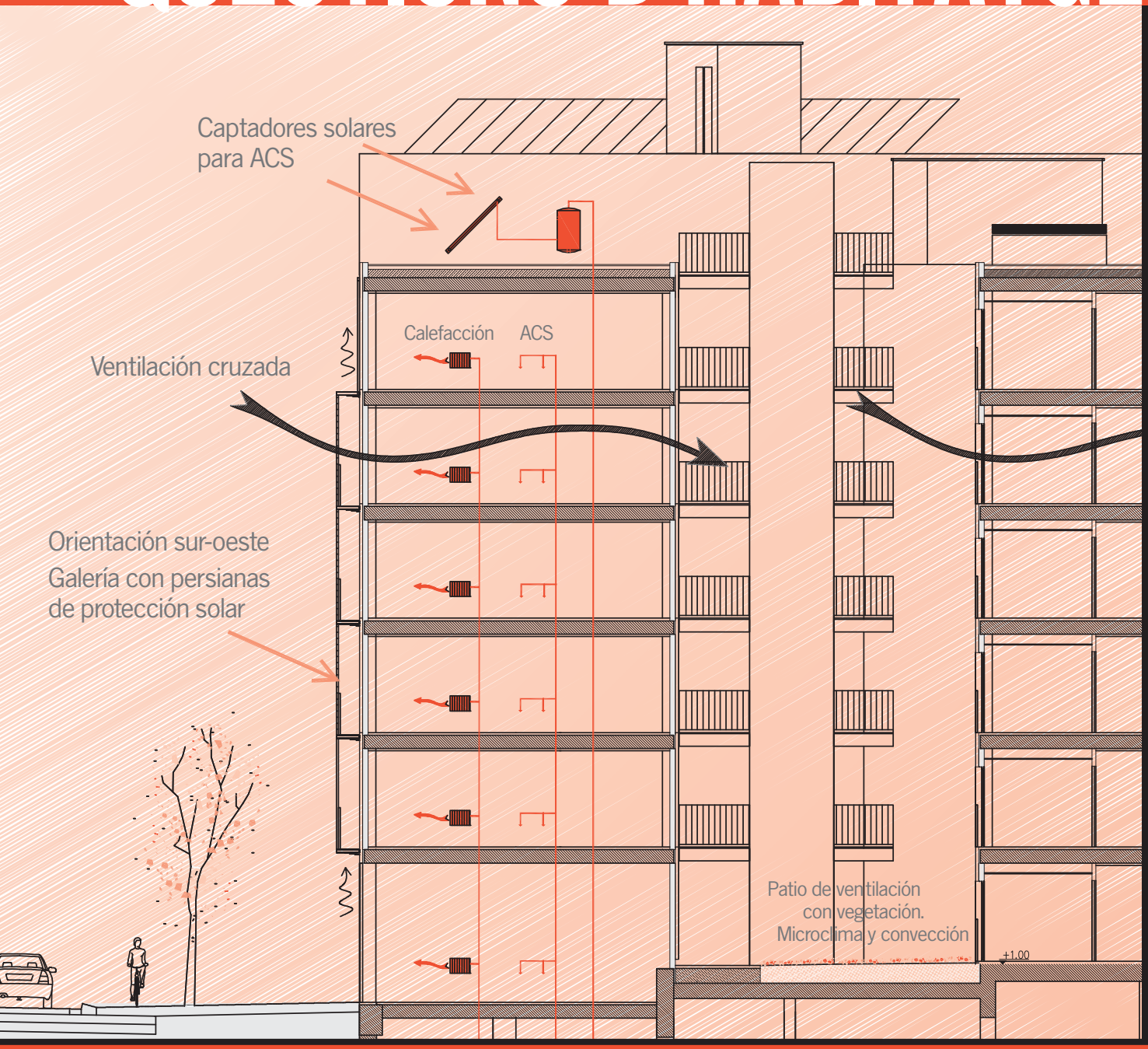
18

diciembre 2010

INNOVACIÓN EN EFICIENCIA ENERGÉTICA. EXPERIENCIAS DEL PATRONAT MUNICIPAL DE L'HABITATGE DE BARCELONA

QÜESTIONS D'HABITATGE



Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona

Ajuntament de Barcelona
Habitatge

sumario PRESENTACIÓN 2 PRÓLOGO 4 NORMATIVA EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE 8 LA EXPERIENCIA DEL PMHB EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE 11 LA EFICIENCIA ENERGÉTICA COMO CALIDAD DE LA VIVIENDA 43

presentación

La construcción consume una gran cantidad de energía y genera una gran cantidad de residuos urbanos que no se reutilizan ni recuperan. Uno de los principales objetivos del Plan de Vivienda Barcelona PHB 2008-2016 es precisamente la promoción de la edificación sostenible en la ciudad, pero también la mejora en la calidad, la gestión, la innovación y la seguridad en la construcción y rehabilitación de edificios con el fin de reducir el impacto medioambiental, tal como recoge el sexto eje del PHB.

Esta preocupación por el impacto ambiental y el compromiso de reducirlo no es nueva. El Patronato Municipal de la Vivienda, como promotor de vivienda pública del Ayuntamiento de Barcelona, hace más de una década que empezó a introducir criterios de construcción sostenible y eficiencia energética en todas sus nuevas promociones. Estos criterios se han ido completando y mejorando con la aplicación de otros nuevos establecidos por las normas que han ido surgiendo en los últimos años para promover medidas de ahorro energético. En este sentido, la directiva europea que regula la certificación energética ha supuesto un nuevo reto para los organismos que se dedican a la promoción de viviendas. Algunas de nuestras promociones han obtenido una alta calificación de eficiencia energética: una *A* en la promoción de 32 viviendas con servicios para personas mayores en la calle Córcega, que ha participado en el proyecto europeo High Combi para cubrir el 60 % de la demanda solar térmica, en la promoción de 95 viviendas en derecho de superficie de la calle Roc Boronat, y en la de 80 viviendas dotacionales de Can Fabra; y una *B* en las viviendas para jóvenes y personas mayores en el complejo de la calle Navas de Tolosa, donde se introducirá la trigeneración.

El objetivo de esta publicación es ofrecer unas pinceladas de lo que se está llevando a cabo en el mundo constructivo para mejorar la certificación energética y reflexionar sobre cuál es la posición que adopta el Patronato Municipal de la Vivienda como promotor público de Barcelona. Partiendo de estos

objetivos, la publicación se ha estructurado en cuatro partes claramente diferenciadas: un primer bloque introductorio sobre el impacto de la construcción en el medio ambiente y la evolución de la normativa al respecto; un segundo bloque donde se explica la experiencia del Patronato Municipal de la Vivienda en construcción sostenible; un tercer apartado en el que se exponen algunos de los sistemas que este organismo ha aplicado para mejorar la certificación energética de algunas de sus promociones; y un último apartado donde se exponen distintos estándares europeos de eficiencia energética y en el que se destaca la necesidad de tener en cuenta las especificidades de nuestro clima para llegar a unos niveles de exigencia similares a los de otros países europeos.

Igualmente, en la elaboración de este *Qüestions d'Habitatge* hemos querido contar con la participación de distintos autores (representantes del Patronato, representantes de la UPC y representantes de la revista *Habitat Futura,* especializada en temas de construcción sostenible) para dotar de una mayor objetividad a los textos.

La publicación abre también vías de reflexión sobre la dirección a tomar para mejorar la eficiencia energética de nuestros nuevos edificios y sobre los aspectos a fortalecer y trabajar en el futuro. La respuesta a esta pregunta está todavía llena de incertidumbres, pero sin duda, a nuestro parecer, el futuro pasará por tener en cuenta en cada caso las diferentes realidades de los usuarios de nuestras viviendas y por poner el acento en los sistemas pasivos, especialmente en lo que se refiere al continente del edificio.

Desde el Ayuntamiento de Barcelona estamos especialmente sensibilizados en la necesidad de hacer viviendas sociales de calidad, y ésta viene dada no sólo por la mejora en los aspectos arquitectónicos sino también por la mejora en los niveles de eficiencia de nuestras viviendas.

Antoni Sorolla Edo
Ramon García-Bragado Acín

PRÓLOGO

Actitudes en un mundo global

La actitud ambiental: territorio, urbanismo y vivienda

Joaquim Pascual Sangrà
Arquitecto

Parece de una clara evidencia que, en la actualidad, después de la poco eficiente cumbre de Copenhague[1], del casi agotado protocolo de Kyoto[2] y de una ingente cantidad de reuniones internacionales y publicaciones transnacionales, no tiene demasiado sentido iniciar una reflexión ambiental explicando conceptos generales ni, en el caso que nos ocupa, aplicados a la arquitectura y a la vivienda pública y social. Hace ya demasiados años que se están divulgando estos conceptos generalistas hasta la saciedad. Se han convertido en moneda de cambio política y, a menudo, se han banalizado hasta su devaluación. En los últimos años, la cultura de lo sostenible y medioambientalmente correcto ha pasado de ser patrimonio de unos pocos a ser *fast food* globalizado del primer mundo. Esta paradoja ha recorrido en poco tiempo un trayecto social, cultural y político demasiado extenso. Pero, más allá de estas realidades dispares, lo que sí debería reforzar nuestras actitudes hacia el entorno es:

— La clara consciencia de que los **recursos naturales** son limitados.

— La concepción ética, solidaria y global de los **recursos naturales.**

— La solidaridad en cuanto a los **recursos naturales** con las generaciones futuras.

El contenido y la trascendencia de estas ideas seguro que nos desborda y empequeñece las posiciones individuales o, incluso, las colectivas. No es menos cierto, sin embargo, que fija unos límites, por inalcanzables que puedan parecer. Y aquí, aparece de nuevo la paradoja. Las máximas amplitudes, a menudo casi infinitas, permiten definir maneras finitas para afrontar el día a día. Alguien se acuerda del *¿piensa global, actúa local?* De ahí que sea preferible hablar de una **actitud ambiental completa y compleja** en la praxis diaria. Una **actitud** presupone siempre el valor añadido de la voluntad y ése, a riesgo de equivocarse, es el único camino que tenemos para mejorar y cambiar nuestros deficientes hábitos. Debemos cambiar la pasividad receptora por la actividad consciente y proyectarla hacia nuestro entorno en un futuro compartido; de ahí viene lo de **ambiental**. También tiene que ser **completa**, porque debe presidir el conjunto de procesos y contenidos de una forma transversal y homogénea. Y, por último, es **compleja** porque en nuestro mundo global no es fácil incidir a fondo en la génesis y la solución de los problemas que nos rodean y condicionan.

Ha llegado un momento en el que la ecología como disciplina académica y su praxis —reducción de las emisiones, ahorro de consumos, eficiencia... en la construcción, la industria o el turismo— se han ido acercando hasta llegar a una práctica unicidad. Por ello han aparecido en los medios y en el lenguaje de calle palabras como *sostenibilidad, ecoeficiencia, reciclaje, producción verde, emisiones, ahorro energético, huella ecológica,* entre otras. De hecho, se ha pasado de ámbitos reducidos del sector primario (agricultura o pesca) y secundario (industria) a la totalidad, al menos superficial, de nuestra vida: doméstica, laboral, social, cultural y política. Todo en un mundo global. La etiqueta verde es un valor al alza en el primer mundo, en definitiva, vende y

[1] XV Conferencia Internacional sobre el Cambio Climático celebrada en Copenhague (Dinamarca) del 7 al 18 de diciembre de 2009.

[2] El 11 de diciembre de 1997, los países industrializados se comprometieron en Kyoto (Japón) a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los gases de efecto invernadero (GHG greenhouse gas).

cotiza en bolsa. De aquí podría afirmarse, con un simplista optimismo paternalista, lo que hemos llegado a avanzar en pocos años o lo mucho que reciclamos. Las estadísticas nos desbordan y nos remiten, de nuevo, a posiciones individuales entre voluntaristas y defensivas. ¿Qué puede hacerse ante su contundencia?

— Un 50 % de la población vive en ciudades y se prevé que en unos 20 años la cifra llegue al 60 %[3].

— Una tercera parte del consumo de energía está vinculada a los edificios: construcción, uso y derribo. Representa un 26 % de los combustibles fósiles, un 45 % de la energía hidráulica y un 50 % de la energía nuclear[4].

— El consumo de cereales se ha triplicado en 50 años y ahora aparece el debate de la producción de biocarburantes, en definitiva soja *versus* petróleo o comer *versus* producir. Sólo en 2007 creció un 30 %[5].

Los datos estadísticos son casi infinitos y están en permanente actualización y, de nuevo, aparece la paradoja de que los datos reales son más crudos, próximos y cambiantes. La actividad humana es siempre su origen, extensión y destino fatal. Lo más dramático es que esta información nos llega diariamente como si fuera una píldora a la que ya nos hemos acostumbrado. ¿Que debemos hacer? Si bien, como decía, las actitudes individuales pueden ser válidas pero timoratas y conservadoras, en ningún caso éste debe ser el papel de las administraciones públicas. La intervención pública sobre el territorio y la vivienda debe basarse en un pacto que nos recuerda al de la génesis ideológica inicial:

— Equilibrios: **social** —marco de convivencia—, **económico** —optimización y eficiencia de recursos—, y **territorial** —ocupación racional y limitada del suelo.

— Solidaridad y establecimiento de unos derechos mínimos de la vivienda y de las condiciones de habitabilidad.

— Educación, pedagogía y generosidad de compromiso en la consciencia social.

Definir las condiciones de alojamiento y habitabilidad supone no separar territorio, planificación urbanística y vivienda en una correcta actitud ambiental. Esta premisa es básica si pretendemos mejorar la relación con nuestro hábitat, reducir emisiones y propiciar un nuevo modelo de crecimiento sostenible. Es evidente que pretender desarrollarlos por separado sería, a la vez, estéril y nada eficiente. La actitud y el respeto ambiental comienzan en el planteamiento urbanístico y terminan con el derribo del edificio y el reciclaje de los materiales tras su vida útil. Mirándolo bien es una actitud de retorno, respeto y balance equilibrado. Ésta debe ser la posición de partida, la actitud transversal en la promoción y el mantenimiento de la vivienda pública y social. Por lo tanto, no se trata sólo de explicar conceptos, aplicar normas o etiquetar edificios, sino que se trata de manifestar actitudes ambientales explícitas, activas y comprometidas que se proyecten en la vivienda. Esto incluye la planificación y programación, el proyecto, la construcción y el mantenimiento. Cuando se plantea actuar sobre unas patologías estructurales de fachada con una mejora del aislamiento térmico, podemos responder normativamente o podemos sumar un valor añadido y plantearlo como un nuevo proyecto en su conjunto. En esto reside la actitud.

No es fácil ni sencillo sostener las actitudes en coherencia y consecuencia, ya que eso supone una permanente vigilancia y reflexión sobre el trabajo diario con perspectiva de futuro. La actitud supone un esfuerzo constante no siempre

[3] UN-HABITAT, *State of the World Cities. 2008-2009,* Programa de Naciones Unidas para los asentamientos humanos. ONU-HABITAT. Publicado en 2010.

[4] Datos aproximados contrastados en varias fuentes de información: IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol).

[5] Datos IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía).

valorado ni recompensado, y sólo la voluntad a la que me refería al principio puede sustentarlo. Hay que trabajar con actitudes no dogmáticas que mantienen el proceso abierto y que sólo quieren ser actitudes, y no principios inamovibles, etiquetas o libros de estilo. La administración debe generar colaboración, complicidad y superar el rol de una propiedad equidistante y aséptica. Si hasta ahora hemos teorizado partiendo de una reflexión bastante amplia quizás ahora podríamos ser algo más osados y exponer públicamente cuáles son nuestras maneras de proceder, nuestra praxis.

— **Voluntad de hacer y construir ciudad con arquitectura de calidad.** La concepción social de las promociones públicas no debe ir nunca en detrimento de su calidad arquitectónica ni capacidad para generar sinergias urbanas. La calidad arquitectónica también es eficiencia, ya que determina y hace la ciudad, la proyecta hacia un futuro con capacidad de permanencia. Esto depende de la administración pero también de todos los actores del proceso: arquitectos, aparejadores, contratistas y, finalmente, de los propios usuarios.

— **Control económico.** Administrar dinero público supone ajustar los presupuestos. Los precios del alquiler y la venta de vivienda protegida siguen siendo inferiores a los de mercado. El rigor económico es eficiencia, como la disponibilidad de los recursos públicos. Hay que trabajar con márgenes económicos razonables que permitan singularizar las promociones y proyectarlas hacia el futuro.

— **Racionalidad de los edificios.** La vivienda que promueve la administración va destinada a personas con pocos recursos y, actualmente, es mayoritariamente de alquiler, por lo tanto, hay que ser sensible a la economía y eficiencia de su mantenimiento. Hay que incorporar todos los aspectos del mantenimiento —preventivo, normativo y correctivo— de forma integral, continuada y transversal por parte de la administración y de los inquilinos. Los edificios deben funcionar bien y en continuidad. Un correcto mantenimiento es eficiencia y ahorro energético. El mantenimiento es sostenibilidad.

— **Voluntad de innovación en proyectos y programas con perspectiva arquitectónica, técnica y de gestión.** Hay que adoptar procedimientos de trabajo rigurosos y, a la vez, lo suficientemente flexibles para hacerlos permeables a los nuevos productos y técnicas sin perder calidad. Esto supone una permanente reflexión de planteamientos y resultados capaces de incorporar nuevos *inputs*. De nuevo, depende de todos. La voluntad de innovación es eficiencia.

— **Sostenibilidad y eficiencia.** Hay que superar la simple incorporación de *gadgets* vinculados a la mejora de estándares normativos fruto del decreto de Ecoeficiencia, el Código Técnico de la Edificación (CTE) o la certificación energética. Hay que ir más allá de los inodoros con doble descarga o de los detectores de presencia para poder establecer un doble recorrido en la eficiencia de la vivienda: el contenedor arquitectónico y los equipos de energía. La excelencia conlleva la eficiencia arquitectónica de los sistemas pasivos y la gestión energética diversificada en la vivienda —trigeneración, geotermia, *district heating*,...—. En definitiva, hay que tratar cada promoción con singularidad.

— **Participación, divulgación y consciencia social.** El número creciente de promociones de alquiler debe acercar a inquilinos y propiedad —Administración— en una relación continuada con objeto de un mejor y más eficiente uso. Hay que fomentar hábitos eficientes en las promociones públicas por parte de los usuarios para conseguir complicidades colectivas. La administración tiene un alto control durante la primera fase del proyecto y construcción y al terminarla lo pierde o, en el mejor de los casos, lo mantiene en un porcentaje bajo. Quien releva real y diariamente a la administración en el control son los inquilinos, que sobrevivirán a todos los actores iniciales. De nada sirve hacer el mejor proyecto y ejecución si no se es capaz de hacer un uso correcto del mismo. Esto supone que los inquilinos tengan clara

consciencia del uso privativo de un bien promovido por el esfuerzo público colectivo. Eso también es eficiencia.

— **Reflexión y transversalidad social y académica.** Exponer, publicitar y someter a debate la experiencia profesional fomenta la crítica propia y ajena, lo que beneficia al proceso, la promoción y la sociedad que lo acoge. No hacerlo no tiene porque terminar en un mal proyecto, pero hacerlo seguro que garantizará un mejor resultado y, por lo tanto, más eficiente y sostenible.

— **Percepción global integral de la promoción desde su inicio y hasta el final de la vida útil.** De la reflexión previa inicial, a menudo iniciática, hasta el reciclaje de materiales posterior al derribo. Entre que se dispone de un solar hasta que se entregan las viviendas difícilmente pasan más de 4 ó 5 años. Este plazo, a pesar de ser cualitativamente el más importante, no lo es tanto si lo comparamos con la vida útil de la promoción (¿100 años?). La excelencia de la eficiencia supone entender las promociones de vivienda pública en una cuarta dimensión, su tiempo de vida útil. Todos somos, de nuevo, indispensables para conseguirlo.

Estas actitudes, que son las que ahora nos acompañan, sirven para definirnos hoy. Aunque sería fácil preguntarnos: ¿hacia dónde debemos dirigirnos? O, si se quiere, ¿cómo ha de ser el futuro de la vivienda pública y social? La evidencia nos lleva a tener más dudas que certezas en unos momentos demasiado cambiantes. Intuimos que cada vez se aproximarán más los planteamientos ambientales de los edificios a las diferentes realidades de los usuarios, a menudo finalistas. El uso en alquiler social o venta (encaminada mayoritariamente a las familias) no es el mismo que en alquiler dotacional (colectivos específicos como personas mayores o jóvenes). Esta es una idea extraordinariamente amplia, donde caben aspectos cualitativos y cuantitativos, así como sociales y culturales. Sea como sea, habrá que tener en cuenta estos aspectos desde la génesis del proyecto. También nos planteamos que será preciso definir más y mejor la epidermis de la promoción, su contacto con el exterior. La razón se fundamenta en el altísimo control que podemos tener de ello en la fase de proyecto y ejecución de obra y la necesidad de manipulación durante la vida útil por parte de los diferentes usuarios. En definitiva, se trata de garantizar la eficiencia energética más por la calidad del continente que por la eficacia de los equipos de clima, siempre con un punto de fragilidad por la necesidad de manipulación. Así pues, si de cara al futuro próximo no tenemos certezas, sí podemos apuntar intuiciones y mantener actitudes.

