

## ACORDE: VIVIENDAS ECOEFICIENTES AL SERVICIO DE LAS PERSONAS

BRANCHI, PABLO

ACR Grupo & Universidad Pública de Navarra

FERNÁNDEZ VALDIVIELSO, CARLOS

MATÍAS MAESTRO, IGNACIO

Universidad Pública de Navarra

### Resumen

Los principios desarrollados en este proyecto representan una nueva filosofía sobre la eficiencia, enmarcada en los conceptos del *open-building*, que consisten en intentar obtener la máxima flexibilidad y adaptabilidad de los espacios interiores de un edificio residencial. Durante el proceso de investigación, hemos detectado un gran número de cambios demográficos que han llevado a nuestra sociedad a un mal uso de los espacios interiores de los edificios, generando espacios residuales que redundan en un mal uso de los recursos energéticos. Por ello, el proyecto Acorde aboga por maximizar la flexibilidad previendo las diferentes unidades funcionales de un edificio residencial como espacios legalmente independientes que pueden ser conectados o desconectados con sistemas de instalaciones tipo *plug-in*, permitiendo así la adaptabilidad del edificio a las necesidades de sus ocupantes, y la máxima eficacia en la gestión y control de los recursos energéticos.

### Palabras clave

*Adaptabilidad, Flexibilidad, Demografía, Tecnología.*

### Área temática

Edificación

### 1. Introducción

El siglo XXI presenta nuevos retos derivados de los fracasos de políticas pasadas, y los grandes cambios en la estructura familiar de la ciudadanía, sumada a una creciente concentración urbana, apuntan a la necesidad de nuevos métodos para atender a viejos problemas. Es por esto que no se puede hacer vivienda sin ciudad ni ciudad sin vivienda<sup>1</sup>. La optimización de la eficiencia de un edificio debe estar dada tanto por la eficacia de sus sistemas y envolventes, como por su correcta utilización y ocupación. Nada se consigue si se construyen viviendas energéticamente eficientes pero con estructuras rígidas y ocupadas ineficientemente. En el concepto de Sociedad se deben considerar como ejes de reflexión tanto la dotación adecuada de espacios para labores productivas y reproductivas, construir un entorno doméstico carente de jerarquías y, sobre todas las cosas, la adaptación de la vivienda a la diversidad de modelos familiares y a la evolución de cada uno de ellos<sup>2</sup>.

---

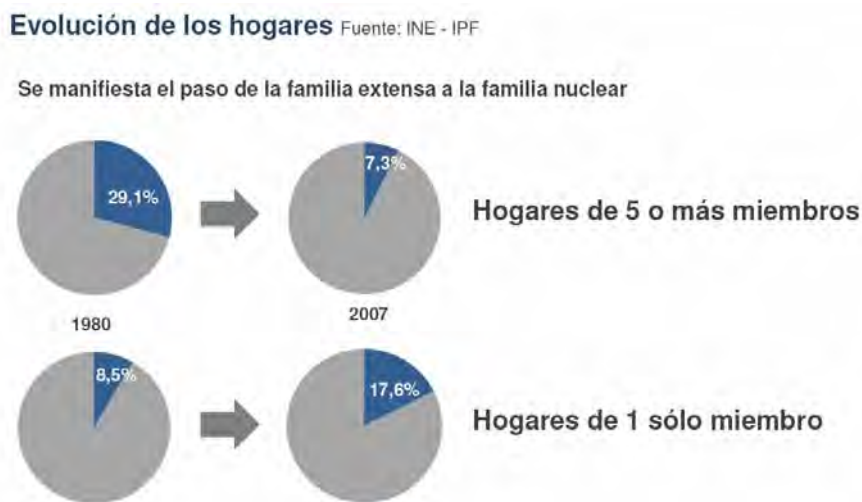
<sup>1</sup> MIGNUCCI, A. (2009)

<sup>2</sup> MONTANER, J. M. et al. (2011)

Puesto que construir es una empresa colectiva que tiene lugar en un contexto social y material determinados, se deben reconocer dos esferas básicas de acción y control en una unidad de vivienda: construir y habitar<sup>3</sup>. El objetivo de este proyecto es el de demostrar la ineficiencia de los esquemas tradicionales en el proceso de planeamiento, diseño y construcción de un edificio de viviendas, a la vez que proponer un nuevo modelo habitacional que permita flexibilizar la rigidez normativa de los parámetros urbanísticos y legislativos actuales, abogando por un sistema más eficiente de ocupación, lo cual redundará en una optimización de los recursos energéticos tanto en fase de construcción como de utilización de los edificios mediante la utilización de la tecnología más adecuada en cada momento.

