El consumo final resultante se abastecería con 43 Kwh/m² año de gas y 32 Kwh/m² año de electricidad. En la imagen 24 se recogen nuestras estimaciones en cuanto a reducciones asociadas de CO₂.

De su lectura, cabe llamar la atención de nuevo sobre el nivel de contribución del funcionamiento pasivo del edificio, un 40% de reducción en la demanda, al balance energético global. La imagen 24 nos evidencia la repercusión de ese ahorro que, unida al uso de energías renovables, conduce a un nivel de reducción de emisiones asociadas de CO₂ del 70% (nada más y nada menos). Todo ello se ha conseguido con un coste de liquidación como el ya expuesto. ¿Cuesta más “la bioclimática”?

CONCLUYENDO:

- Desde mi punto de vista, el futuro del sector de la edificación en general, y de la calidad del sector residencial en particular, exigen y pasan por una transformación profunda en base a las relaciones y los efectos entre los edificios y nuestras ciudades con el medio ambiente y así se demanda desde distintas instancias: Directivas Comunitarias, Protocolo de Kyoto, Código Técnico de la Edificación y Revisión del RITE.
- Es necesaria, imprescindible, una toma de conciencia de los impactos ambientales que genera la edificación, por parte de todos los agentes que intervienen en el proceso: políticos, promotores, técnicos, constructores, usuarios, fabricantes.
- La mejora progresiva en la calidad de sus productos, que persigue cualquier proceso industrial, en el caso de la edificación pasa necesariamente por mejorar las condiciones de confort y habitabilidad de alojamientos, lugares de trabajo y ocio, a la vez que se minimizan los impactos ambientales asociados; utilizando “con sentido común” los recursos a nuestro alcance, y dado que éstos son siempre limitados no deberíamos malgastarlos.
- No se trata sólo de ahorrar energía. La adecuación ambiental de la edificación debe integrarse en un discurso global de mejora de la calidad. ¿Qué procesos industriales permanecen casi inalterados en sus modos de producción durante treinta años ó más?
- La enorme complejidad de un proceso como éste, es mayor aún al afectar a otro sector clave de cualquier economía: El energético. Por ello debemos acometer estrategias ambiciosas, que procuren abarcar los procesos con perspectivas

amplias, a través de iniciativas y medidas de choque. Las distintas administraciones deben ser la locomotora de este tren.

- De entre las soluciones a nuestro alcance, debemos destacar la viabilidad técnica a día de hoy de soluciones dirigidas esencialmente al ciclo energético; tanto constructivas como las basadas en las energías renovables, o en la eficiencia de las instalaciones.
- Las barreras están claras, y se dan en prácticamente todos los agentes y fases del proceso: al fin y al cabo se trata de un sector “conservador”, que se resiste a la innovación, con inercias negativas que debemos reconducir entre todos los que participamos en él.

Debemos apostar por introducir en el sector la importante dosis de innovación que requiere, y que necesitamos. El futuro empieza hoy...

Carlos Expósito Mora. Arquitecto
ALIA Arquitectura, Energía y Medio Ambiente, S.L.
RED AMBIENTECTURA