Para terminar, reiterar que la actitud es nuestra real paradoja y, a su vez, la base argumental. Los preceptos y normas se supone que todos los conocemos o, al menos, sabemos dónde encontrarlos. Las actitudes son siempre personales. El fondo de la cuestión es saber ver sin gafas normativas y encontrar respuestas. Entender, como propone Phillip M. Harter[6], el planeta como si fuera un pequeño pueblo o, en nuestro caso, una promoción del *Patronat*. Sólo siendo capaces de someter el trabajo a una reflexión permanente con un horizonte sólido y coherente lo conseguiremos. Es el trayecto vital que va del solar al final de la vida útil del edificio. La experiencia nos lleva a no ser dogmáticos y a entender que las preguntas que hacemos, a menudo tienen más de una respuesta y más de una puede ser válida. Nuestro trabajo es encontrar las mejores respuestas en forma de reflexión, colaboración y complicidad en el proyecto, la ejecución de obra y en su mantenimiento. Esto puede ser una obviedad, aunque no es en absoluto fácil de conseguir. El mérito final siempre es compartido. En definitiva es un modelo de gestión basado en la generación de complicidades colectivas, a la búsqueda de la completa excelencia. Una actitud que seguro nos hará más sostenibles, eficientes y sensibles en permanente equilibrio con el entorno y con complicidad de futuro. Para nosotros eso es la actitud ambiental en un mundo global.

[6] Phillip M. Harter (Standford University). *If the world were a village...* http://paxhumana.info/article.php3?id_article=475

1. NORMATIVA EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Introducción

Los últimos años han sido testigo de un cambio en la percepción general del cambio climático, favorecida por un río de datos que no sólo corroboraban las hipótesis generales, sino que además alertaban de la rápida evolución que se estaba advirtiendo en las observaciones realizadas a tal efecto. Es por ello que desde hace un tiempo, las palabras *mitigación* y *adaptación* se han vuelto habituales en las políticas, informes y estudios llevados a cabo en esta materia.

Las normativas de todo el mundo, lideradas por la Unión Europea, han empezado a regular y a crear herramientas de cálculo, medición y monitorización y a habilitar ayudas públicas, proyectos de investigación, etc., para avanzar en la lucha contra el cambio climático.

La construcción consume a nivel mundial cerca del 50 % del total de los recursos naturales y el 40 % de la energía, y a su vez, genera el 50 % de los residuos y un tercio de las emisiones de CO_2.

Dentro de esta problemática, la construcción aparece como uno de los sectores con más ramificaciones y repercusiones sobre el medio ambiente. Hay que tener en cuenta que la construcción consume a nivel mundial cerca del 50 % del total de los recursos naturales y el 40 % de la energía, y a su vez, genera el 50 % de los residuos y un tercio de las emisiones de CO_2. Estos datos la sitúan como uno de los ámbitos en los que es prioritario actuar.

De hecho, en el cuarto y último informe del IPPC (Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático) se señalaba la importancia del sector de la edificación en la transformación de nuestra sociedad hacia una economía baja en carbono, otorgándole el mayor potencial mitigador.

Cabe destacar que las emisiones debidas al sector residencial, comercial e institucional presentan una tendencia ascendente que ha pasado del 16 % en 1990 al 21 % en 2005, con un incremento de las emisiones superior al incremento del conjunto del resto de sectores. El uso de edificios generó en 1996 unas emisiones un 115 % superiores a las que tuvo en 1990. Y en 2005 estas emisiones llegaron al 201 % de las emisiones del año de referencia[1]. Si bien en España el consumo de energía por hogar es inferior a la media comunitaria, en los primeros años de esta década se ha iniciado una tendencia ascendente que contrasta claramente con la evolución de la media europea, que parece estabilizada en 1,7 toneladas equivalentes de petróleo por hogar.

El sector doméstico y el de la edificación consumen un 20 % del total de energía final en España, siendo responsables de la emisión de más del 25 % del total de CO_2, con un potencial de ahorro importante. En 2002, el consumo de energía final del hogar se atribuyó a la calefacción (con un 40,4 %), agua caliente sanitaria (26,9 %), electrodomésticos (12 %), iluminación (8,7 %), aire acondicionado (con un 0,4 %) y un 11,6 % para el resto.

Por otro lado, el consumo de energía final de las instalaciones fijas del sector servicios (terciario) representa aproximadamente un 8 % del total de consumo final en España. El sector oficinas absorbe un porcentaje creciente (más de la mitad en 2003), mientras que el sector hospitalario y educativo representan la parte más baja. El aumento de los consumos ha ido ligado al rápido equipamiento en climatización (especialmente en aire acondicionado en oficinas

[1] «Sobre una estrategia para dirigir al sector de la edificación hacia la eficiencia en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI)», oct. 2007. Informe realizado por el profesor Albert Cuchí, con la colaboración de Anna Pagès.

y centros comerciales). El ahorro previsto por el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en edificios de oficinas es del 10 % gracias a medidas de aislamiento, y del 23 % por cambios de equipos de climatización de mayor eficiencia.

Actualmente, con las medidas adoptadas, como la Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia, junto con el Plan nacional de Energías Renovables y el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética, se ha conseguido invertir la tendencia y que la media anual de emisiones prevista para el periodo 2008-2012 sea del 150 % de las emisiones de 1990 (es decir, un aumento del 50 %). Sin embargo, el objetivo Kyoto sería de un 137 %, con lo que es preciso un mayor impulso de las actuaciones en esta materia.

Por lo que respecta a Europa, en 2008 se adoptó una política integrada conocida como la estrategia «20-20-20», dirigida a conseguir el 20 % de energía primaria por medio de energías renovables, así como un recorte del 20 % de las emisiones (30 % si se añaden a los objetivos europeos el resto de potencias contaminantes) y un 20 % de mejora en la eficiencia energética para 2020. Para alcanzar este objetivo existen en Europa varias líneas de acción. Por un lado —y el más importante por lo que respecta al sector de la construcción— la revisión de la Directiva de Eficiencia Energética en los Edificios (conocida por EBPD, Energy Building Performance Directive) cuya intención es que se levante la limitación de los 1.000 m^2 aplicable a rehabilitaciones (es decir, eliminar la distinción entre grandes y pequeñas rehabilitaciones), entre otras medidas. Una de las primeras plasmaciones de esta estrategia fue la aprobación en 2009 de la nueva Directiva de Energías Renovables, con el objetivo del 20 % de energías renovables en 2020.

A parte, hay otros proyectos europeos como el Pacto de Alcaldes (conocido como Covenant of Mayors) al que ciudades como Barcelona, Badalona, Tarragona (y 461 ciudades españolas más) se han adherido para poner en marcha políticas para alcanzar el objetivo del 20 % de recorte de emisiones, superando, en parte, la parálisis que a menudo sufren instituciones de mayor envergadura y más lentos movimientos.

Por otro lado, en enero de 2009 nació IRENA (Agencia Internacional de Energías Renovables), promovida por Alemania y España, con el apoyo de más de 50 países y que tendrá su base central en Abu Dhabi, así como el portal web BUILD UP de la Comisión Europea, concretamente del Comisario de Energía, Andris Piebalgs, en la que se promueve el intercambio de experiencias, así como las normativas, proyectos y herramientas de evaluación dirigidos a incrementar la eficiencia energética en la edificación.

Normativa en construcción sostenible

La evolución normativa dirigida a favorecer una construcción más sostenible se inició en 1992 con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, reforzada con el Protocolo de Kyoto en 1997. De este modo se inició un camino que llevó a que en 2002, justo después del tercer informe del IPCC de 2001, la Unión Europea aprobara la **Directiva 2002/91/CE de Eficiencia Energética en Edificios** (conocida por EBPD), por la que se establecía un nuevo marco normativo que obligaba a que los edificios cumplieran con unos requisitos mínimos de eficiencia energética, tanto los de nueva construcción como aquellos objeto de grandes reformas, proporcionando, a su vez, información de la eficiencia energética global del edificio mediante la Certificación Energética. Este elemento conllevaba, por un lado, el vehículo para poder estimular la demanda —es decir, que el consumidor final identificara las viviendas más eficientes—, y por otro, la forma de articular una política de incentivos, subvenciones, etc., posibilitando la cuantificación de un parámetro esencial dentro de la sostenibilidad.

La Directiva 2002/91/CE de Eficiencia Energética en Edificios establecía un nuevo marco normativo que obligaba a que los edificios cumplieran con unos requisitos mínimos de eficiencia energética, tanto los de nueva construcción como aquellos objeto de grandes reformas

Así, la EBPD obligaba a los países miembros de la Unión Europea a incorporar la Directiva a la normativa estatal propia. En España sucedió en marzo de 2006, cuando se aprobó el **Código Técnico de Edificación** (conocido coloquialmente como CTE). Esta normativa supuso toda una revolución del sector, siendo la mayor reforma normativa en treinta años. Así se introducía en la edificación una preocupación real por el cuidado del medio ambiente, más allá de medidas tibias, que se materializó esencialmente mediante el Documento Básico HE de ahorro energético.

El HE se articula por medio de cinco requisitos. El HE-1 de «Limitación de demanda energética» obliga a realizar un diseño de la envolvente térmica del edificio, con el objetivo de limitar las demandas de calefacción y refrigeración. El HE-3 de «Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación» tiene por objeto conseguir un mayor rendimiento de la iluminación interior. Después está el HE-4 de «Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria».

El HE-2, de «Rendimiento de las instalaciones térmicas», que establece la obligación de que los edificios dispongan de instalaciones térmicas adecuadas, destinadas a proporcionar bienestar térmico a sus ocupantes, regulando el rendimiento de las mismas y de sus equipos, se desarrolló en el RITE **(Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios).**

El 30 de abril de 2007, y en cumplimiento de la EPBD, se aprobó la **Certificación Energética de los Edificios,** mediante la cual se asociaba la calificación energética en base a las emisiones de CO_2 del edificio. Otorgando letras identificativas *(A* la mejor y *G* la peor) y con una validez de diez años, los usuarios, propietarios e inquilinos pueden conocer la clase de eficiencia energética del edificio antes de la compra o el alquiler. Así, por ejemplo, un edificio que ahorre entre el 35-60 % de las emisiones de CO_2 por la reducción del consumo energético, respecto a uno que cumple con los mínimos del CTE, obtendría una calificación *B,* y una *A* si llegara al 60 %.

En febrero de 2008, se aprobó el RITE, cumpliéndose así la transposición de la EBPD. Esta normativa contempla la energía solar como sistema de producción de ACS, prohibe las calderas con una estrella (1 enero de 2010) y las de dos y de tipo atmosférico (1 de enero de 2012) y fija los requisitos mínimos que deben cumplir las instalaciones térmicas de los edificios nuevos y existentes, así como un procedimiento de inspección periódica de los generadores de calor y frío.

En Catalunya, con antelación al resto de España en cuanto a normativas favorecedoras de la sostenibilidad en la edificación, se adoptó, en febrero de 2006, el **Decreto de Ecoeficiencia**. Las medidas eran de aplicación para los edificios de nueva construcción y de gran rehabilitación en cuatro grandes conceptos: ahorro de agua, utilización de energías renovables —con la introducción de la obligación de incorporar placas solares según las zonas climáticas—, mejora del aislamiento en paredes y ventanas, así como medidas constructivas y medidas para garantizar la recogida de residuos, tanto domésticos como de la construcción. Otra novedad importante del Decreto fue la obligación de que las soluciones utilizadas sumaran un mínimo (otorgando puntuaciones relativas según la medida).

Barcelona también fue pionera en 1999 al aprobar la Ordenanza Solar Térmica, la primera normativa de este tipo aprobada por una gran ciudad europea en su momento, que obligaba a incorporar placas solares para la producción de ACS con un mínimo del 60 % de contribución solar.

En esta línea, Barcelona también fue pionera en 1999 al aprobar la **Ordenanza Solar Térmica**, la primera normativa de este tipo aprobada por una gran ciudad europea en su momento, que obligaba a incorporar placas solares para la producción de ACS con un mínimo del 60 % de contribución solar. En la revisión de 2006 se aumentaron las exigencias de contribución mínima según la demanda, o cuando el sistema usara el sistema de soporte mediante el efecto Joule, además de reforzar los criterios de mantenimiento de las instalaciones.

2. LA EXPERIENCIA DEL PMHB EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

El Patronato Municipal de la Vivienda de Barcelona (PMHB) ha sido uno de los pioneros en la introducción de criterios de construcción sostenible y de ahorro energético en sus promociones. Ya desde 1996 se optó por incorporar medidas para garantizar una construcción adecuada a estos objetivos. Éstas podrían resumirse en:

- **Sistemas arquitectónicos pasivos.** Ventilaciones cruzadas, sensibilidad en las orientaciones, iluminación natural, fachadas y cubiertas ventiladas, filtros de sombra o verticalización de servicios e instalaciones.
- **Sistemas activos incluidos en los proyectos.** Red bitérmica de agua para los electrodomésticos, detectores de presencia en las zonas comunes y/o la utilización de lámparas de bajo consumo, reguladores de caudal con inodoros de doble descarga o grifos con aireadores.
- **Elección de materiales y equipos.** Sustitución de los materiales más contaminantes —PVC, plastificantes, materiales pesados— por alternativas como polipropileno, pinturas naturales basadas en silicatos, anillos domóticos en apartamentos dotacionales para jóvenes, ascensores de bajo consumo, nueva generación de calderas de calefacción de condensación, estancas y modulantes.

Una muestra de esta postura pionera son los más de 2.000 m^2 de placas solares para producción de ACS instaladas en las azoteas de sus edificios, así como las más de 25 promociones de alquiler en las que se han incorporado soluciones constructivas y técnicas con criterios de calidad ambiental y de eficiencia energética. En las promociones de venta, las viviendas construidas con criterios de sostenibilidad son más de 3.000.

En este sentido destacan las 431 viviendas conocidas como «**Les Vores del Cinturó**», por ser las primeras construidas —hacia el año 2000— con criterios de sostenibilidad y eficiencia energética.

Por otro lado, desde el año 2002 la Agencia de Energía de Barcelona ha trabajado con el Patronato en el desarrollo de actuaciones energéticas. Una de estas propuestas fue el despliegue de una metodología para la calificación y posterior certificación energética provisional de edificios en Barcelona, en línea con distintos proyectos establecidos en el **Plan de Mejora Energética de Barcelona**, plan que tenía por objeto reducir la contaminación atmosférica y el consumo de energías no renovables mediante el incremento del consumo de energías limpias y la reducción del consumo energético manteniendo la producción de productos, confort y movilidad.

En este marco, el Patronato, junto con la Agencia, probó la aplicación de los procesos y métodos de la certificación energética —antes de que su aplicación fuese obligatoria— en un conjunto de edificios de la zona Fórum de Barcelona, aplicándola en fase de proyecto, lo que permitió la incorporación de nuevos y distintos elementos de eficiencia y ahorro que no estaban previstos inicialmente.

Además de estas acciones, el Patronato Municipal de la Vivienda es consciente de la necesidad de que los usuarios tengan conocimientos sobre el uso de los sistemas y sean conscientes de la necesidad de llevar a cabo un buen mantenimiento de las instalaciones. En este sentido, el Patronato forma e informa a los usuarios en una doble dirección: por un lado, dando a conocer las instalaciones y su funcionamiento desde el punto de vista del ahorro energético. En segundo lugar, informando de las medidas que cualquier usuario de una vivienda puede adoptar para ahorrar energía. Por ello se han llevado a cabo distintas experiencias en colaboración con la Agencia de la Energía de Barcelona con metodologías formativas diferentes en función de los usuarios a las que se dirigían. Recientemente se han llevado a cabo acciones de información puerta a puerta en promociones de viviendas para personas mayores, así como asambleas informativas generales centradas en aspectos energéticos, en otros tipos de promociones.

En los últimos años, el Patronato está llevando a cabo una importante tarea de innovación con nuevos proyectos que plantean soluciones energéticas globales para los edificios, y entre los que destacan los sistemas que se exponen en este capítulo:

- La **geotermia**: mediante el intercambio de frío y calor con el subsuelo, donde la temperatura es constante.
- La **trigeneración**: generación de energía eléctrica en la misma promoción, a partir de combustión de gas.
- El ***district heating:*** el agua caliente y fría proviene de una central que obtiene la energía de la vaporización de residuos urbanos.
- La **producción centralizada** de ACS y calefacción con colectores solares y apoyo de gas.

2.1. La centralización de ACS y calefacción

El caso de Can Travi

La centralización de agua caliente sanitaria y calefacción es una buena alternativa en las viviendas para personas mayores en las que, por razones de seguridad, no son recomendables las instalaciones individuales de gas. La promoción de 81 viviendas para personas mayores de Can Travi incorpora este sistema, que permite reducir el consumo energético del edificio hasta en un 35 %.

CAN TRAVI, 30

Proyecto: 81 viviendas de alquiler para personas mayores, 4 hogares con servicio de apoyo y 28 plazas de aparcamiento

Certificación energética: (No vigente Código Técnico de la Edificación)

Arquitecto: Sergi Serrat Guillen

Dirección de Ejecución: Carles Vima

Consultor de instalaciones: Ferran Torras

Superficie: 8.257,72 m^2

Calendario de la obra: Obra finalizada en enero de 2009

FICHA TÉCNICA

Energía solar térmica

Este sistema, conocido como «solar térmica», consiste en la captación de la energía del sol para transformarla en calor útil para la producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS). El sistema básico consiste en unas placas captadoras (o colectores) de la energía, que se transforma en calor y que, a su vez, calienta un fluido. Éste se intercambia dentro de un acumulador de agua para la producción de ACS.

En 1999 fue aprobada en Barcelona la Ordenanza Solar Térmica del Ayuntamiento de Barcelona (revisada en 2006), que establecía inicialmente la obligación de instalar sistemas de energía solar térmica en edificios donde el volumen de demanda diaria de ACS era de más de 292 MJ útiles en cálculo de media anual. La modificación de 2006 hizo extensiva la exigencia a todos los edificios, con un mínimo del 60 % de ACS cubierta por solar térmica.

En febrero de 2006, con el Decreto de Ecoeficiencia de la Generalitat de Catalunya, la obligatoriedad de usar solar térmica se ampliaba a todo el territorio, de un mínimo del 45 % a un 70 %, en función de la zona climática. Finalmente, con el Código Técnico de Edificación del Gobierno Español, en septiembre de 2006, pasó a ser obligación para toda nueva construcción, con un mínimo del 30-70 % de ACS solar térmica en función de la zona climática y el volumen de agua caliente sanitaria previsto.

El sistema de calderas centralizado y de condensación

La centralización tanto de Agua Caliente Sanitaria (ACS) como de la calefacción consiste en la instalación de una única caldera para todo el edificio, en vez de calderas individuales para cada vivienda.

Las principales ventajas que ofrece este sistema son una mayor eficiencia y que los vecinos se ahorran las cuestiones relacionadas con el mantenimiento (sobre todo revisiones y seguridad). Además, con el sistema centralizado se consigue un ahorro económico no sólo por la mayor eficiencia, sino también por gozar de precios más competitivos en comparación con la instalación individual (aproximadamente un 20 % inferiores), con lo que se amortiza antes.

Con el sistema centralizado se consigue un ahorro económico no sólo por la mayor eficiencia, sino también por gozar de precios más competitivos en comparación con la instalación individual (aproximadamente un 20 % inferiores), con lo que se amortiza antes.

Respecto a las calderas de condensación, se trata del tipo de caldera más eficiente, con una eficiencia estacional de un 85 %. En las calderas convencionales, cerca del 10 % de la energía térmica del combustible se disipa por la chimenea como energía latente contenida en el vapor de agua. Las calderas de condensación llevan un intercambiador de calor con una superficie adicional para condensar el vapor presente en los gases de combustión y extraer su energía latente. Cabe comentar que deben estar conectadas a un desagüe para eliminar el vapor condensado.

El sistema centralizado gana eficiencia de rendimiento cuanto mayor es. Las calderas son más eficientes, la pérdida de calor es menor, el consumo repartido consigue menos paradas y arranques y el volumen del acumulador de agua puede ser menor en comparación con los acumuladores individuales. También permite adoptar un sistema por módulos que se arranquen cuando la potencia no es suficiente.