## 2. Aspectos demográficos

En la actualidad existe una tendencia creciente, a nivel mundial, de los hogares de una sola persona. El incremento de personas viviendo solas está siendo una experiencia social transformadora que cambia la forma de entendernos entre las personas y nuestras relaciones, y transforman la forma en la que construimos nuestras ciudades o desarrollamos nuestras economías<sup>4</sup>. En el año 1980 el número de hogares de un solo miembro representaba en España el 8,5% del total, mientras que en el año 2007 alcanzaba el 17,6%. Asimismo, las familias de 5 o más miembros, que en el mismo año eran el 29,1%, en la actualidad son sólo el 7,3%.



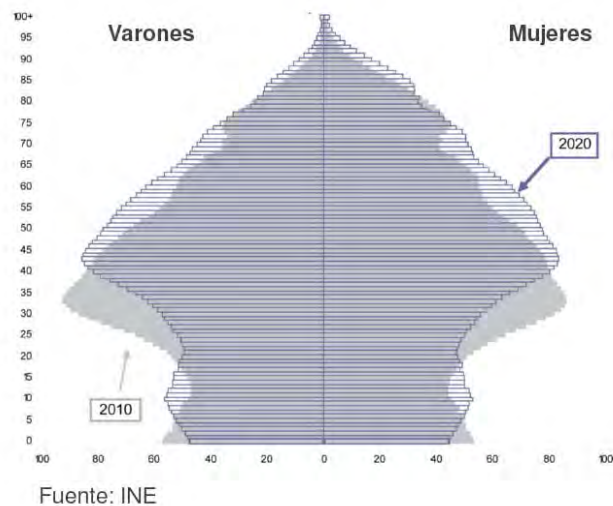
**Figura 1.** Según datos del INE<sup>5</sup>, se manifiesta una tendencia con marcada preponderancia de hogares con pocos miembros, hecho que se agudizará y generalizará en los próximos años.

Las tendencias demográficas para España no parece que vayan a presentar cambios a este nuevo modelo de familia, pero tampoco en cuanto a la evolución de la pirámide de población, la cual no sólo muestra una figura totalmente regresiva, sino que en corto plazo de 10 años, se perderá el pico de potencial fertilidad que existe en la actualidad en la población de entre 30 y 40 años.

<sup>3</sup> HABRAKEN, N. J. (1962)

<sup>4</sup> KLINENBERG, E. (2012)

<sup>5</sup> Datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) en el conjunto del Estado español.



**Figura 2.** En esta pirámide de 2010 superpuesta con la proyección a 2020 se manifiesta la tendencia demográfica indica un envejecimiento de la población y caída de la natalidad.