CAN TRAVI

81 viviendas con centralización de ACS y calefacción con calderas de condensación para personas mayores

Situada en el distrito de Horta-Guinardó, en la calle Can Travi 30, se trata de una promoción de 81 viviendas para personas mayores con 28 plazas de aparcamiento, formada por dos edificios de planta baja más tres plantas piso, que forman una *L*, con un patio central en el que se ubica un edificio con equipamientos que ocupan la mitad sur del interior de la isla. La superficie útil construida es de 8.257,72 m^2. La promoción se entregó el pasado 5 de junio de 2009.

Eficiencia energética: La centralización de ACS y calefacción

La promoción consigue el ahorro energético (el sistema permite reducir el consumo energético hasta un 35 %) principalmente gracias al uso de energía solar para agua caliente sanitaria con apoyo de gas natural.

El sistema de captación solar está dimensionado para cubrir el 70 % de las necesidades energéticas de ACS, porcentaje superior al mínimo exigido, que es del 60 %.

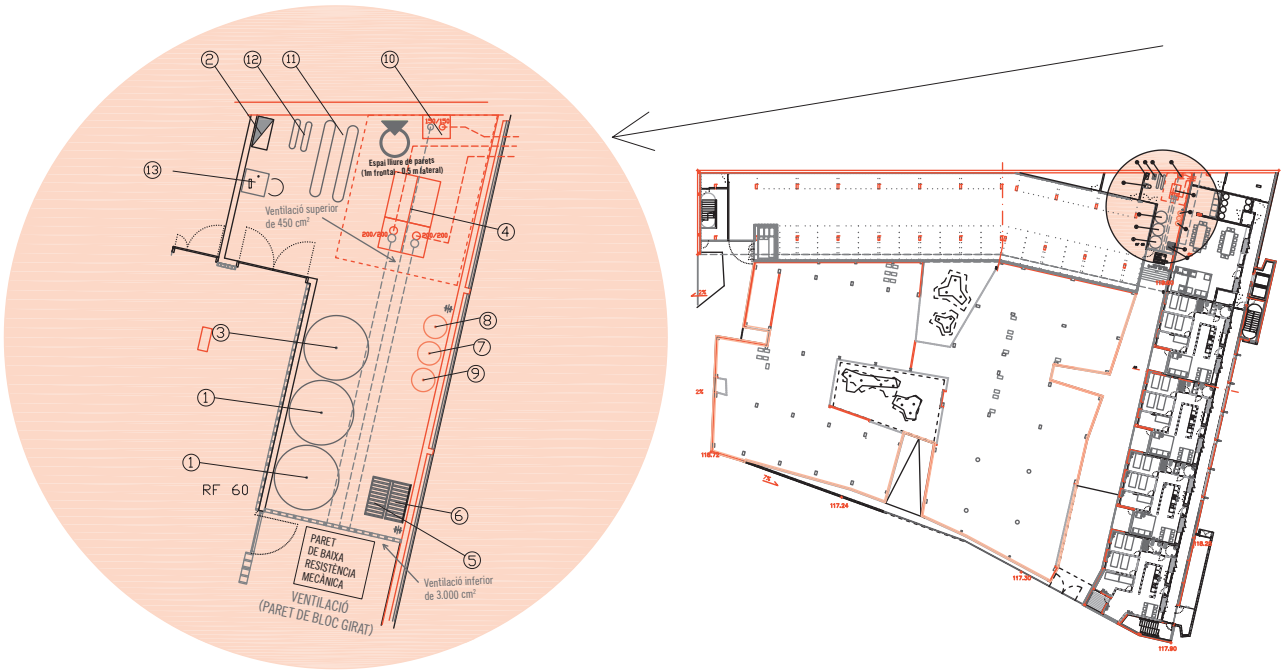
En serie con el acumulador solar hay un acumulador con el sistema de energía de apoyo (gas natural) incorporado, para cubrir las demandas energéticas cuando la aportación solar es inferior a la demanda energética de las viviendas, por ejemplo, en días en los que la radiación solar es nula o muy baja.

El ACS, con el correspondiente sistema de distribución, está en los distintos circuitos de cada vivienda, y cuando hay un consumo individual éste queda registrado en los contadores de agua y de energía.

Esta tipología requiere de un sistema de recirculación directa en cada bajante o ramal con el fin de mantener el ACS a una temperatura de servicio cuando no hay consumo en las distintas viviendas.

Para el Instituto Catalán de la Energía y el IDAE, se trata de uno de los sistemas más eficientes, ya que puede suponer un ahorro de entre un 25 % y un 35 % en el consumo energético global del edificio y la reducción de entre un 35 % y un 45 % de las emisiones de CO_2.

Cabe destacar que las centrales de producción adoptadas en estos proyectos son modulantes y de condensación, con una clasificación energética de *A*, de modo que se aprovecha no sólo el poder calorífico del combustible, sino también el calor latente del vapor de agua contenido en los humos de combustión. El rendimiento de este sistema de producción es más elevado, y, en el caso particular del gas natural es superior al 1 %.



Núm.	Definición	Instalación	Peso kg
1	Depósitos acumuladores LAPESA MV-3000-RB (∅1660-h2325)	Inst. Solar	3693 × 2
2	Armario eléctrico metálico (800 × 400 × 1800)	Inst. Control	100
3	Depósitos acumuladores LAPESA MV-3000-RB (∅1660-h2325)	Inst. ACS	3693
4	Caldera REMEHA-GAS 210-5 160 Kw 1200 × 1200 × 450 (h. chimenea)	Inst. Calefacción	166 × 2
5	Intercambiador de placas ALFA & LAVAL M3FM-21	Inst. Solar	84
6	Intercambiador de placas ALFA & LAVAL M3FM-35	Inst. ACS	125
7	Vaso de expansión REFLEX 50 litros	Inst. Solar	75
8	Vaso de expansión REFLEX 300 litros	Inst. ACS	450
9	Vaso de expansión REFLEX 300 litros	Inst. Calefacción	450
10	Caldera REMEHA Quinta 85 Kw (hasta chimenea)	Inst. ACS	85
11	2 colectores ∅275 y 2000 de longitud	Inst. Calefacción	120 × 2
12	2 colectores ∅150 y 770 de longitud	Inst. ACS	120 × 2
13	Mesa PC para el control y mantenimiento	Inst. Control	45

Sala central de producción de calor donde se sitúan las calderas de condensación, los acumuladores así como los intercambiadores.

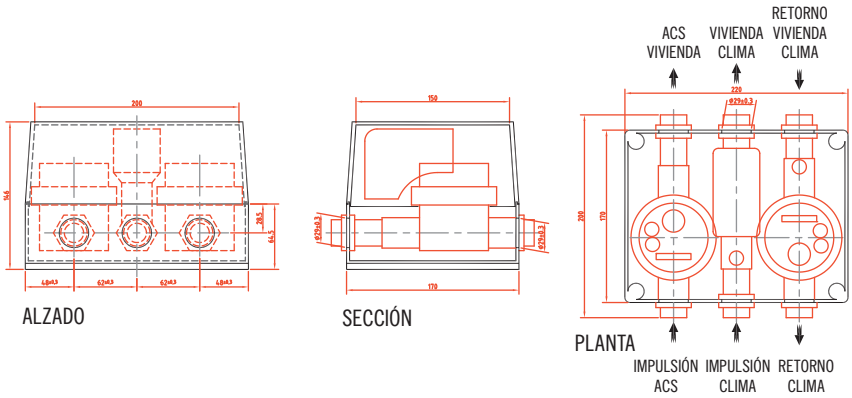
Para el Instituto Catalán de la Energía y el IDAE, se trata de uno de los sistemas más eficientes, ya que puede suponer un ahorro de entre un 25 % y un 35 % en el consumo energético global del edificio y la reducción de entre un 35 % y un 45 % de las emisiones de CO_2.

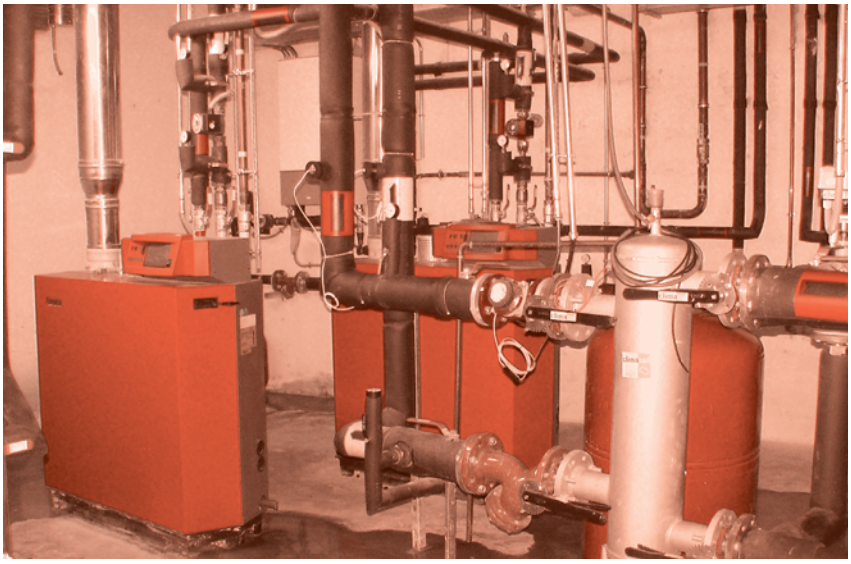
La instalación incorpora un sistema de telegestión que permite llevar un seguimiento de su funcionamiento en tiempo real a través de Internet y obtener una lectura instantánea de los contadores, así como elaborar un histórico detallado de los consumos de cada vivienda.

La instalación incorpora un sistema de telegestión que permite llevar un seguimiento de su funcionamiento en tiempo real a través de Internet y obtener una lectura instantánea de los contadores, así como elaborar un histórico detallado de los consumos de cada vivienda.

Además, la promoción cuenta con detectores de presencia para el alumbrado comunitario por tramos y lámparas y ascensores de bajo consumo.

Los captadores se ubican en las cubiertas de los edificios, con un total de 30 captadores planos de configuración vertical con una superficie total de captación de 64,50 m², con una curva de rendimiento de 0,74,- 4,155 T* - 0,006 T*2, conectados en grupos de 6 y en paralelo entre ellos.





Vista de la instalación de calderas estancas de condensación.

En cuanto a la calidad de los cierres, el muro exterior está formado por paredes de ladrillo vacío doble, cámara de aire, ladrillo vacío enyesado y enfoscado de cemento con un grueso total de 40 cm y un valor K = 0,55 kcal/h m^2 °C.
El muro interior está formado por ladrillo perforado enyesado por los dos lados, de 15 cm y un valor K = 1,76 kcal/h m^2 °C. Las paredes interiores son de ladrillo perforado enyesadas por los dos lados, de 15 cm. Los marcos son de carpintería de aluminio con doble cristal y cámara de aire (K = 3,40 kcal/h m^2 °C).

Programa arquitectónico y urbanístico

La promoción consta de un edificio con dos brazos en forma de *L* en planta y un núcleo principal de comunicaciones verticales (escaleras y ascensor).

Las viviendas constan de un dormitorio, sala de estar, cocina y baño adaptado, y tienen una superficie útil de 40 m^2. Cuentan con zonas comunes de autolavandería y tendederos.

Se han llevado a cabo varias medidas destinadas a facilitar la vida de los usuarios, como por ejemplo, baños equipados con una ducha a ras del pavimento para facilitar el acceso y evitar caídas; luz de emergencia para la orientación del inquilino; alarma centralizada en baño y dormitorio; cocinas equipadas con placas eléctricas y enchufes situados a una altura suficientemente cómoda desde el suelo para evitar que la persona mayor tenga que realizar esfuerzos innecesarios.

Detalles constructivos: materiales

En cuanto a los materiales utilizados, se ha priorizado que sean reciclados o reciclables. Asimismo, se han usado materiales naturales minimizando lo no biodegradable y lo no absorbible.

Los cimientos son de losa de cimentación, con estructura compuesta por elementos verticales (pilares y muros) de hormigón armado y elementos horizontales (techos) de tipo reticular.

Las cubiertas son planas con acabado de gravas, transitables en los espacios de tendedero con losa *filtrón*. Las fachadas están formadas por muro de fábrica, con acabado rebozado y pintado, con celosía de bloque cara vista tipo «calibloc».

Los aislamientos se han dispuesto según la normativa vigente tanto en fachadas como en techos en contacto con el exterior. En el interior, se han realizado divisiones interiores y la cámara de aire de fachada con placas de yeso laminado.

Los pavimentos son de terrazo de 40 × 40, colocados a rompejuntas, pulidos y rebajados *in situ*. El pavimento de las terrazas es el mismo que en el interior de las viviendas, con antideslizante.

La promoción cuenta con revestimientos de cerámica esmaltada en paredes y baños hasta cielo raso. En las cocinas, el revestimiento es de piedra natural hasta debajo de los muebles altos. Cielo raso de placas de yeso laminado. Revestimientos de pasillos con DM sobre rastreles. Se ha utilizado pintura plástica lisa en paredes y techos y esmalte con capa antioxidante en elementos de cerrajería. La pintura sobre DM de los pasillos es con esmalte.

La carpintería exterior es de aluminio lacado color plata, mientras que en el interior, la puerta de entrada a la vivienda es maciza, tipo bloque, revestida con DM y acabada con pintura al esmalte. Las puertas interiores son de madera con acabado pintado. Los cristales son dobles. Sanitarios con mecanismo de ahorro de agua. Las instalaciones de fontanería están formadas por cañerías de alimentación de polipropileno con contaje individualizado en la batería de contadores.

2.2. La trigeneración: ACS, calefacción y frío a partir de la combustión de gas

El caso de Navas de Tolosa

La promoción de 154 viviendas dotacionales de Navas de Tolosa incorpora un eficiente sistema para generar electricidad, calor y frío, la trigeneración, y un sistema de producción de energía por paneles fotovoltaicos.

La trigeneración

La trigeneración *(Combined Heat Cool and Power*, CHCP) parte de un procedimiento similar al de la cogeneración *(Combined Heat and Power,* CHP), donde se obtiene, a la vez, energía eléctrica y térmica útil (vapor, agua caliente sanitaria). En el caso de la trigeneración, además se produce frío mediante el proceso de absorción que transforma el calor en frío (a 5,5-7 °C). Al motor térmico o por turbina de la cogeneración se le añade una máquina de absorción, que refrigera el agua usando la energía térmica contenida en el agua refrigerante y/o en los gases de evacuación del elemento motriz del alternador eléctrico.

Este sistema soluciona el problema de la cogeneración para afrontar la época estival, en la que la demanda de calor baja y la de frío incrementa, aprovechando el calor producido por la cogeneración para generar frío. De este modo, a partir de un combustible fósil como el gas natural se producen tres tipos de energía con un ahorro económico y energético considerables.

NAVAS DE TOLOSA, 310

Proyecto: 154 viviendas de alquiler, equipamientos y plazas de aparcamiento

Certificación energética: *A* (equipamientos), *B* (viviendas)

Arquitectos: ONL arquitectura: Joan Nogué, Félix López y Txema Onzain Arquitectos

Dirección Ejecutiva: Miguel Ángel Sinura Baraldes

Optimización energética y sistemas de generación y clima: AIGUASOL

Consultores de instalaciones: Font i Armengol Enginyers

Ingeniería de sistemas de generación y clima: AIGUASOL

Superficie: 18.726,26 m^2

Calendario de la obra: En construcción. Inicio: noviembre 2009

FICHA TÉCNICA

Las ventajas del sistema son el aprovechamiento del calor residual, la reducción de pérdidas en transporte y distribución, la eficiencia en la producción de energía frente a los sistemas tradicionales (con más de un 80 % de rendimiento frente al 40-60 %) y, consecuentemente, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20 % aproximadamente.

Energía fotovoltaica

Esta fuente de energía tan extendida en los últimos años parte de la transformación directa de la radiación solar en electricidad en forma de corriente continua. En los paneles fotovoltaicos, la radiación solar excita los electrones de un dispositivo semiconductor, generando una pequeña diferencia de potencial, que se amplía con la conexión en serie de estos dispositivos. La corriente continua puede almacenarse o inyectarse a la red eléctrica, o bien transformarse en corriente alterna mediante un inversor.

Uno de los puntos clave de la solar fotovoltaica reside en aumentar la eficiencia del sistema (actualmente alrededor del 13-19 %), ya que si pudiera aprovecharse toda la radiación solar que llega, sólo con la fotovoltaica podría cubrirse toda la demanda energética del país, partiendo de una fuente inagotable como es el sol. Además, como la energía fotovoltaica no emite CO_2, por cada kWh producido se ahorra, según datos del Plan de Energías Renovables, 977 g de CO_2 si es producido por medio de carbón y 394 g de CO_2 si es producido por gas natural a ciclos combinados.

Como sucedió con la solar térmica, con la entrada en vigor del Código Técnico de Edificación, el uso de la solar fotovoltaica pasó a ser obligatorio en determinados tipos de construcciones, con una tipología concreta y una superficie mínima: hipermercados (5.000 m^2), centros de ocio (3.000 m^2), naves de almacenamiento (10.000 m^2), edificios administrativos (4.000 m^2), hoteles, hostales, hospitales y clínicas (100 plazas) y recintos feriales (10.000 m^2).

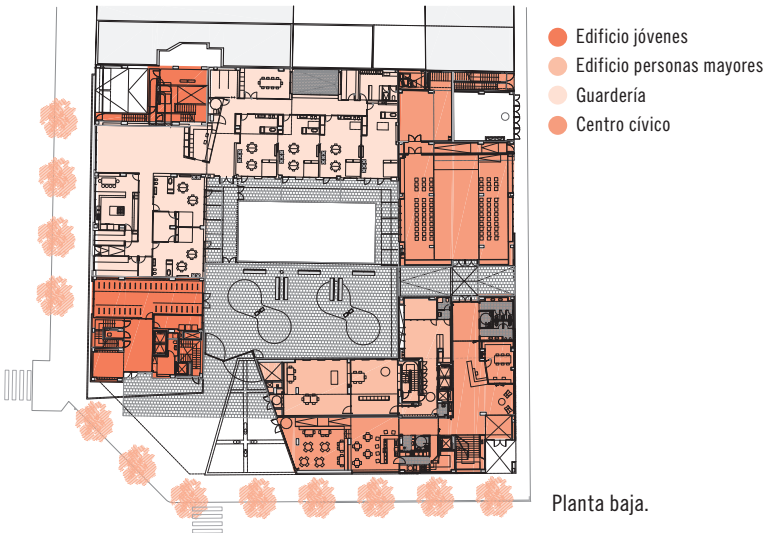
A pesar de todo, este tipo de energía ha tenido una evolución muy favorable, por encima de las estimaciones de los gobiernos. A mediados de 2008 ya se había superado el objetivo de 1.000 MW previsto para 2010, con cerca de 3.000 MW, ya que, desde la entrada en vigor del Real Decreto 436/2004 (revisado con el RD 661/2007), la prima tarifaria a este tipo de kilovatio (0,414 eur/kW durante 25 años, en 2004) ha creado un fuerte crecimiento en inversión y en I+D, con nuevas soluciones como la integración en fachadas, ventanas, etc., con sistemas de placas más eficientes y ligeras. Por ello, en 2008 surgió el Real Decreto 1578/2008, que establecía la tarifa en 0,32-34 eur/kW a 25 años en 2008 y la limitación de 500 MW al año (2009 y 2010).

Alzado desde el patio.

Navas de Tolosa
154 viviendas y equipamientos con trigeneración

El proyecto se sitúa en una zona fronteriza entre los barrios de Sant Andreu y Sant Martí de la ciudad condal, en los terrenos de un antiguo cuartel de la Guardia Civil, situado entre las calles Indústria y Navas de Tolosa.

El proyecto contempla la construcción de viviendas de alquiler, concretamente 78 viviendas para jóvenes y 76 viviendas para personas mayores. Por otro lado, en la planta baja y el altillo se desarrollará un programa de guardería y un centro cívico para el barrio de Sant Andreu. También se construirá un aparcamiento en dos plantas sótano, que contará con 231 plazas para automóviles y 40 para motocicletas. También es objeto del proyecto la urbanización de la plaza del interior de la isla, parte de la cual se destinará a patio de la guardería y el resto a plaza pública.



Planta baja.

Eficiencia energética: la trigeneración y la energía solar fotovoltaica

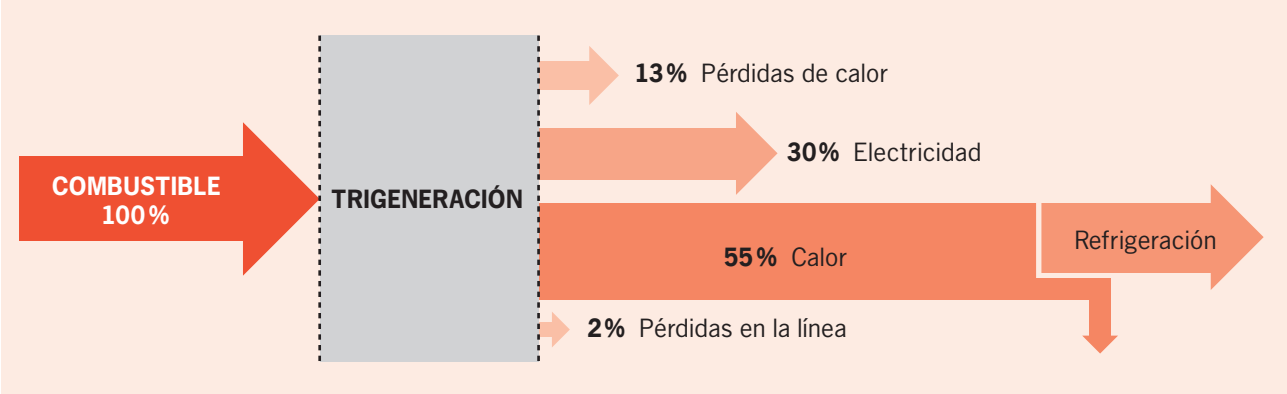
La demanda energética de la promoción de Navas de Tolosa quedará cubierta por el sistema de trigeneración y el sistema fotovoltaico en las cubiertas.

El sistema fotovoltaico consiste en dos campos de 90 paneles de silicio policristalino con 124 m^2 de superficie, con una potencia total instalada de 16,2 kWp y una potencia nominal unitaria por módulo de 180 Wp, inyectando la corriente producida a la red de distribución de baja tensión.

Los módulos fotovoltaicos están situados en las cubiertas planas de los dos edificios más altos, distribuidos en seis series de 15 módulos, repartidos en 30 módulos en el centro cívico y 60 en las viviendas. Se disponen 8 bloques de hormigón en masa de 50 × 15 × 15 para cada módulo fotovoltaico. Estos bloques se colocan sobre los perfiles *L* de aluminio de los paneles, de forma que junto con el peso de los propios módulos y de la estructura se contrarrestan las acciones del viento. Este sistema de fijación, gracias al peso de los bloques de hormigón, evita anclajes que podrían afectar a las impermeabilizaciones (la sobrecarga de los bloques en cubierta es de 250 kg/ m^2 de superficie ocupada).

La inclinación de los módulos será de 30° Sur. Se prevé una producción eléctrica efectiva anual de 19.163 kWh/año, con una facturación esperada de 6.516 euros/año, que permitirá amortizar la inversión en 19 años y obtener un TIR del 6,2 % a los 25 años de vida mínima de los paneles.

Junto con el sistema fotovoltaico, la promoción cuenta con un sistema de trigeneración a partir de gas natural para la generación eléctrica en la misma promoción, que genera agua caliente sanitaria (ACS), calefacción y frío/refrigeración para su suministro a los equipamientos y viviendas. En cuanto a la energía eléctrica sobrante producida por la combustión de gas, será vendida a la red de suministro. La producción de calor se complementa con una caldera centralizada de condensación a gas, y la de refrigeración, mediante una bomba de calor aire-aire.



Esquema trigeneración.

Cabe mencionar que la calefacción es por suelo radiante en las viviendas, tanto en las de jóvenes como en las de personas mayores, mientras que el sistema de suelo refrescante sólo está habilitado en las viviendas para personas mayores. Estas formas de distribución —baja temperatura en calor y alta en frío— permiten ahorrar gran parte de las pérdidas de energía que se producen en la distribución.

Un motor de 50 kWe de gas natural produce calor entre 70 y 90 °C, que se utiliza para ACS, calefacción y refrigeración mediante una máquina de absorción de 15 kWf. La producción de calor se complementa con calderas de gas de baja temperatura y de condensación, mientras que la de refrigeración lo hace con una bomba de calor refrigerada por aire. En el sistema de trigeneración, aproximadamente un 20 % de la energía se pierde, y del resto, un 30 % se destina a electricidad y más de la mitad del 55 % obtenido en calor se dedica a la producción de frío.

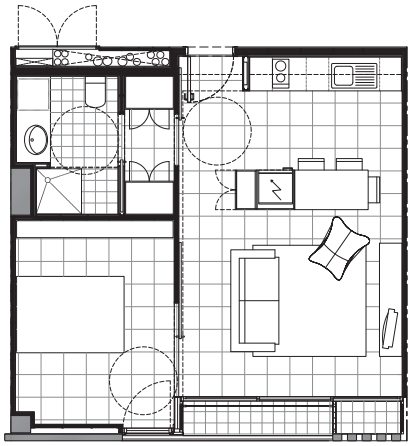
El sistema tiene un rendimiento del 216 %, con un ahorro de 383 MWhp, lo que permite minimizar las emisiones de CO_2 y el consumo de energía primaria entre un 25 % y un 35 %.

El sistema tiene un rendimiento del 216 %, con un ahorro de 383 MWhp, lo que permite minimizar las emisiones de CO_2 y el consumo de energía primaria entre un 25 % y un 35 %.

Programa arquitectónico y urbanístico

El proyecto se ha desarrollado en un solar de geometría casi cuadrada (28,5 × 27,4 m) con una superficie de 3.069 m^2 y una diferencia de cota de casi dos metros entre la cota más alta del chaflán Navas-Indústria (cota 100) y la del extremo del pasaje Doctor Torrent (cota 98,20). La ordenación del conjunto se ha dispuesto por medio de dos edificios que flanquean la entrada al patio de la isla, dando respuesta a dos de los requerimientos del programa: el funcionamiento separado y autónomo de las viviendas para jóvenes de las viviendas para personas mayores y el carácter público del espacio libre interior de la isla.

El patio ha sido abierto a la calle, desmaterializando el chaflán (la zona más abierta pasando de una separación entre edificios de 20 m a 45-47 m), no sólo por la dimensión similar de los dos programas de vivienda sino también por permitir al estudio Nogué Onzain López destacar la importancia que adquiere



Plano planta de vivienda tipo.

el patio en el funcionamiento de los edificios: espacio común y de encuentro de los cuatro programas. Un patio con mucha actividad, vestíbulo exterior de los dos edificios de viviendas y de la guardería. Lugar al que miran las salas polivalentes de las viviendas, interactuando, así, con la vida del mismo.

Las viviendas

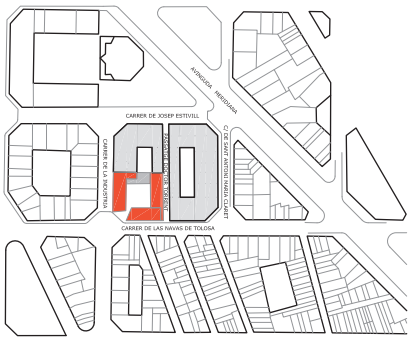
En el diseño de la célula de vivienda, el estudio ha optado por una crujía de 7 m de ancho, para dar calidad de vida, abriendo la vivienda al exterior, con una buena entrada de luz y ventilación, aspectos esenciales tratándose de viviendas pequeñas que gozan de una única fachada de orientación y donde la ventilación transversal debe ser necesariamente mecánica. Las viviendas cuentan, por ello, con un gran ventanal en las salas, así como con una puerta de balcón de 2 m^2 en los dormitorios, contando con un aireador en las cajas de las persianas que responde al sistema de ventilación forzada. Se consigue que el aire circule de las dependencias secas a las húmedas mediante bocas de admisión del aire tipo aire-inditel y bocas de extracción tipo aire-insortida en todos los baños de las viviendas y en el resto de dependencias. Gracias a las puertas correderas se garantiza el paso del aire por las estancias.

A pesar de todo, hay que decir que la distribución de la parcela y los requerimientos del programa sólo han permitido que la mitad de las viviendas gocen de una buena orientación de cara a las ganancias caloríficas en invierno, y de éstas, sólo una parte recibe insolación durante la mayor parte del día. Para el verano, se han protegido las viviendas retrocediendo la carpintería de las salas de estar por la situación de la terraza, así como por el tipo de persianas orientables en las ventanas de los dormitorios situados en primera línea de fachada.

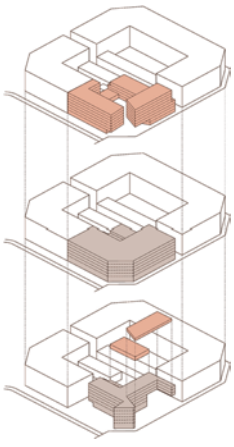
Se ha realizado un tipo de vivienda básico de 104 unidades entre los dos edificios y adaptaciones del mismo en esquinas, medianeras y testeros.

Se ha conseguido que una vivienda pequeña pueda gozar a escala reducida de un programa completo de elementos servidores que ofrece una vivienda mayor: se parte de tres espacios diferenciados de un espacio único de cocina-comedor-estar, un dormitorio y un baño vestidor.

Cabe destacar que se ha utilizado el mismo tipo de viviendas para los dos edificios. Esto ha supuesto un reto para tratar de encontrar un equilibrio entre los diferentes estilos de vida de los jóvenes y las personas mayores. Las mayores diferencias se dan en la forma de relacionar dormitorio y sala de estar: las personas mayores pasarán más tiempo en la vivienda y en el edificio y, por tanto, tendrán una mayor relación social con la comunidad. Por este motivo, tienen un programa más amplio de zonas comunitarias (interiores y exteriores) y uno de apoyo de servicios sociales.



VIVIENDAS DE JÓVENES:	78
VIVIENDAS DE PERSONAS MAYORES:	76
CENTRO CÍVICO:	1.495 m^2
GUARDERÍA:	627 m^2
PLAZAS APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO:	242
SUPERFICIES ÚTILES TOTALES:	16.256 m^2
SUPERFICIES CONSTRUIDAS TOTALES:	18.721 m^2



Distribución de las superficies.

Las 78 viviendas para jóvenes que conforman las seis plantas piso del edificio con fachada en la calle Indústria son seis plantas exactamente iguales de 779 m^2 construidos y 13 viviendas por planta de una superficie de entre 40 y 44 m^2 útiles.

En cuanto a las 76 viviendas de alquiler para personas mayores, que se desarrollan de forma más extensa y con un programa algo más amplio de elementos comunes que el edificio para jóvenes, en la planta baja se desarrolla un programa de dos salas de estar, una más pequeña que la otra, 45 m^2, que se pretende más silenciosa y que podría ser una biblioteca o sala de lectura. En cuanto a la segunda, de 75 m^2, tendrá dos ambientes y contará con equipos audiovisuales. La segunda planta, de 1.190 m^2, cuenta con 20 viviendas, una sala de limpieza y un vestidor de personal. La planta tercera retrocede su fachada en el pasaje y cambia el espacio que ocupan cuatro viviendas por una lavandería, tendedor y terraza comunitaria. También cuenta con una pequeña sala de descanso del personal y una sala de limpieza. Las plantas de la cuarta a la séptima, todas

de 574 m^2 de superficie construida, se componen de 10 viviendas. En este edificio se han podido disponer más viviendas del mismo tipo, llegando a 56 viviendas del tipo *A* por 12 viviendas de testero (6 tipo *G* y 6 tipo *H)*.

Centro cívico

Consta de un programa desarrollado en dos plantas, que se extienden a lo largo de la calle Navas de Tolosa y el pasaje Dr. Torrent. En la planta baja se encuentran la recepción, secretaría, sala de actos, área de exposiciones y cafetería. En la primera planta se encuentran los distintos talleres, salas de usos múltiples y seminarios y un área reservada a los locales de la asociación de vecinos. La superficie construida total del centro cívico es de 1.800 m^2.

Guardería

Se desarrolla también una guardería. Todas las aulas miran al patio para aprovechar las fachadas más soleadas. La superficie construida de la guardería es de 680 m^2.

Detalles constructivos: materiales

Para la realización de las dos plantas subterráneas se ejecutan previamente muros pantalla en todas las fachadas y medianeras, ya que las aceras están acabadas. La estructura se realiza con pilares y losas de hormigón armado.

Para las fachadas se han usado dos sistemas constructivos: el panel prefabricado de hormigón y la fachada tradicional de obra vista. El panel ha sido el material más usado en la mayoría de las fachadas a excepción de los testeros y los interiores de la isla, donde las plantas bajas, las barandillas y las terrazas celosías se realizan con obra cerámica.

Detalle de fachada.

Se propone una solución de placas de 12 cm de grosor que permita armar a dos caras las placas, lo que permite llegar a longitudes de casi 6 m (con muy buen comportamiento tanto por diseño como por resistencia). Además, la placa de 12 cm también permite un buen anclaje de las fijaciones y las guías, y permite una fijación al talón metálico, que resuelve la placa de 12 cm de grosor, sin necesidad de nervios ni singularidades, consiguiendo continuidad de acabados, facilidad de carga y manipulación.

La obra cerámica se realiza con un sistema constructivo compuesto por cierre tradicional con dos hojas. La exterior de obra vista de 12 × 24 × 5 cm tipo klinker. La disposición de la obra será en paramentos verticales o empilastrado de suelo a techo, combinando varios colores.

Para el interior, rebozado proyectado de mortero de cemento con adhesivos de 1 cm de grosor y lana de roca de 60 mm de grosor. La hoja interior se realizará con placa de cartón yeso de 15 mm sobre perfil de acero galvanizado de 46 mm cada 45 cm. Las hojas de cerámica se apoyarán planta a planta sobre el perfil de acero inoxidable.

Las divisiones exteriores se realizarán con tabique de cartón yeso de 8-16 cm dependiendo del tipo de separación. En zonas como las escaleras, que tienen características de alta resistencia al fuego, se coloca obra cerámica por su efectividad económica, ya que la solución con cartón yeso resulta excesivamente costosa.

Las cubiertas son planas con tres soluciones constructivas: invertidas y acabadas en grava las cubiertas técnicas superiores, ventiladas con pavimento flotante las cubiertas del ala que da al pasaje y con pavimento apoyado sobre soporte, la cubierta del aparcamiento.

El suelo de las viviendas se resuelve con gres porcelánico para permitir una rápida transmisión del calor-frío del suelo radiante-refrescante. En los espacios comunes y centro cívico, se prevé pavimento de terrazo.

La carpintería exterior de las ventanas es de aluminio sin rotura de puente térmico, ya que, según el estudio climático realizado, era más efectivo colocar cristal de baja emisividad, mejorando el aislamiento de la superficie mayor del cierre, la del cristal.

2.3. Proyecto High Combi: calor y frío a través de placas solares con apoyo de gas

El caso de la Cibeles

El edificio Cibeles, formado por 32 viviendas con servicios para personas mayores, participa en el proyecto europeo High Combi, que permite cubrir el 60 % de la demanda térmica total, sumando ACS, calefacción y refrigeración. Es uno de los primeros proyectos en obtener una letra *A* de nivel de calificación energética.

Climatización por High Combi

El High Combi («High solar fraction heating and cooling system with combination of innovative components and methods», o Sistema de Refrigeración y Calefacción con Alta Fracción Solar con Combinación de Métodos y Componentes Innovadores) es un proyecto internacional dentro del 7.º Programa Marco de la Unión Europea, que cuenta con la participación de Grecia, Austria, Italia y España. Iniciado en junio de 2007, con una duración prevista de cuatro años, tiene como objetivos la combinación de dos tecnologías: sistemas solares combinados y sistemas de frío solar.

Los sistemas solares combinados proveen de agua caliente sanitaria y calefacción y cubren una fracción solar reducida (del orden del 10 %). Muchos sistemas

CIBELES

Proyecto: 32 viviendas para personas mayores, 44 plazas de aparcamiento y CAP «Vila de Gràcia» en la C/ Córcega, 363

Certificación energética: *A*

Arquitectos: Exe Arquitectura. Jaume Valor, Marc Obrador, Eli Sadurní

Dirección Ejecutiva: G.P.O.

Colaborador: Marc Abril

Consultoría energética de Ingeniería de sistemas de generación y clima: AIGUASOL

Superficie: 6.356,07 m^2

Calendario de la obra: En construcción. Inicio: enero 2010

FICHA TÉCNICA

solares térmicos sólo cubren el uso de ACS debido a que las enormes instalaciones de colectores que serían necesarias para una mayor captación, darían problemas en la época estival.

El propósito de este proyecto es resolver este problema, utilizando la energía suplementaria generada durante la época estival para generar refrigeración. De este modo, podrá usarse la misma área de colectores tanto para el calor como para el frío.

Una de las claves del sistema es el almacenamiento. La aproximación propuesta en este proyecto High Combi parte de utilizar pozos de almacenamiento (llamados *boreholes)* alrededor del depósito para añadir un volumen sustancial de almacenamiento al conjunto. También puede usarse un sistema distribuidor de calor a baja temperatura para poder abastecer a un mayor rango de escenarios (o temperaturas) con el calor captado.

El uso de altas temperaturas para el sistema de refrigeración (18 °C comparados con los 12 °C de los sistemas convencionales) permitirá la conducción de la temperatura de las máquinas de frío solar a su nivel más bajo posible, aumentando así la eficiencia de los colectores solares.

Por otro lado, el uso de altas temperaturas para el sistema de refrigeración (18 °C comparados con los 12 °C de los sistemas convencionales) permitirá la conducción de la temperatura de las máquinas de frío solar a su nivel más bajo posible, aumentando así la eficiencia de los colectores solares.

El proyecto prevé evaluar, mediante simuladores dinámicos, diferentes configuraciones de captación solar para determinar la mejor estrategia de control de captación para cada instalación concreta. Para ello se llevarán a cabo varios proyectos demostrativos en Grecia, Austria, Italia y España (con Cibeles), en los que se desarrollará el software y los modelos de depósito.

Edificio Cibeles

32 viviendas para personas mayores y CAP Vila de Gracia con High Combi

Alzado Edificio Cibeles, calle Córcega.

Eficiencia energética: el sistema High Combi

La promoción de 32 viviendas para personas mayores en la antigua sala Cibeles es uno de los primeros proyectos en Barcelona con una letra A de nivel de calificación energética.

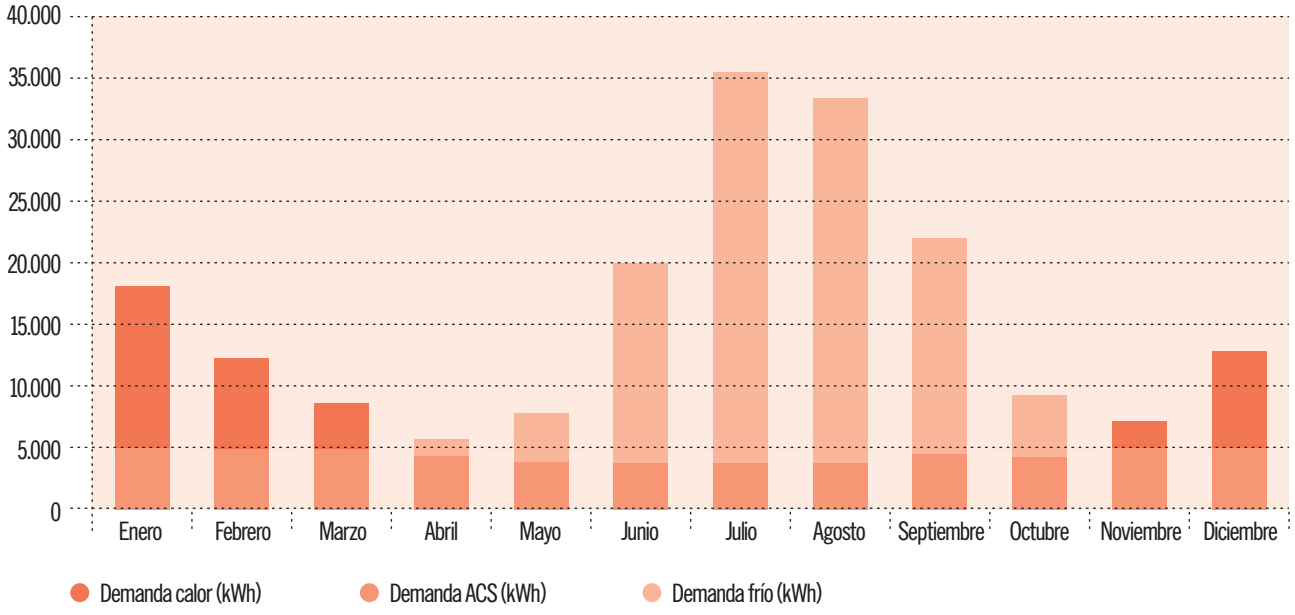
El sistema planteado en el edificio se caracteriza por un alto nivel de aprovechamiento energético mediante sistemas de energías renovables combinados con sistemas de alta eficiencia energética, lo que se traduce en una disminución de las emisiones de CO_2 del edificio.

El concepto básico del proyecto Cibeles es utilizar el sistema High Combi mediante la energía solar térmica para cubrir un 60 % de la demanda térmica total del edificio, sumando agua caliente sanitaria, calefacción y refrigeración del edificio.

El concepto básico del proyecto Cibeles es utilizar el sistema High Combi mediante la energía solar térmica para cubrir un 60 % de la demanda térmica total del edificio, sumando agua caliente sanitaria, calefacción y refrigeración del edificio.

El proyecto High Combi está dirigido a explorar la energía solar térmica como aportadora de gran parte de la demanda energética de los edificios, consiguiendo evitar más del doble de consumo de energía primaria que los sistemas solares actuales. Mientras un sistema solar como los actualmente obligados por ley evitan aproximadamente un 25 % de consumo de energía primaria, el High Combi evita el 60 % del mismo.

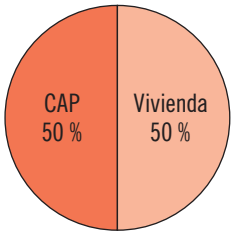
Demanda de energía del sistema



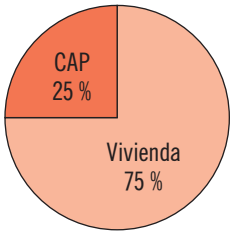
Demanda de calefacción, refrigeración y ACS

		Demanda	Servicio	Servicio con pérdidas
ACS	kWh	**49.103,12**	**49.103,12**	**52.044,17**
Calefacción	kWh	**35.349,70**	**35.349,70**	**35.349,70**
Local destinado a equipamientos	kWh	17.507,16	17.507,16	17.507,16
Viviendas para personas mayores	kWh	17.843,54	17.843,54	17.843,54
Refrigeración	kWh	**110.177,77**	**110.177,77**	**110.177,77**
Local destinado a equipamientos	kWh	82.794,69	82.794,69	82.794,69
Viviendas para personas mayores	kWh	27.382,03	27.382,03	27.382,03

Consumo calefacción



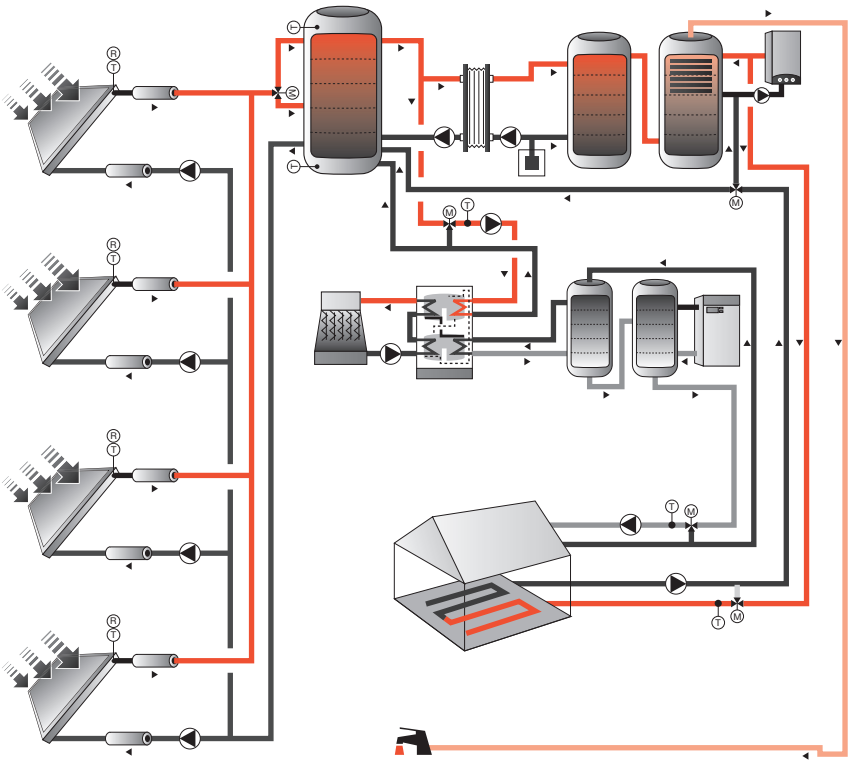
Consumo refrigeración



Aún así, el primer paso en el edificio Cibeles ha sido la optimización de demandas energéticas del edificio. Se han planteado varias opciones para mejorar el edificio, como el incremento de los aislamientos, las fachadas acristaladas ventiladas y la instalación de recuperadores de calor. Con esto, la situación de partida del edificio Cibeles ya se encontraba por debajo de los edificios tipo.

El sistema de energía solar térmica, formado por un campo de captadores de vacío y un acumulador de inercia de calor funciona siempre que haya disponibilidad de energía solar, acumulando la energía producida y solucionando así el desfase entre la producción y los diferentes consumos.

El acumulador de inercia de calor presta servicio a la máquina de absorción, que, a su vez, trabaja sobre un pequeño acumulador tampón de frío. Asimismo, el acumulador de inercia de calor almacena la energía para la calefacción del edificio así como para la producción de ACS. La máquina enfriadora eléctrica dispone de un acumulador tampón que, en serie con la máquina de absorción, da servicio al sistema de refrigeración. El sistema auxiliar de calor, formado por un conjunto de calderas de alta eficiencia conectadas en serie, dan el servicio resultante a calefacción y ACS.



Subsistemas del High Combi: producción de energía solar térmica, de refrigeración por absorción, de preparación y acumulación de ACS, auxiliar de producción de calor, de producción de frío, de distribución de ACS, de distribución de climatización, de ventilación y, de regulación y control.

Resumen del comportamiento energético por subsistemas y demandas

Contribución		Solar térmica	Calderas	Enfriadora	Total generado
ACS	kWh	49.487,18	2.556,99	—	52.044,17
	%	95%	5%	0%	
Calefacción	kWh	11.663,63	23.686,07	—	35.349,70
	%	33%	67%	0%	
Refrigeración	kWh	60.417,92	—	49.759,85	110.177,77
	%	55%	0%	45%	
Consumo High Combi					
Total energía final producida	kWh	121.568,73	26.243,06	49.759,85	197.571,64
Consumo energía	kWh	—	25.233,71	13.198,90	38.432,61
Rendimiento	%	—	104%	377%	101%
Consumo energía primaria High Combi		0	26.495,40	39.596,70	66.092,09
Consumos sistema de referencia					
Consumo energía caso de referencia			84.032,57	29.224,87	
Consumo energía primaria caso referencia			88.234,20	87.674,72	175.908,92
Fracción solar					**62%**

Subsistemas del High Combi:

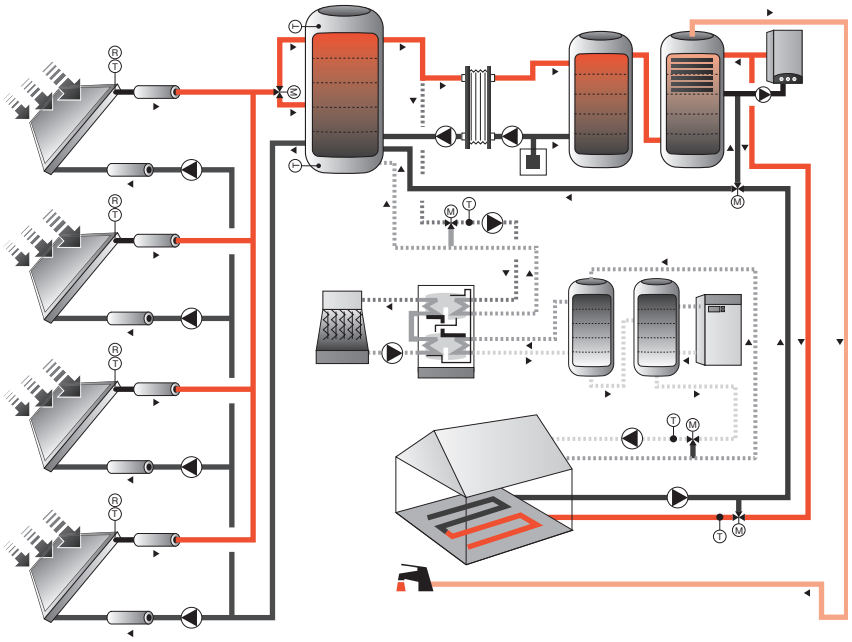
- Sistema de producción de energía solar térmica.
- Sistema de refrigeración por absorción.
- Sistema de preparación y acumulación de ACS.
- Sistema auxiliar de producción de calor.
- Sistema auxiliar de producción de frío.
- Sistema de distribución de ACS.
- Sistema de distribución de climatización.
- Sistema de ventilación.
- Sistema de regulación y control.

Todos los elementos que conforman el sistema se encuentran integrados en un diseño que busca la máxima eficiencia en la operación de cada uno de ellos y del conjunto, persiguiendo el mejor rendimiento energético y económico de la operación. El funcionamiento de la solución adoptada es el siguiente:

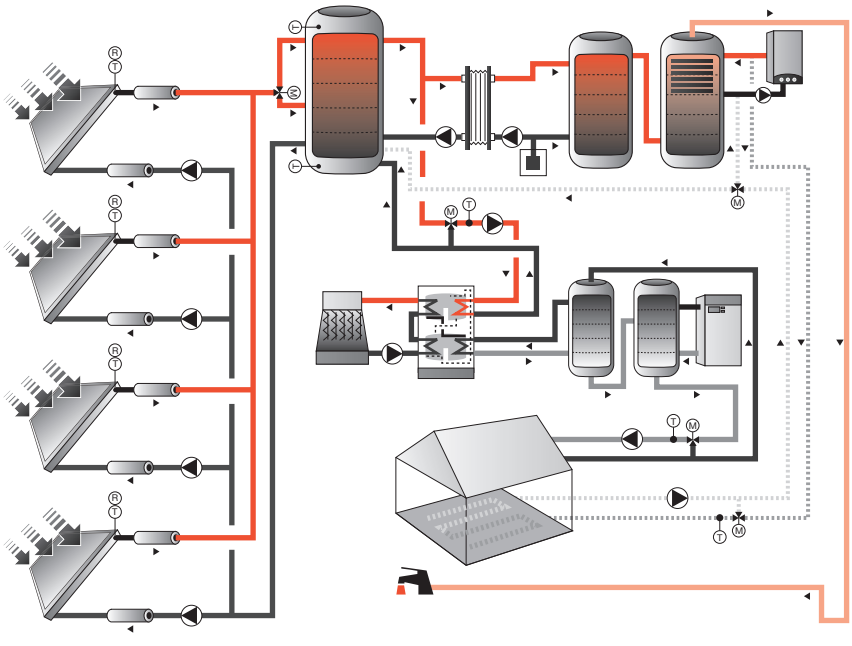
- Durante los meses de invierno, en los que el sistema demanda calor para calefacción y para ACS, el sistema solar térmico provee de calor, que se acumula en el acumulador de inercia para después aprovecharlo para los servicios de ACS y calefacción con la ayuda de las calderas de alta eficiencia.

- Durante los meses de verano, cuando no hay demanda de calefacción pero sí de ACS y la demanda de refrigeración es muy importante, el sistema solar térmico sigue aportando energía solar térmica al acumulador de inercia, que a su vez alimenta a la máquina de absorción y al acumulador de ACS. La enfriadora, en serie a la aportación de la máquina de absorción, da servicio a la refrigeración.

- Durante los meses en los que hay demanda simultánea, el sistema puede abastecer tanto a la calefacción, al ACS como a la refrigeración. Cuando no hay demanda de calefacción o refrigeración, el sistema solar térmico abastece al ACS, gestionando el excedente con la evaporación del fluido caloportador del primario.



Esquema general del sistema en modo invierno.

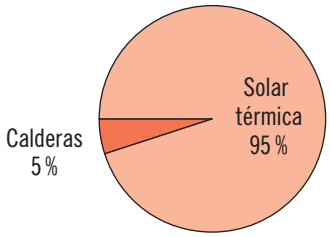


Esquema general del sistema en modo verano.

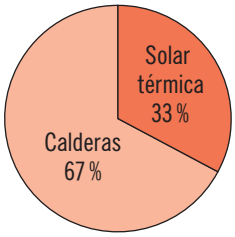
Comportamiento energético del sistema

A continuación se presentan los balances de generación del sistema optimizado proyectado (gráficos adjuntos):

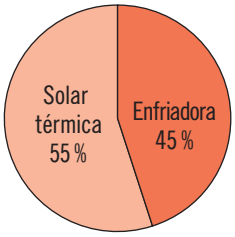
Aportación a ACS



Aportación a calefacción



Aportación a refrigeración



Programa arquitectónico y urbanístico

El acceso principal del edificio está situado en la planta baja y se trata de un porche que distribuye a la gente según se dirijan al CAP, al aparcamiento o a las viviendas.

En planta baja, altillo, primera y primer sótano se desarrolla el programa del CAP. El acceso al aparcamiento se sitúa en un extremo de la fachada de la calle Córcega y pasa por la planta −1 (CAP) para desembocar en la −2 directamente y seguir hasta la −4.

El programa de vivienda consta de cuatro plantas, de la segunda a la quinta. Hay ocho viviendas por planta, repartidas cuatro en la fachada de delante (calle Córcega) y cuatro en la fachada posterior (pasaje Ròmul Bosch). En el medio, espacios comunes y un hueco comunica las diferentes plantas de la vivienda con un gran espacio central. Un lucernario en el extremo de los espacios comunes permite la ventilación cruzada de las viviendas y del espacio común, así como la iluminación de los espacios comunes en todas las plantas.

Las viviendas son de aproximadamente 40 m^2. Se accede por la cocina/comedor y en la fachada hay una terraza corrida del ancho de la vivienda, limitada en los dos extremos por dos espacios-armarios que contienen la lavadora y un tendedero. A parte de esta terraza base, cada vivienda cuenta con un balcón que sobresale de la alineación de la fachada. Estos balcones van cambiando de posición y ofrecen variabilidad a la fachada.

Por otro lado, aunque la licencia se solicitó antes de la obligatoriedad del cumplimento de la NB-HR de control acústico, se consideró necesario incluir este requerimiento en el encargo. Para facilitar esta tarea y asegurar el resultado final, se contrató una auditoría de la fase de proyecto, ejecución y obra acabada con la empresa Audiotec que finalizará su tarea certificando acústicamente el edificio.

Detalles constructivos: materiales

La estructura es de hormigón con forjado de losas macizas, cubierta ventilada y acabado de grava, pavimentos de gres y terrazo. Arrimaderos de trespa en el CAP. Espacios comunes de las viviendas en DM pintado o roble. Red separativa de aguas pluviales y residuales con tubos de polipropileno.

La climatización se resuelve por suelo radiante en las viviendas y por aire en las plantas del CAP.

Las fachadas se plantean según la orientación (pasaje o calle Córcega) y colocación interior o exterior, y según sea zona de viviendas o CAP, de forma que se utilizan paneles de hormigón prefabricado arquitectónico, GRC con trasdosado interior o paneles Aquapanel o chapa minionda trasdosada con paneles de cartón yeso.

Los cierres interiores son de tabique en seco, excepto espacios concretos (aparcamiento, etc.).

2.4. La energía geotérmica: intercambio de frío y calor con el subsuelo

El caso de Can Fabra

La promoción de 80 viviendas dotacionales en una nave de la antigua fábrica Fabra i Coats incorpora un sistema de geotermia. Este sistema de climatización junto con otras medidas de eficiencia energética permitirán reducir el consumo energético del edificio en un 75 %.

CAN FABRA

Proyecto: Rehabilitación y construcción de 80 viviendas en la antigua fábrica de Fabra i Coats (C/ Parellada, 7-13)

Certificación energética: *A*

Arquitectos: José Miguel Roldán Andrade, Mercè Berengué Iglesias y Roldán + Berengué

Dirección Ejecutiva: Pendiente

Colaboradores: Vicenç Sanz y Montsant Permiquel

Superficie: 5.499,57 m^2

Calendario de la obra: En proyecto

FICHA TÉCNICA

La energía de la Tierra: energía geotérmica

La utilización de un sistema de energía geotérmica consiste en utilizar la energía calorífica contenida en la corteza terrestre, que almacena una parte de la energía provinente del sol durante las horas de insolación, pudiendo considerar el subsuelo, a pequeñas profundidades, como una fuente de calor/frío totalmente renovable e inagotable.

Cuanto mayor sea la profundidad a la que se tome la temperatura, menos fluctuaciones se observarán. En España, a una profundidad superior a los 5 m, la temperatura media del suelo, independientemente de la estación del año o de las condiciones meteorológicas, es de unos 15 °C. Entre los 15 y los 20 m sube a 17 °C. Gracias a la diferencia de temperatura entre el ambiente y el terreno (en invierno el suelo está más caliente que el ambiente y en verano al contrario) se puede climatizar un edificio con la ayuda de una bomba de calor.

Los intercambiadores de calor enterrados son una parte esencial del sistema. Están construidos por una tubería plástica (generalmente de polietileno, hormigón, acero, etc.) de alta resistencia y durabilidad, que se entierra a una cierta profundidad (de 1,5 m en el sistema horizontal a 150 m en el sistema vertical). El líquido habitual es agua o una solución anticongelante que circula por la tubería en un circuito cerrado, transportando el calor a la bomba de calor en invierno y al suelo en verano.

La eficiencia del sistema, medida según el coeficiente de eficiencia COP *(Coefficient of Performance)* es muy elevada. En el caso de la geotermia, el COP varía entre el 4 y el 6, con lo que supera a las bombas de calor más eficientes aire-aire (con 2-3). De este modo, por cada unidad de energía que usa el sistema, se obtienen 4 o más unidades de energía en forma de calor o frío. Cuando el sistema calienta hay que aportar una cuarta parte de la energía calorífica que se obtiene (400 % de rendimiento) y cuando se enfría sólo una quinta parte (500 % de rendimiento).

El ahorro energético que se consigue con este tipo de solución va del 40-60 % (comparado con un sistema de bomba de calor agua-aire o aire-agua), 60 % (comparado con un sistema de gas natural) y 75 % (comparado con sistemas de radiadores eléctricos).

El ahorro energético que se consigue con este tipo de solución va del 40-60 % (comparado con un sistema de bomba de calor agua-aire o aire-agua), 60 % (comparado con un sistema de gas natural) y 75 % (comparado con sistemas de radiadores eléctricos).

Otros beneficios de la geotermia son la maximización de la vida útil de la instalación, el escaso mantenimiento y operación, la elevada fiabilidad sin variaciones de suministro ni limitaciones de ningún tipo, la disminución de ruidos y la eliminación total del riesgo de legionelosis.

Estado actual. Fachada interior del recinto.

La amortización de la instalación ronda los 5-15 años debido a los costes de perforación. A pesar de este dato, existen muchas subvenciones. En este sentido, gracias a la Directiva 2009/28/CE referente al fomento del uso de energía proveniente de fuentes renovables, así como el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2012, se estima que la potencia instalada puede evolucionar en los próximos años. El IDAE (Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía, del Ministerio de Industria del Gobierno Español) estima que para el 2012 la demanda energética aproximada del sector de la edificación sea de 23,6 Mtep (millones de toneladas equivalente de petróleo), con un consumo térmico (calefacción + ACS + aire acondicionado) de 15,6 Mtep (66 % del total); los impactos sobre el sistema energético nacional de una capacidad instalada de 1.000 MWt implicaría un ahorro energético y una producción renovable térmica de aproximadamente 100 ktep y un ahorro de emisiones de 300 $ktCO_2$.

De cara al futuro, la geotermia deberá afrontar varios retos tecnológicos como:

— Reducción de los costes de ejecución de los circuitos.

— Mejora de los métodos de evaluación e incremento de la productividad de los sondeos y campos de sondeo, y de los sistemas de intercambio con el terreno.

— Aumento de la eficiencia de los equipos.

— Desarrollo de sistemas emisores de baja temperatura.

— Desarrollo de sistemas de rehabilitación de viviendas que permitan la evolución de los conjuntos de caldera individual-radiador de alta temperatura.

— Estandarización de los sistemas geotérmicos en la edificación, especialmente los híbridos de calefacción geotérmica con generación solar y los que combinan calefacción y refrigeración.

Can Fabra

Rehabilitación y construcción de 80 viviendas con geotermia

La promoción de Fabra i Coats nace con la compra por parte del Ayuntamiento de Barcelona del antiguo conjunto de edificios (seis en total) dedicados al textil, que formaban el complejo industrial Fabra i Coats para transformarlos en un conjunto de equipamientos, zona verde y vivienda dotacional para el barrio, garantizando la preservación y consolidación de las seis edificaciones catalogadas («mantenimiento, conservación y restauración de la volumetría original del edificio y estructura física del edificio —fachadas y cubierta— de las distintas naves que componen el conjunto fabril, y concretamente 6 edificios de las antiguas fábricas del complejo industrial, junto con el antiguo vapor, la chimenea y la sala de bombeo»).

La antigua fábrica de Fabra i Coats configura un gran espacio cerrado de 31.640 m^2, situado justo en el centro del barrio de Sant Andreu (entre las calles Gran de Sant Andreu, Sant Adrià, Segre, Parellada y Ramon Batlle).

Eficiencia energética: la geotermia

Esta promoción de viviendas cuenta con un sistema de geotermia, además de varias medidas de eficiencia energética, que han permitido obtener una clase de eficiencia energética *A*, ya que trabaja con una reducción de emisiones de CO_2 como consecuencia de un menor consumo de energía, que llega al 75 %.

Esta reducción se consigue gracias a la obtención de la energía por medio de un sistema de geotermia, el uso de bombas de alto rendimiento, un control de la ventilación mecánica a nivel comunitario que permite ahorrar más de un 50 % de las renovaciones necesarias, un buen aislamiento, el aprovechamiento de la iluminación natural y la eficiencia en el uso de la artificial.

Imagen proyecto. Módulo tipo de actuación en fachada.

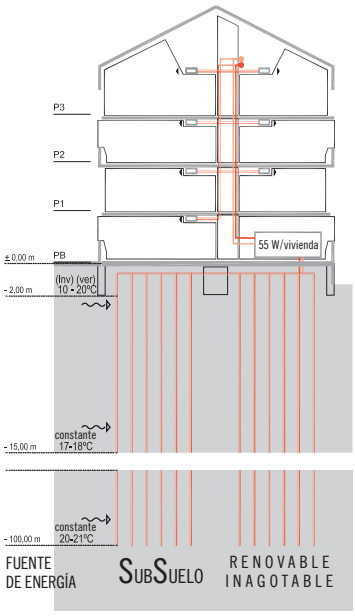
La extracción de la energía del subsuelo se realiza mediante perforaciones a profundidades de hasta 100 metros. El intercambio térmico obtenido es aprovechado por una bomba de calor geotérmica para transferir la energía del subsuelo a la vivienda a calentar o refrigerar, pudiendo obtener temperaturas de hasta 60 °C.

Se ha optado por este sistema porque en este proyecto el objetivo era utilizar un sistema que asegurara el abastecimiento de energía térmica a cada vivienda sin que el edificio original sufriera alteraciones en cuanto a su factura original. El hecho de escoger un sistema de calentamiento mediante quemadores de gas obligaba a resolver los requerimientos del CTE y el Decreto de Ecoeficiencia de la Generalitat de Catalunya en la parte de aportación de energía solar térmica al agua caliente sanitaria, lo que en este caso resultaba difícil por la tipología de las cubiertas del edificio.

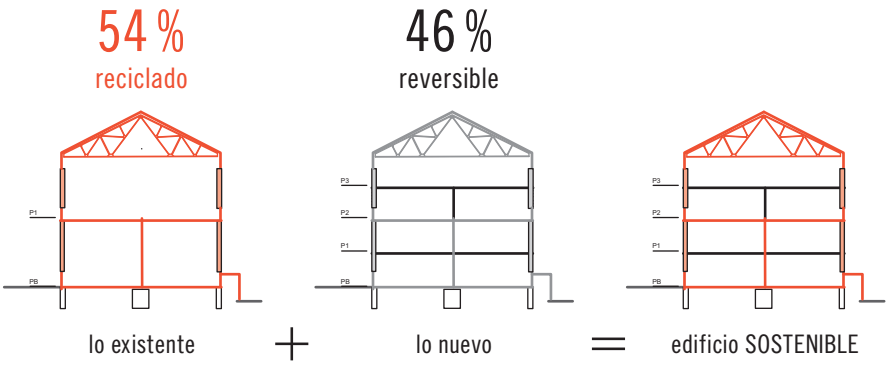
La aplicación de la energía geotérmica de baja entalpía, al tratarse de una energía renovable, permite asegurar el abastecimiento del agua caliente sanitaria respetando los criterios de sostenibilidad y eficiencia energética marcados en la normativa actual.

Respecto a las bombas de calor, son reversibles (en verano pueden absorber el calor del interior de la vivienda y entregarlo al subsuelo), por lo que suponen una solución integral cuando quiere obtenerse calefacción y refrigeración, además de agua caliente sanitaria. La ciudad de Barcelona tiene un periodo de verano en el que las altas temperaturas y la humedad relativa hacen cada vez más necesario un sistema de refrigeración de la vivienda. Si en este caso se hubiera contemplado sólo el calentamiento en invierno, el riesgo de ver aparecer compresores de aire acondicionado en los balcones o ventanas sería evidente, echando a perder el respeto del edificio original, siempre presente en el desarrollo del proyecto de arquitectura.

De este modo, cada vivienda dispondrá de su propia bomba de calor geotérmica, situada en el techo. Este equipo genera directamente aire caliente o frío, que se distribuye mediante conductos en cada una de las áreas a climatizar, a la vez que acumula el agua caliente sanitaria en un depósito de 80 litros de capacidad. Esto significa que estamos hablando de una instalación individualizada, en la que sólo hay una parte común, que es el intercambiador geotérmico, situado en el



Esquema geotermia.



El **54 %** del volumen edificado es **existente y reciclado**
El **46 %** del volumen edificado es **nuevo y reversible**

subsuelo del edificio. El único gasto energético que habrá que repartir entre todos los usuarios será el consumo de la bomba recirculadora de agua entre el subsuelo y cada una de las bombas geotérmicas, menos de 55 W de potencia por vivienda.

Con esta aplicación individualizada se consigue que no sea necesaria una gestión energética del edificio, ya que cada usuario pagará su propio gasto de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria directamente a la compañía proveedora.

La eficiencia energética de este sistema de climatización o relación entre la energía consumida y la energía entregada utilizando como fuente de calor el subsuelo es altamente favorable, llegándose a rendimientos energéticos superiores al 400 % (es decir, que la energía entregada es superior a 4 veces la energía consumida), lo que significa un ahorro en términos energéticos del orden del 75 %.

La eficiencia energética de este sistema de climatización o relación entre la energía consumida y la energía entregada utilizando como fuente de calor el subsuelo es altamente favorable, llegándose a rendimientos energéticos superiores al 400 %.

Por otro lado, el comportamiento energético del edificio se ha trabajado a través de medidas de eficiencia energética en varios componentes del edificio:

— El tratamiento de los cierres, cubierta, puentes térmicos están muy por debajo de los valores límite: la transmitancia de los muros del proyecto obtienen una U = 0,29 W/m²K, cuando el CTE pide valores para nuestro caso de 0,73 W/m²K. Y en las partes acristaladas tenemos U = 1,5 W/m²K cuando el CTE pide para nuestro caso 2,6-3 W/m²K. Evitan ganancias y pérdidas energéticas.

— Ventilación controlada con sensores de CO_2 y recuperadores de calor en la bajocubierta, con el fin de ajustar al máximo la demanda energética de renovaciones/hora y ahorrar más de un 50 % de las renovaciones necesarias.

— Control lumínico a través de sensores de presencia y células fotoeléctricas.

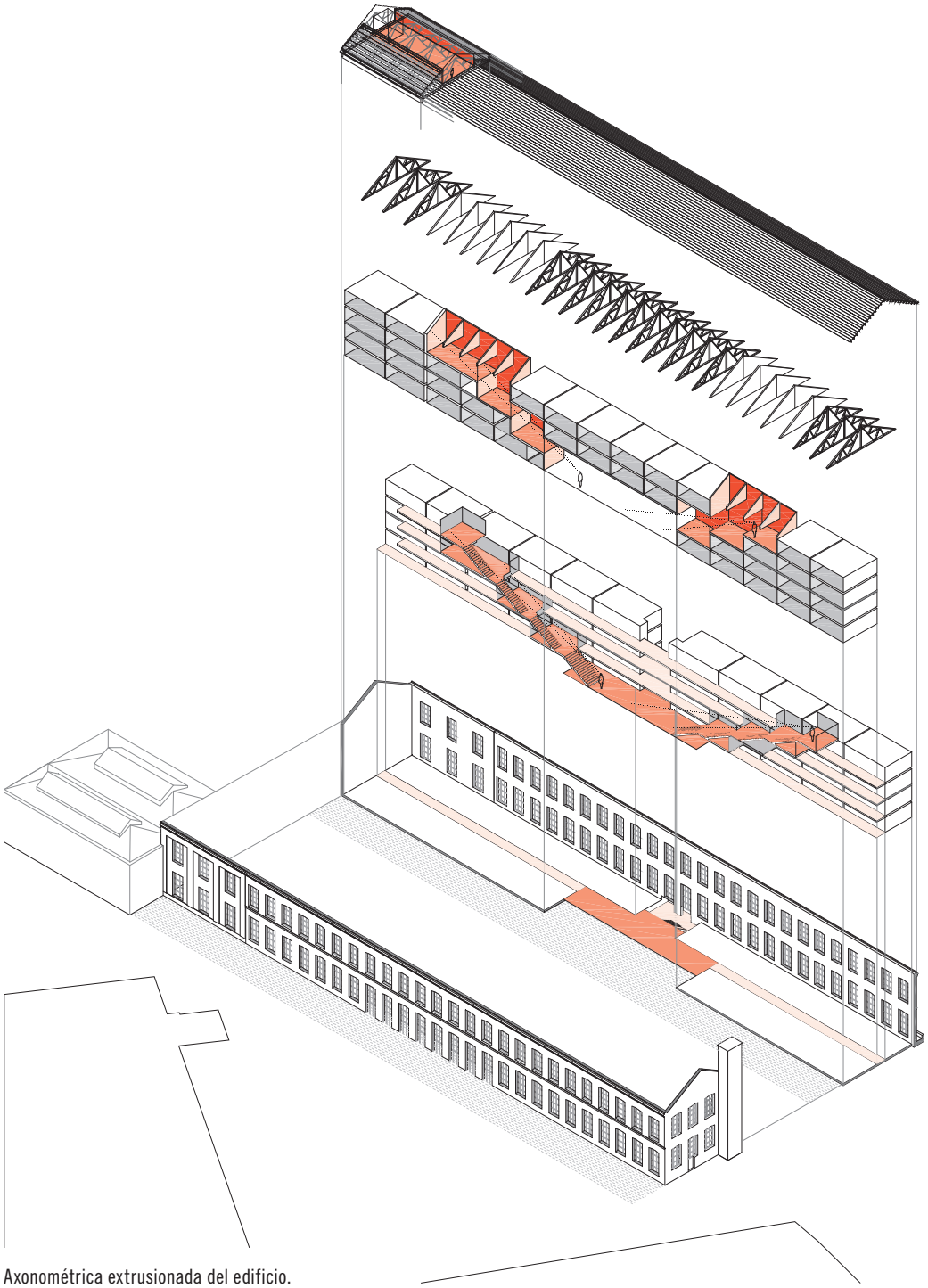
Como ya se ha comentado, el análisis del comportamiento energético del edificio da como resultado una clasificación *A*, siguiendo los procedimientos indicados por los programas Lider (propio del CTE) y Calener (Certificación Energética de Edificios).

En la previsión del ciclo de vida del edificio, y siguiendo en la misma línea, se trabajará al máximo con materiales reciclados, materiales con un bajo coste energético, con aislamientos no proyectados y elementos de base ecológica como pinturas no sintéticas.

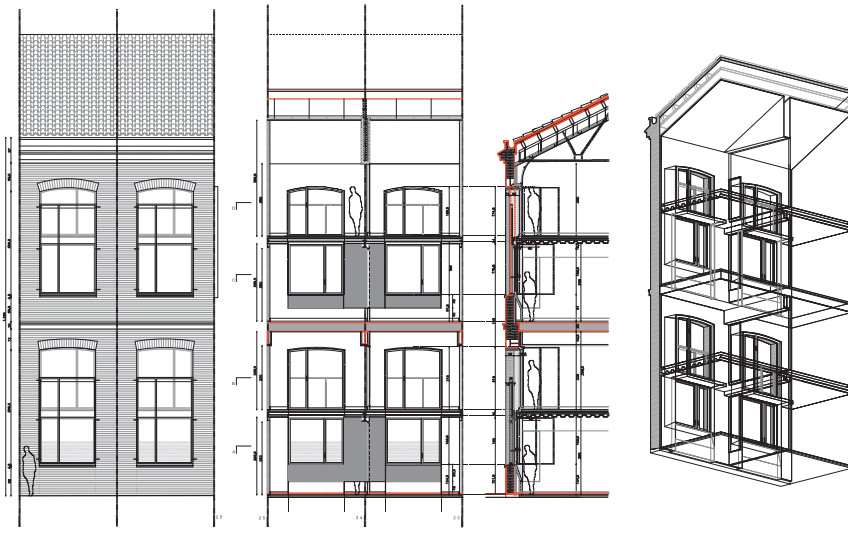
Programa arquitectónico y urbanístico

El edificio proyectado para 80 viviendas se ubica en una parcela de 1.628,64 m², con una superficie ocupada del 90,7 % (1.478,32 m²). El programa de usos es 100 % residencial con un 72 % para vivienda y un 28 % para espacios comunes y salas polivalentes con 80 plazas de bicicleta previstas.

El proyecto de 80 viviendas en una nave de la antigua fábrica de Fabra i Coats de Barcelona se incluye dentro de la operación urbana de recuperación para la ciudad de un complejo téxtil del siglo XIX, aportando al barrio de Sant Andreu más de 28.000 m² de equipamientos y vivienda dotacional.



Axonométrica extrusionada del edificio.

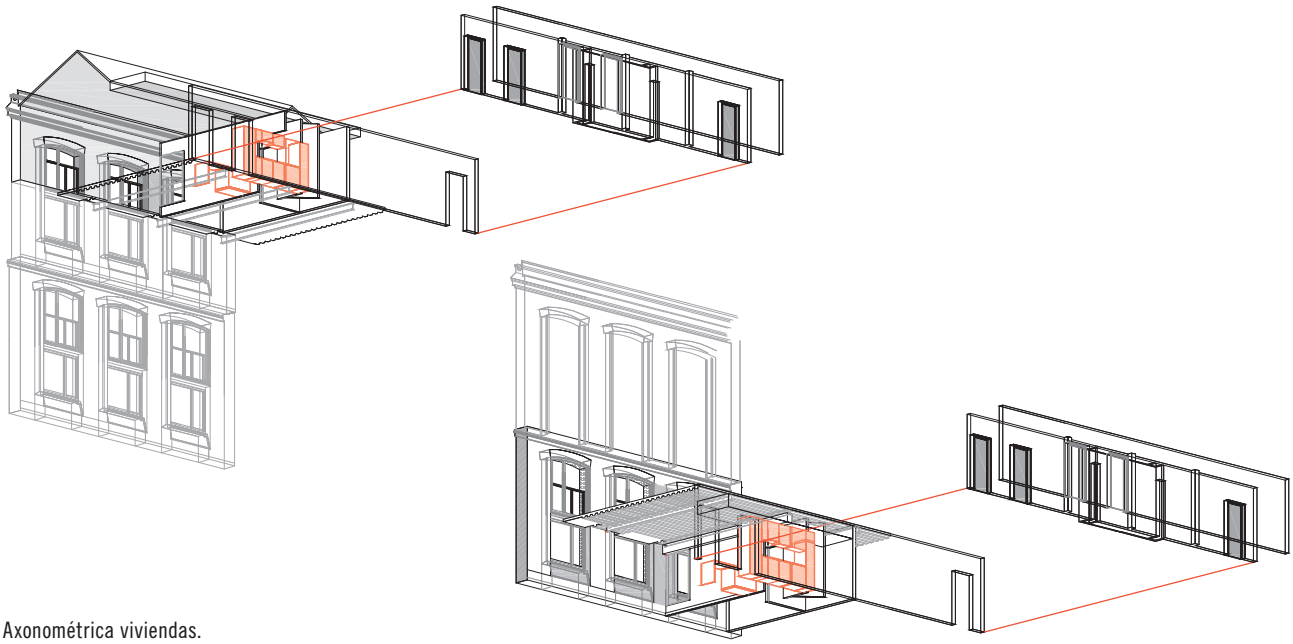


Detalle de la fachada.

La intervención del estudio Roldán + Berengué consiste en vaciar una nave de 100 × 15 m del complejo para volver a llenarla con 80 viviendas para jóvenes. La naturaleza repetitiva que impone el programa de vivienda hace que los espacios comunes sean los protagonistas. Éstos, escaleras y salas, permiten que percibamos una volumetría interior entera, mediante un doble espacio que se desplaza en vertical. Además, conectan visualmente en diagonal desde el vestíbulo de planta baja hasta la armadura de cubierta. Materiales, acabados y texturas son los encargados de que en estos espacios reconozcamos también el carácter industrial de la nave.

Las unidades de vivienda se agrupan a partir de una calle interior por donde circulan todos los servicios. Según programa resultan unidades de superficie acotada y son los blancos y las texturas los encargados de jugar con la percepción del espacio.

La fecha prevista de finalización es 2011-2012.



Axonométrica viviendas.

2.5. Red de climatización de distrito: agua caliente y fría a partir de la energía de la planta de residuos del Besòs

Los casos de Roc Boronat y Sancho de Ávila

Las promociones de 95 viviendas de Roc Boronat y 68 de Sancho de Ávila cuentan con acceso al primer sistema de red urbana de calor y frío de España, el Districlima. Este sistema, que supondrá un 20 % de ahorro en el consumo eléctrico y una reducción del 50 % de emisiones de CO_2, se basa en el aprovechamiento de vapor residual de la revalorización energética de residuos urbanos y la producción de frío mediante máquinas de absorción, enfriadas por agua de mar.

La climatización de distrito

Consiste en una red urbana de calor y frío o red centralizada de climatización (también denominada con el anglicismo *district or local heating and cooling system)*, es decir, un sistema centralizado de producción y distribución de energía térmica (frío y calor) en todo un barrio, distrito o municipio. Sirve para abastecer a varios edificios o centros de consumo de toda la energía térmica, generalmente en forma del agua necesaria para su climatización, generando esa energía en una instalación centralizada llamada central de producción. Los edificios a suministrar se conectan a la red mediante una serie de redes de distribución de fluidos térmicos controladas y reguladas desde la central. La energía utilizada procede normalmente de residuos sólidos urbanos, biomasa o gas, con equipos de alto rendimiento.

La red de distribución discurre por las calles de la ciudad, enterrada o bien por galerías de servicio. Está formada habitualmente por cuatro tuberías paralelas, dos para el agua caliente y dos para el agua fría, que son transportadas desde la central hasta las subestaciones o puntos de intercambio de energía en los edificios adscritos. Las subestaciones substituyen a las habituales salas de calderas o máquinas y están formadas por intercambiadores.

La red funciona según el principio de caudal variable (bombeo en función de la demanda térmica) y volumen constante (el agua circula por un circuito cerrado). La composición de los tubos consta de tres capas: un tubo de acero para el transporte del fluido, una capa aislante a base de espuma de poliuretano rígido y un revestimiento exterior de polietileno de alta densidad.

Otros elementos del sistema son los puntos fijos para el control de dilataciones, válvulas de seccionamiento preaisladas, purgadores de aire en puntos altos, puntos de descarga o vaciado en puntos bajos, elementos de dilatación, derivaciones para acometidas, arquetas, etc.

Otra ventaja de los sistemas de climatización centralizados y de generación local es la acumulación de calor y frío. Su utilidad es doble, ya que disminuye la potencia instalada a la vez que permite un funcionamiento continuo de los equipos, sin variaciones repentinas y en régimen de rendimientos óptimos. Esto implica unos consumos más ajustados, una eficiencia media más alta y una vida útil de los equipos más larga. La dificultad está en el hecho de que, a menudo, la acumulación necesita grandes volúmenes de almacenaje que deben ubicarse en el entorno urbano, que ya tiene muchas restricciones de espacio disponible para infraestructuras de servicios.

Por supuesto, con la red de climatización de distrito se reducen los gases de efecto invernadero y las pérdidas de refrigerante en la atmósfera, en relación con los sistemas convencionales. Por otro lado, disminuyen los ruidos y las vibraciones en los edificios conectados a este tipo de sistemas y el impacto visual en cubiertas

ROC BORONAT

Proyecto: Edificio de 95 viviendas, local comercial y 84 plazas de aparcamiento en la calle Roc Boronat del 22@

Certificación energética: *A* (anterior a la vigencia del Código Técnico de Edificación)

Arquitectos: Arquitectos J. Sabaté, H. Espeche; Arquitecta Coord. N. Ayza; Equipo A. Ferrer, T. Ricciardi, D. Soler, L. Fonseca, P. Gaudio, M. Garrido

Dirección Ejecutiva: G3

Consultores de instalaciones: Oriol Vidal Ingeniería S.L.

Superficie: 12.297,74 m^2

Calendario de la obra: En construcción. Inicio obra: julio 2009

FICHA TÉCNICA

SANCHO DE ÁVILA

Proyecto: 68 viviendas y aparcamientos en C/ Sancho de Ávila

Certificación energética: Pendiente

Arquitectos: BAAS. Jordi Badia

Dirección Ejecutiva: Salvador Arisa

Colaboradores: Victoria Llinares (jefe de proyecto), Eva Damià y Nicola Rigoli

Instalaciones: AIA. Placas solares: Ferran Torres

Superficie: 14.968,86 m^2

Calendario de la obra: Condicionado a la 1.ª fase (aparcamiento)

FICHA TÉCNICA

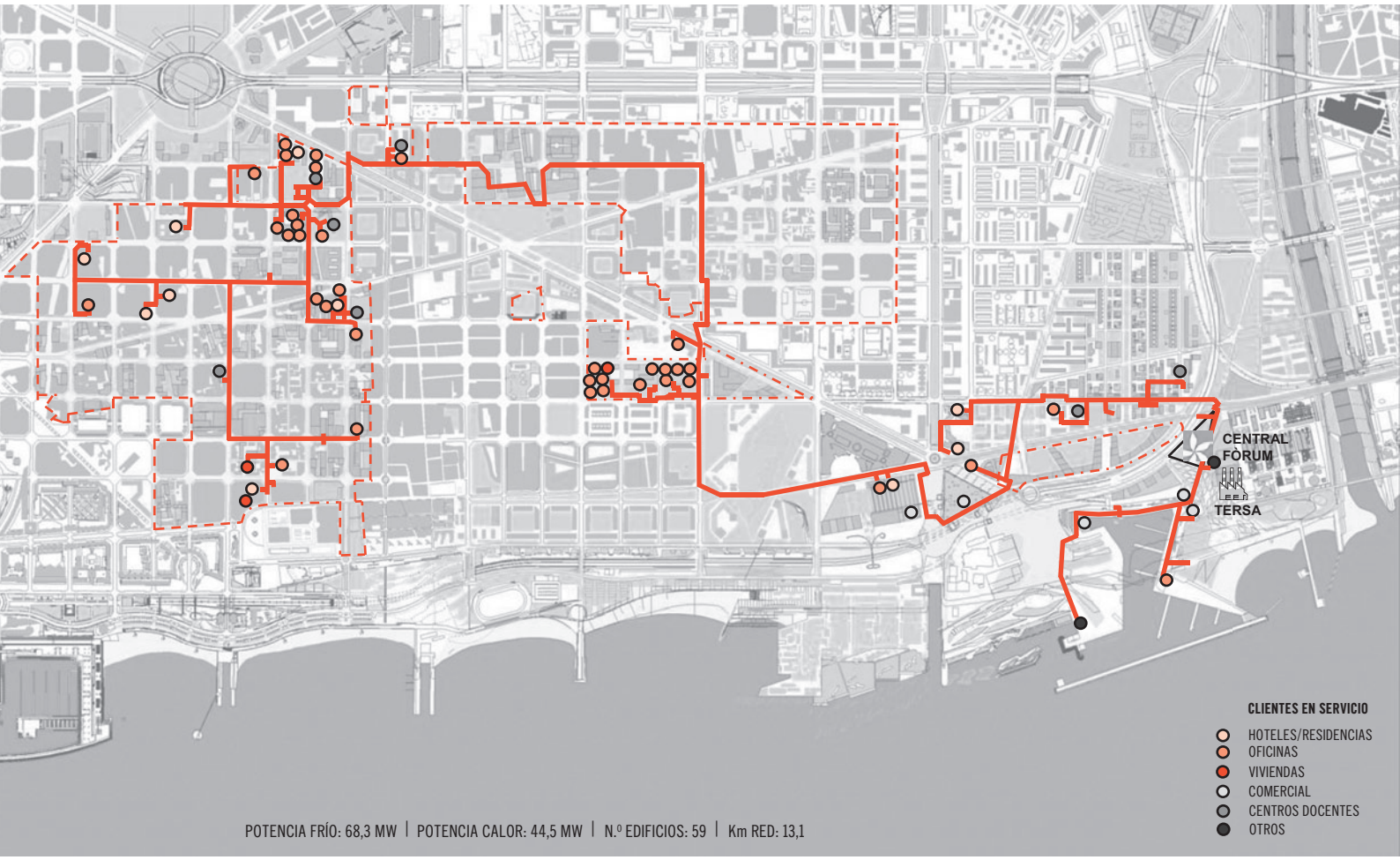
y fachadas es nulo. El espacio útil también aumenta, así como la seguridad, ya que no hay combustibles, almacén, distribución del gas hasta la vivienda ni, por supuesto, combustión.

Este sistema innovador se ha instalado en España en el distrito 22@ de Barcelona y en la Expoagua de Zaragoza.

El Districlima en Barcelona

El sistema de Districlima de Barcelona se basa en el aprovechamiento de vapor residual de la revalorización energética de residuos urbanos y la producción de frío mediante máquinas de absorción, enfriadas por agua de mar en la planta propiedad de la empresa TERSA.

Las promociones de Roc Boronat y Sancho de Ávila cuentan con acceso al primer sistema de red urbana de calor y frío de España, Districlima, empresa creada en Barcelona en 2002, participada por Cofely España SAU, Aguas de Barcelona, TERSA, ICAEN e IDAE. La central de producción está situada en el frente litoral del Besòs, en la zona del Fórum de las Culturas 2004. En 2005, tras la adjudicación de un concurso público, se inició la segunda etapa de extensión de la red en el distrito tecnológico del 22@ con una concesión de 27 años. De este modo, la red va extendiéndose según el desarrollo urbanístico y las necesidades de conexión de los nuevos usuarios.



El sistema de Districlima de Barcelona se basa en el aprovechamiento de vapor residual de la revalorización energética de residuos urbanos y la producción de frío mediante máquinas de absorción, enfriadas por agua de mar en la planta propiedad de la empresa TERSA. Una red de conductos suministra calor y frío al distrito, con un ahorro en consumo eléctrico del 20 % y del 50 % de emisiones de CO_2 comparado con instalaciones descentralizadas.

Esta cifra aproximada se basa en estudios exhaustivos que calculan un Coeficiente de Eficiencia Frigorífica *(Energy Efficiency Ratio-EER)* global de producción y distribución de 5,2 comparado con un EER de una producción descentralizada convencional, que está alrededor de 2,6. Para la producción y distribución de calor, el Coeficiente de Eficiencia Calorífica entre calor vendido y gas/electricidad consumidos es aún superior, de 11,7, ya que la fracción de gas natural en la producción de vapor por parte de TERSA es inferior al 0,5 % y sólo hay que contabilizar la energía eléctrica empleada para la distribución del calor.

El frío se produce con equipos de absorción, también alimentados por el calor residual, y con elementos de compresión de alta eficiencia, estando todos los equipos refrigerados con agua de mar. Con esta configuración del sistema de producción de calor y frío, se reduce el uso de energías fósiles a un mínimo, ya que sólo se emplean como sistemas auxiliares.

Así pues, la Central dispone de los siguientes elementos de producción de energía:

— Frío, con dos equipos de absorción de 4,5 MW c/u, un depósito de acumulación de agua fría de 5.000 m^3, dos enfriadores de 4 MW c/u y dos más de 7 MW c/u.

— Refrigeración, con tres intercambiadores de agua de mar/agua refrigeración máquinas de 12,5 MW c/u y una estación de captación de agua de mar de 5.000 m^3/h.

— Calor, con cuatro intercambiadores de vapor/agua de 5 MWh c/u y una caldera de gas de 20 MW *(backup* sólo en servicio si no hay disponibilidad de vapor).

Detalle de la fachada.

Roc Boronat

95 viviendas y locales comerciales con climatización de distrito

Las viviendas situadas en la calle Roc Boronat 102-104 son en derecho de superficie, un régimen de tenencia que el Ayuntamiento de Barcelona está impulsando con el objetivo de facilitar el acceso a las viviendas de protección oficial. Se trata de la primera promoción de viviendas del Patronato en este régimen que se conectará a la red de Districlima situada en el 22@ y que suministrará calor para el calentamiento del agua sanitaria y calefacción. También se dejará prevista la conexión a la red de agua fría para la producción de frío.

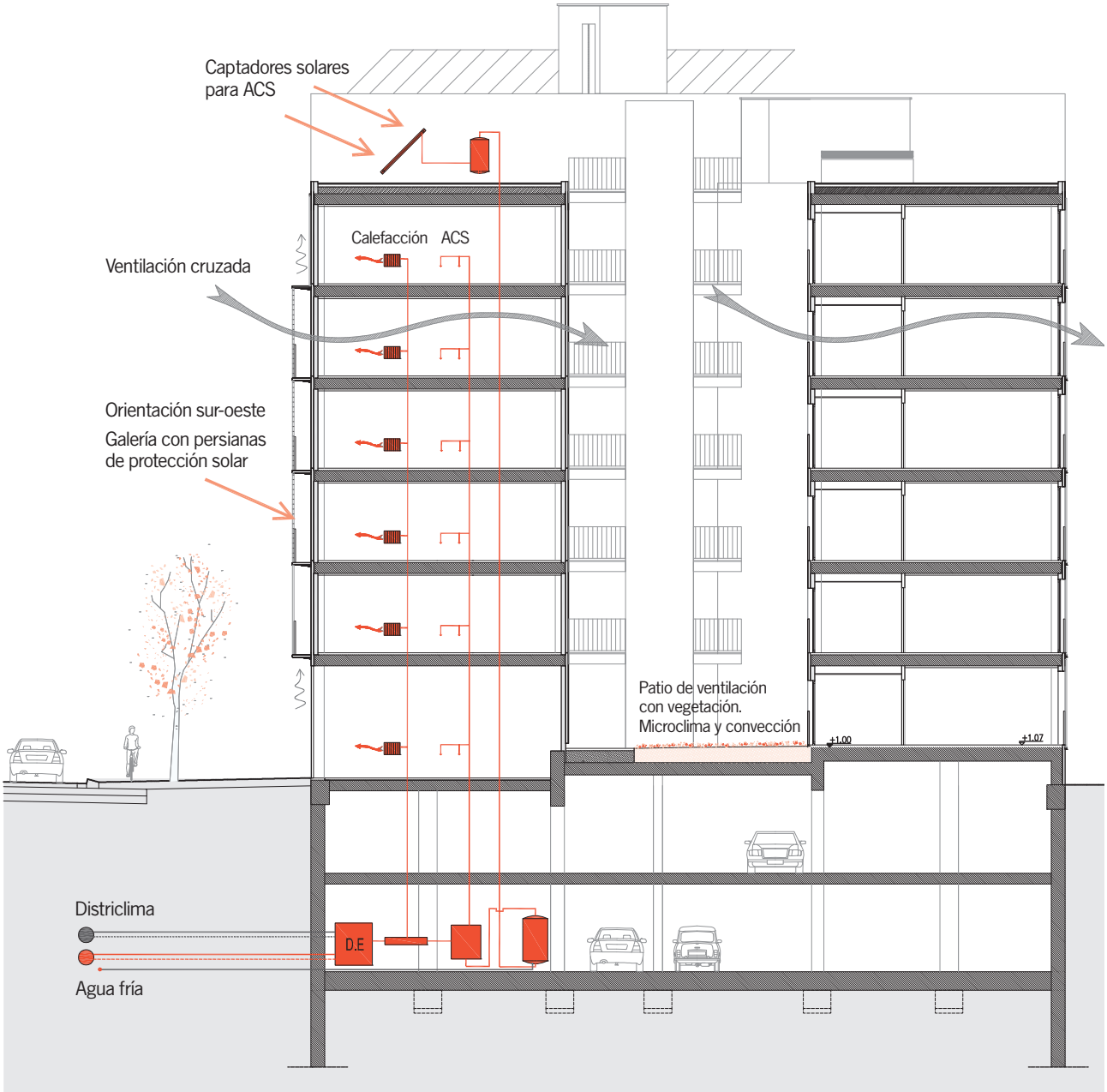
Alzado calle Roc Boronat.

Eficiencia energética: la climatización de distrito

Para reducir la demanda energética, la promoción de Roc Boronat cuenta con un grosor de aislamiento muy superior al exigido por las legislaciones vigentes, con minimización de los puentes térmicos, consiguiendo una transmitancia térmica de las fachadas inferior a 0,3 $W/m^2 \cdot K$.

Los cierres exteriores, de muro sandwich de cartón yeso y estructura galvanizada, se doblan exteriormente con una fachada ventilada que mejora el confort estival y garantiza unas condiciones higrotérmicas excepcionales (mejora del aislamiento, capacidad de inercia y permeabilidad al vapor de agua).

Las aberturas tienen protección solar a base de contraventanas correderas de lamas de madera que crean una segunda piel móvil según las necesidades y preferencias de los usuarios. En el lado de la calle, esta segunda piel se separa de la fachada creando pequeños balcones.



Esquema de los sistemas medioambientales del edificio.

Para el calentamiento del agua sanitaria, el edificio cuenta con una instalación de captadores solares térmicos en cubierta. Para calefacción y apoyo al calentamiento de agua sanitaria, el edificio está conectado a la red de Districlima.

Tanto el consumo de calefacción como el de agua caliente sanitaria de cada vivienda serán contabilizados y facturados en correspondencia a cada usuario.

Se han incorporado medidas para reducir los consumos de agua del edificio, como grifos monomando con un mecanismo economizador de agua y cisternas de los inodoros con mecanismos de doble descarga.

Se ha previsto la instalación para poder colocar lavavajillas y lavadora bitérmicos, que permiten utilizar el agua calentada con energía solar en lugar de calentarla mediante resistencias eléctricas incorporadas en los propios electrodomésticos.

La activación del alumbrado de las zonas comunes se realiza con detectores de presencia y los ascensores son de bajo consumo energético.

Programa arquitectónico y urbanístico

Adaptándose a un solar triangular, el edificio se conforma con un volumen único dispuesto a lo largo del perímetro, liberando el espacio interior para crear un patio que agrupa núcleos de comunicación vertical y da acceso a las viviendas. El volumen se agujerea en dos puntos, comunicando este patio con el exterior, ahuecándolo y configurando el acceso a la calle.

El programa, de unidades familiares de 2 ó 3 dormitorios, se dispone según una tipología de agregación lineal con la franja de servicios en la parte central, dando al patio o al pasillo de acceso, y las zonas de estar a la fachada principal. Disponer de un lado continuo para los espacios de vida facilita modificaciones de distribución con el tiempo, así como la agrupación de los espacios húmedos facilita el paso de instalaciones.

La estructura se dispone en el perímetro con un sistema prefabricado de forjados, que permite resolver la profundidad de los bloques lineales con una sola crujía, liberando los espacios interiores de elementos estructurales y permitiendo flexibilidad en la distribución interior.

La fachada está ventilada por medio de un muro ligero interior y una doble piel formada por las protecciones solares correderas de lamas de madera.

Detalles constructivos: materiales

El estudio de arquitectos SaAS, autor del proyecto, ha apostado por cerrar el ciclo de la materia incorporando carpinterías y protecciones solares de madera de producción certificada (ya que el uso de la madera almacena el CO_2 absorbido durante la fase de crecimiento vegetal, fijándolo en elementos del edificio). El acabado de la fachada se ha previsto con paneles de cemento reforzados con fibra de celulosa (por las materias primas y el proceso industrial requiere un menor consumo de energía que otros productos alternativos y es reciclable), además de usar pinturas al silicato en lugar de pintura plástica y conducciones de polipropileno en la instalación de agua y saneamiento, evitando el uso de PVC.

Se han considerado las mejoras aportadas por lo que respecta a garantía de calidad, viabilidad técnica y económica e impacto en el medio ambiente. Los criterios básicos han sido reducir el número de acciones e industriales implicados, limitar los revestimientos y las pinturas e incrementar los procesos industrializados.

Sancho de Ávila
68 viviendas y aparcamientos en el 22@ con climatización de distrito

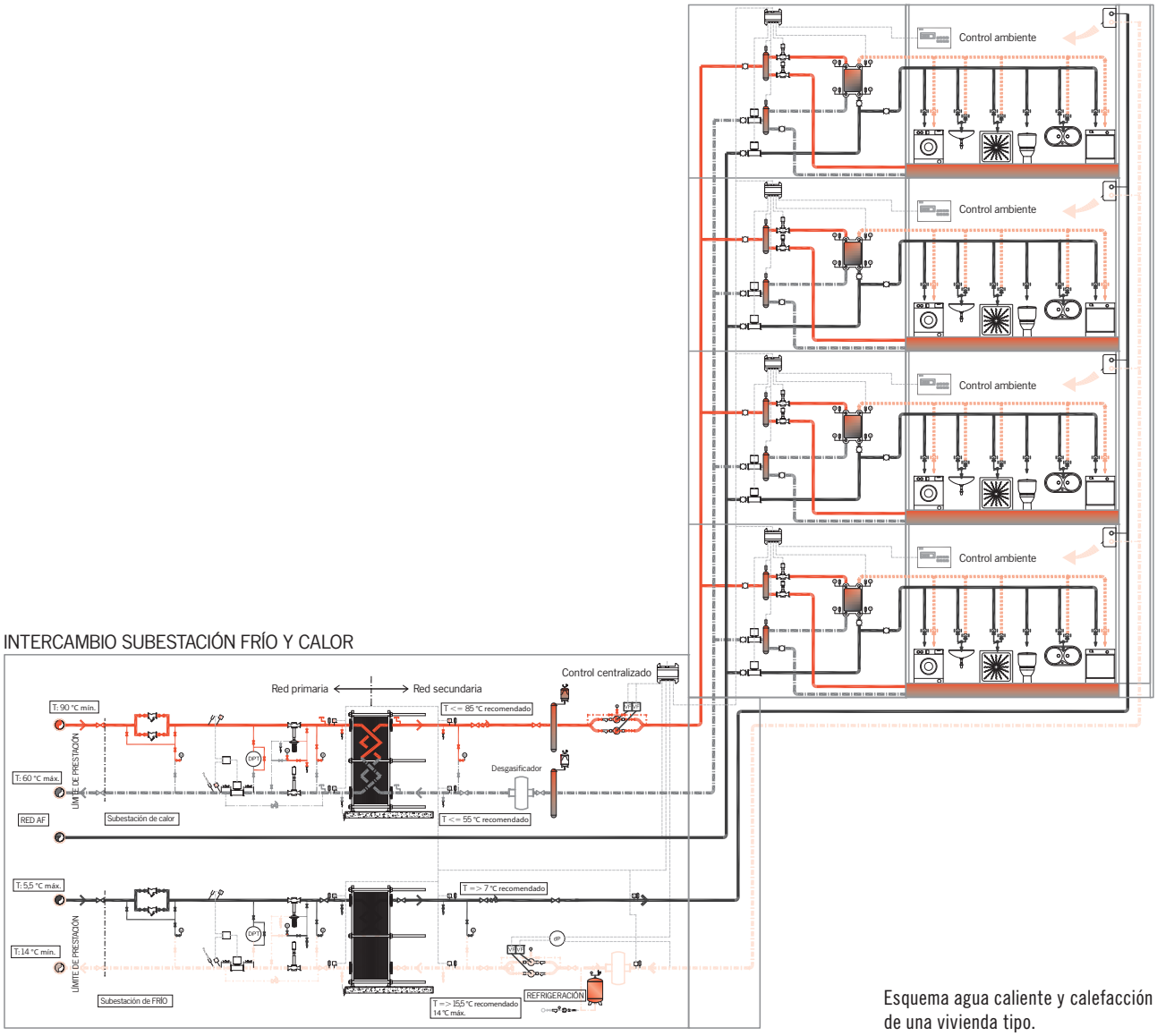
Alzado.

Eficiencia energética: la climatización de distrito

Como en Roc Boronat, en Sancho de Ávila se ha dispuesto la conexión al sistema de climatización Districlima, junto con un sistema de placas solares térmicas en cubierta.

La instalación de la maquinaria productora de frío/calor para el Districlima se realizará en los distintos espacios reservados al efecto, favoreciendo la accesibilidad y realizando sectorizaciones por plantas para garantizar un correcto funcionamiento de los equipos.

El sistema de gestión ajustará las temperaturas de la producción y la distribución para conseguir un ahorro máximo en los sistemas, mientras que las unidades de tratamiento dispondrán de control individualizado de forma que se garanticen las diferentes necesidades térmicas de los espacios y se consiga un ahorro energético máximo. Este sistema es el mismo que se ha utilizado en la promoción Roc Boronat.



Esquema agua caliente y calefacción de una vivienda tipo.

En general, todo el alumbrado dispondrá de luces de bajo consumo y de alto rendimiento, principalmente descarga, fluorescencia compacta o fluorescencia trifósforo. De esta forma, además de proporcionar la cantidad de luz necesaria en cada sala en función de su uso, se optimizará el consumo energético.

Programa arquitectónico y urbanístico

El edificio está situado en la parte interior de una isla destinada a viviendas dentro del complejo audiovisual del 22@ en el Poblenou de Barcelona.

A partir del volumen inicial propuesto para el planteamiento y manteniendo las dimensiones y sus gálibos, se propone un pequeño giro en los planos de las fachadas.

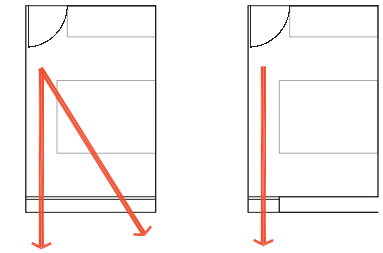
Al facetar el volumen se buscan relaciones con la altura de los edificios del entorno, consiguiendo, a partir de los cambios de luz reflejada, una pieza singular.

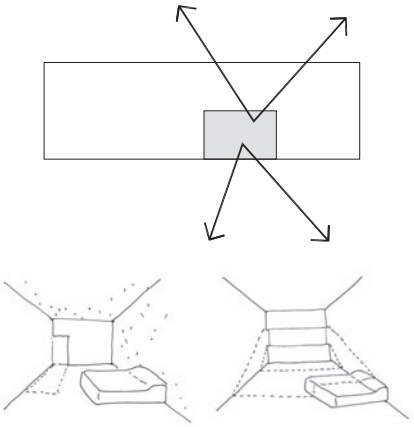
La planta baja está destinada a usos comerciales, perforada en algunos puntos para permitir el paso por debajo del edificio e integrarlo en el espacio público que lo rodea. En este punto aparecen unos planos de color que recorren el edificio marcando los núcleos de comunicación.

Las plantas superiores se distribuyen a partir de dos núcleos verticales con cuatro viviendas por rellano. Mediante un cuidadoso estudio de las tipologías e introduciendo pequeñas variaciones en cada una de ellas, se ha conseguido que todas las estancias principales estén situadas en la fachada, mejorando la ventilación y la iluminación natural de dormitorios y salas de estar.

En el núcleo central de la planta está la franja de baños y cocinas, con patios para garantizar la ventilación de los espacios húmedos, además de facilitar el

Vista general edificio.





Esquema de iluminación.

paso vertical de las instalaciones y reservar un espacio para tender la ropa. Con esta distribución en planta se garantiza la ventilación cruzada en las viviendas, favoreciendo la eficiencia energética.

En cuanto a las aberturas, se ha propuesto recuperar la ventana horizontal. Ésta recorre todo el perímetro edificado, permitiendo, puntualmente, visuales más abiertas y mejorando la calidad del espacio interior de las viviendas con mejor captación de luz natural en las estancias.

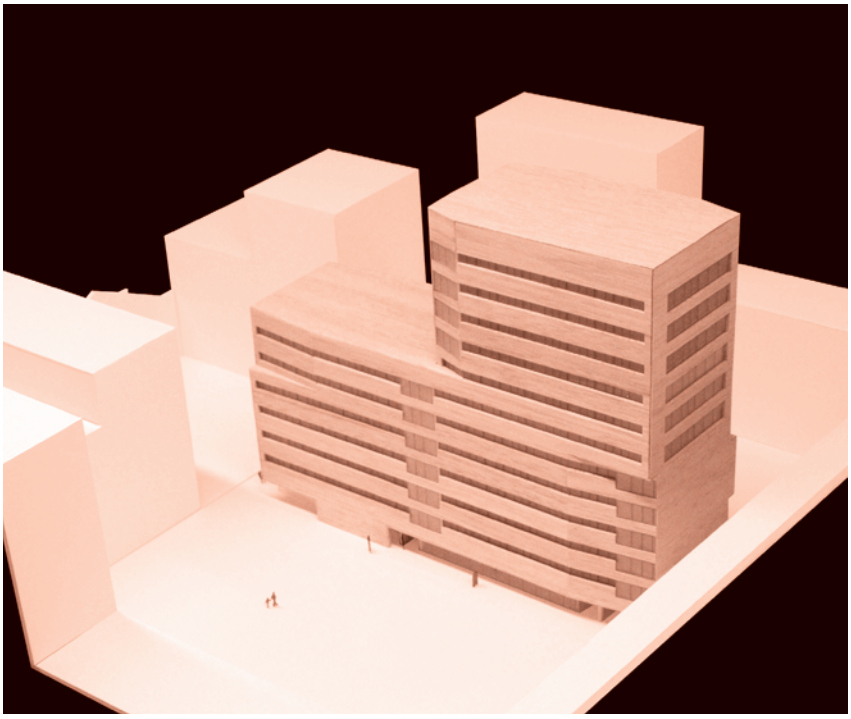
Detalles constructivos: materiales

El edificio se propone construido con fábrica de ladrillo oscuro, en referencia al pasado industrial del Poblenou y destacando del entorno de carácter tecnológico construido recientemente en el distrito 22@.

Se plantea una fachada ventilada en toda la altura del edificio, con un aislamiento continuo en la cara exterior de los forjados. Esta solución mejora las condiciones de la envolvente del edificio respecto a soluciones más convencionales. La solución de ventana corrida que se ha adoptado, dispone de protecciones solares a base de persianas exteriores orientables que facilitan la convección natural a la zona próxima del acristalamiento, mejorando las condiciones de las fachadas más expuestas al asoleo y permitiendo, sin embargo, la iluminación natural de todas las estancias.

Para las conducciones de agua sanitaria y saneamiento se ha usado polipropileno, y materiales libres de halógenos como el polietileno para el revestimiento y protección de las instalaciones eléctricas de baja y media tensión y transmisión de señales débiles. Perfiles de aluminio en la carpintería exterior. Materiales impermeabilizantes libres de PVC, como el monómero de etileno propileno dieno (PDM) o el polietileno (PE), así como pinturas y barnices naturales no vinílicos libres de metales pesados y disolventes tóxicos. Con aislamiento térmico tipo lana de roca mineral.

Está previsto que el edificio se conecte a un sistema de recogida neumática municipal.



3. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA COMO CALIDAD DE LA VIVIENDA

Albert Cuchí (Universidad Politécnica de Cataluña)
Gerardo Wadel (Sociedad Orgánica)

En 2007, un equivalente a un tercio de las emisiones de gases de efecto invernadero (GHG, por sus siglas en inglés) imputables a la economía española —según la contabilidad del Protocolo de Kyoto— se generó para producir y mantener la habitabilidad. Es decir, se emitieron para fabricar los materiales de construcción con los que se edificaron centenares de miles de viviendas que se construyeron aquel año y, mayoritariamente, en el uso de energía en el interior de los edificios, ya fuera para hacerlos habitables —climatización e iluminación—, ya fuera para proveerlos de las necesidades de las actividades domésticas que acogieron.

Mientras las emisiones debidas al conjunto de la economía española crecieron un 151 % entre 1990 y 2007, las emisiones debidas al sector de la edificación se doblaron en aquel periodo. Recordemos que el compromiso español, dentro del ámbito europeo, del protocolo de Kyoto limitaba el crecimiento de nuestras emisiones al 115 % de las emisiones del año 1990 entre 2008 y 2012, por lo que la economía española tiene un problema de emisividad que se agrava en el sector de la construcción, con una tendencia alcista todavía mayor.

Ante esta tendencia, la Unión Europea no sólo quiere cumplir con su compromiso de reducción del 8 % de sus emisiones de 1990 en el periodo 2008-2012, sino que se ha comprometido a una reducción del 30 % de sus emisiones de GHG para 2020, respecto a su emisividad del 2000. Una reducción para la que el Parlamento Europeo ha exigido al sector de la edificación que produzca edificios *neutral carbon* o neutros en emisiones de carbono para el año 2016.

Por otro lado, el IPCC (el Panel Intergubernamental del Cambio Climático, en sus siglas en inglés) destaca en sus informes que la eficiencia energética es la principal estrategia para la reducción de emisiones de GHG a escala mundial, tanto a corto como a largo plazo, y que, dentro de las posibilidades de reducción de emisiones de los distintos sectores económicos, el sector de la edificación es el sector con mayor capacidad de reducción de emisiones, sea cual sea el precio de la tonelada de emisiones de CO_2 equivalente.

Si se busca un campo determinado para la innovación en el sector de la edificación, la eficiencia energética se presenta como claro candidato.

En este marco de referencia, si se busca un campo determinado para la innovación en el sector de la edificación, la eficiencia energética se presenta como claro candidato. Es más, en el marco de un futuro a medio y largo plazo, la reducción de la emisividad será un factor determinante de la competitividad de las economías, con lo que la reducción de emisiones de GHG será una exigencia que traspasará los sectores productivos para rescatar emisiones e invertirlas en los sectores más productivos y competitivos de la economía. O, en otro sentido, la capacidad de proveer una necesidad tan básica como la vivienda, como la habitabilidad socialmente necesaria, estará restringida por la eficiencia en emisiones para proveerla y mantenerla.

Así, la provisión de un bien de primera necesidad, reconocido social y legalmente como un derecho, sufrirá restricciones en función de la capacidad del sector para obtener la máxima habitabilidad por unidad de emisión. Esta demanda de eficiencia no es ninguna novedad, pero por su relevancia actual y futura adopta una urgencia que sí la convierte en novedad.

La aparición del Código Técnico y sus exigencias sobre la demanda energética de los edificios del nuevo Reglamento de las instalaciones térmicas de los edificios y de la certificación energética han supuesto un cambio de percepción sobre la cuestión.

Ya hace tiempo que el sector conoce el camino de la eficiencia energética, desde los años de la crisis del suministro de petróleo de mediados de los setenta. A finales de década se introdujo en el sector la demanda de aislamiento como una nueva exigencia, que fue asentándose con cierta rigidez, sin una consciencia clara de su utilidad y relevancia. La aparición del Código Técnico y sus exigencias sobre la demanda energética de los edificios —obligadas por la transposición de

la correspondiente Directiva Europea—, del nuevo RITE y de la Certificación Energética han supuesto un cambio de percepción sobre la cuestión, aunque es preciso preguntarse si es suficientemente profunda para abordar los retos a los que debemos enfrentarnos.

Necesitamos una mayor exigencia que nos permita prepararnos para un futuro en el que la competitividad de las economías será un factor determinante en la baja emisividad.

Y ello se debe a que necesitamos una mayor exigencia que nos permita prepararnos para un futuro en el que la competitividad de las economías será un factor determinante en la baja emisividad. Una baja emisividad en la que otros países nos llevan ya mucha ventaja, donde los estándares de eficiencia energética en la edificación hace tiempo que superan las exigencias mínimas normativas, y que tienen que servirnos de referencia para un replanteamiento de la eficiencia energética en nuestras viviendas. Repasémoslos brevemente.

Estándar Minergie

Únicamente presente en Suiza y Liechtenstein, se aplica de forma voluntaria en otros países como Francia, Italia y Luxemburgo. Se trata de un estándar voluntario controlado por la Administración Pública que puede aplicarse a cualquier tipo de construcción nueva o rehabilitada. Está orientado por los principios del «Eco-Bau», la plataforma oficial de los promotores públicos de Suiza.

El estándar Minergie establece distintas categorías con distintos niveles de exigencia en función de la tipología edificatoria. Las categorías Minergie son: Minergie Basic, Minergie-P, Minergie-ECO y Minergie ECP-P.

En términos de demanda anual de energía, las exigencias —según la tipología edificativa— son:

Tipo de edificio	Minergie (kWh/m² año)	Minergie-P (kWh/m² año)
Viviendas en bloque	38	30
Vivienda unifamiliar	38	30
Edificios comerciales	40	25
Hospitales	75	45
Industrias	20	15
Instalaciones deportivas	20	25

El cumplimiento de estos valores límite está asociado a criterios de eficiencia en el diseño de los edificios:

— Aprovechamiento de los recursos renovables (energía solar).

— Elevado nivel de aislamiento de la envolvente térmica.

— Estanqueidad al aire del edificio.

— Control de la ventilación.

— Eficiencia en la distribución del calor.

El cálculo de la demanda anual de calefacción y la verificación de las exigencias mínimas del verano se realizan de acuerdo con las normas suizas de la edificación. La categoría ECO supone la consideración de criterios adicionales de sostenibilidad en la selección de materiales que conforman el edificio y su confort.

Estándar Passivhaus

Se trata de un conjunto de soluciones desarrolladas por el Instituto alemán Passivhausinstitut desde 1995, cuyo objeto es promover edificios de muy bajo consumo en climas centroeuropeos.

Las soluciones Passivhaus pueden adaptarse a las realidades de cada país según sus condiciones climáticas, siempre que se respeten las ideas básicas del estándar, que son las siguientes:

— Elevado aislamiento.

— Eliminación de puentes térmicos.

— Control de infiltraciones.

— Ventilación con recuperación de calor.

— Ventanas y puertas de altas prestaciones.

— Optimización de las ganancias solares y del calor interno.

La verificación del cumplimiento de las exigencias mínimas se realiza mediante la modelización energética de las ganancias y pérdidas por medio del programa PHPP. Estos criterios deberían permitir la obtención de los siguientes valores:

— Demanda de energía para calefacción inferior a 15 k Wh/m^2 y año.

— La envolvente del edificio deberá tener una estanqueidad n 50 < 0,6/H.

— En lugares con temperatura ambiente de diseño en invierno inferiores a 0 °C, la estanqueidad deberá ser inferior a 1/H.

Actualmente existe una plataforma española para la adaptación del estándar Passivhaus (http://www.plataforma-pep.org) que pretende revisar los criterios y los valores mínimos de acuerdo con las condiciones climáticas, el desarrollo tecnológico y el contexto social español.

Certificado Casaclima

CasaClima es una etiqueta otorgada por la agencia CasaClima-KlimaHaus de la provincia autónoma de Bolzano Alto Adige (Tirol del Sur), desarrollada desde el departamento de calidad del aire y el ruido de la provincia de Bolzano. La agencia es de carácter público en un 60 %. El etiquetaje tiene carácter obligatorio en la provincia y voluntario en el resto de Italia, y existen casas con certificación CasaClima en Austria y Alemania.

Existen dos tipos de certificaciones: «CasaClima» y «CasaClima Plus». La primera certifica la categoría energética del edificio (demanda de calefacción) y la segunda considera también la calidad ecológica de los materiales utilizados. La etiqueta «CasaClima» prevé tres categorías energéticas relacionadas con la demanda energética del edificio:

Categoría CASACLIMA	Demanda de calor	
CasaClima Oro	< 10 kWh/m^2 año	Casa 1 litro
CasaClima A	< 30 kWh/m^2 año	Casa 3 litros
CasaClima B	< 50 kWh/m^2 año	Casa 5 litros

Para establecer la categoría, se utiliza el programa de cálculo CasaClima. La valoración final se otorga por medio de la Agencia CasaClima, lo que requiere la entrega de la documentación del proyecto con los detalles constructivos. Aunque no exista obligatoriedad de ir más allá de la normativa nacional, se aconseja seguir 8 criterios básicos para garantizar una eficiencia energética adecuada:

— Estructura compacta.

— Alto grado de aislamiento térmico de la envolvente.

— Ventanas con alto grado de aislamiento y estanqueidad.

— Construcción hermética.

— Ausencia de puentes térmicos.

— Utilización de energía solar.

— Instalaciones eficientes.

— Buena calidad constructiva.

En resumen, existen experiencias europeas nacidas en zonas de climas fríos —y por tanto, de alta demanda— que han sabido articular propuestas de vivienda de alta eficiencia energética, implantarlas e, incluso, exportarlas a otras zonas.

La implantación de criterios de eficiencia energética en nuestras viviendas, incluyendo la rehabilitación e incluso la emisividad de los materiales que las conforman, es una exigencia de competitividad de nuestra economía que no puede ser eludida.

Necesitamos contar con estándares de vivienda de alta eficiencia energética en nuestro país que tengan en consideración las especificidades de nuestro clima, pero que nos orienten hacia niveles de exigencia similares o incluso más elevados que los que se usan en Europa, y que deberán ser nuestra referencia. La implantación de criterios de eficiencia energética en nuestras viviendas, incluyendo la rehabilitación e incluso la emisividad de los materiales que las conforman, es una exigencia de competitividad de nuestra economía que no puede ser eludida.

Colección
Qüestions d'habitatge

Textos
Habitat Futura
Joaquim Pascual
Albert Cuchí
Gerardo Wadel
Equipos de arquitectos citados en los proyectos expuestos

Coordinación
Imma Santos
Cristòfol Querol

© Ajuntament de Barcelona. Regidoria d'Habitatge
Diciembre 2010
Reservados todos los derechos de edición

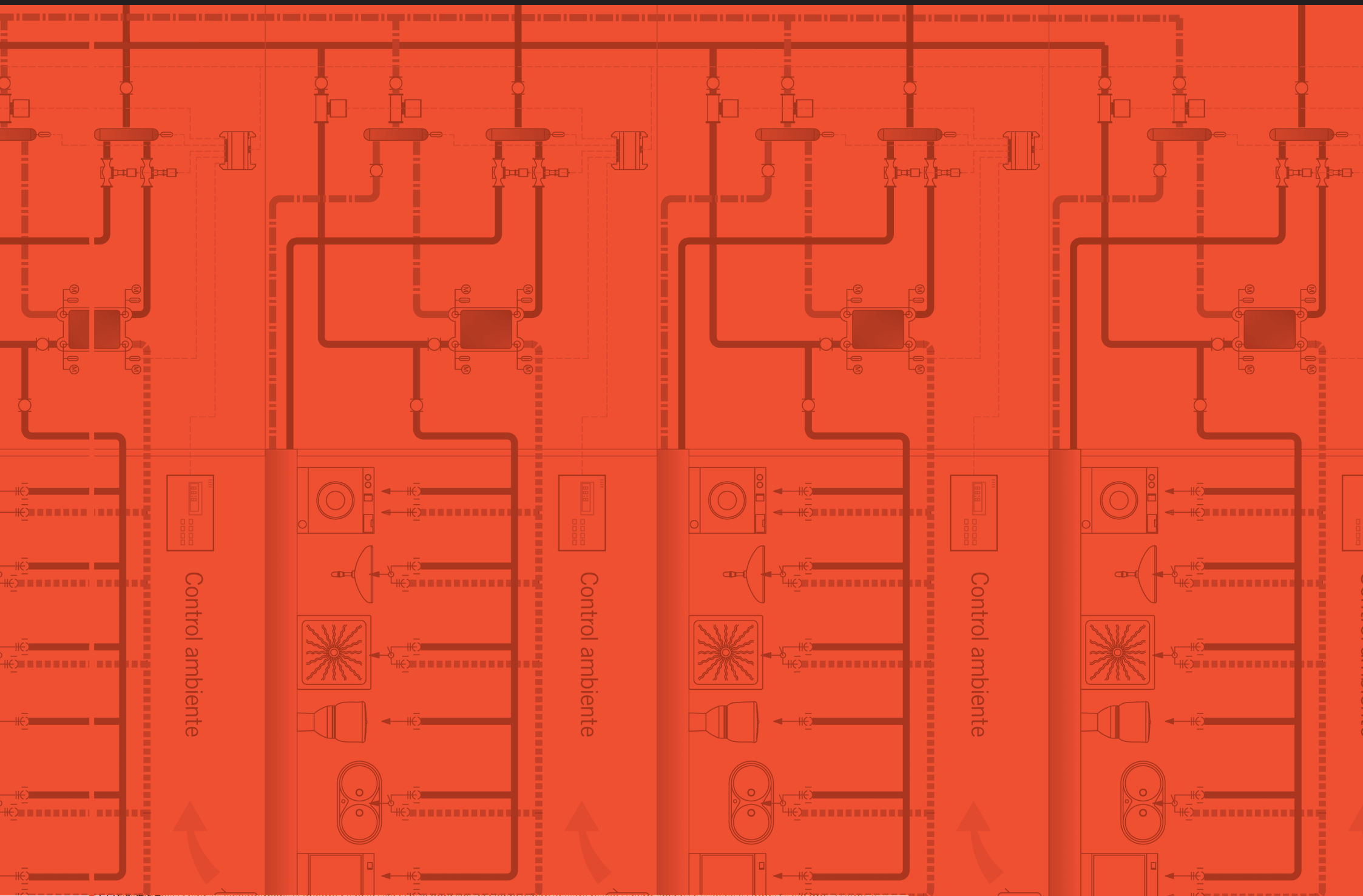
Edición a cargo de
Patronat Municipal de l'Habitatge

Diseño gráfico de la colección
Claret Serrahima i Associats, s. l.

Fotocomposición y fotomecánica
Baber, S.C.P.

Imprime
Dilograf

Depósito Legal B-19456-2009


Control ambiente
Control ambiente
Control ambiente