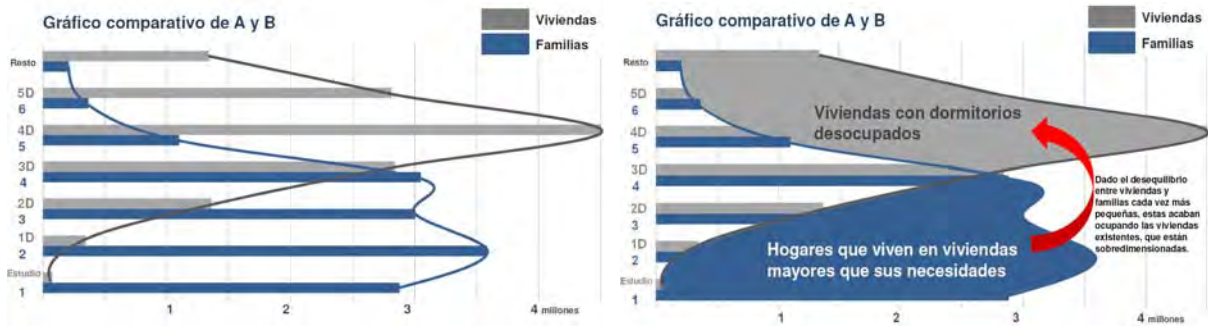
Por otro lado, las viviendas que se diseñan -por partir de una reglamentación urbana y arquitectónica muy rígida y cerrada perteneciente a modelos de otras épocas- no permiten su adaptabilidad a las necesidades reales de los ocupantes en cada momento, quienes deben habitar un modelo “estándar” de vivienda de dos o tres dormitorios, que es el más promovido en los últimos años. Si se considera el porcentaje acumulado de viviendas tipo estudio, de uno y dos dormitorios, sólo representa al 13% del total del parque residencial edificado. Entretanto, el número de familias de una, dos o tres personas –que supuestamente deben habitar dichas tipologías de apartamentos- alcanza un total acumulado del 67%.

VIVIENDAS				HOGARES / FAMILIAS			
% (+)	Acumulado	Parcial	Tipología	Composición	Parcial	Acumulado	% (+)
0,5%	76.748	76.748	Estudio	1 persona	2.876.572	2.876.572	20%
3%	422.407	345.659	1 D	2 personas	3.582.177	6.458.749	46%
<b>13%</b>	<b>1.782.933</b>	1.360.526	2 D	3 personas	3.004.375	<b>9.463.124</b>	<b>67%</b>
33%	4.621.059	2.838.126	3 D	4 personas	3.048.274	12.511.398	88%
71%	10.033.649	5.412.590	4 D	5 personas	1.099.963	13.611.361	96%
91%	12.845.139	2.811.490	5 D	6 personas	366.248	13.977.609	99%
100%	14.184.026	1.338.887	Resto	Resto	209.560	14.187.169	100%
		<b>14.184.026</b>	Total	Total	<b>14.187.169</b>		

**Figura 3.** Según el Censo del INE del año 2001<sup>6</sup>, de las 14 millones de viviendas de uso habitual, sólo el 13 % corresponden a tipologías de tipo estudio, uno o dos dormitorios, mientras que los hogares de una a tres personas alcanzan el 67% del total.

Esto genera que en España haya más de 18.000.000 de habitaciones desocupadas en las viviendas de uso habitual; de las cuales el 70% se ubican en ciudades. Un derroche energético y de mantenimiento de 2.520 millones de euros anuales en su conjunto. Podría decirse entonces que se están habitando modelos de viviendas que han sido pensados para hogares de otras épocas.

<sup>6</sup> Datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) para el conjunto del Estado español.



**Figura 4.** Al cruzar los datos entre las tipologías de viviendas y las familias que las habitan se pone de manifiesto que existen familias ocupando viviendas mucho más grandes que sus necesidades.

A partir de todo lo expresado y de los datos expuestos no tiene por qué concluirse que desde este momento sólo deberían diseñarse y construirse viviendas más pequeñas, sino que puede optarse por la flexibilidad y la adaptabilidad: modelos residenciales abiertos donde los ocupantes puedan decidir cómo habitarlos, qué superficie necesitan en cada momento y qué configuración espacial es la que mejor se adapta a su forma de vida. Las distribuciones actuales de las viviendas son rígidas, dando lugar a que, si en la evolución de la composición de las familias éstas crecen o decrecen los espacios se ven sobre o infra utilizados. En las condiciones actuales de normativa y diseño, los espacios sobrantes no pueden alquilarse o venderse de manera independiente.



**Figura 5.** Una tipología estándar de doble orientación con núcleo central que sirve a dos viviendas, generando unas pseudo-medianeras entre las diferentes unidades, el cual no permite variabilidad a lo largo de la vida y evolución de las familias, generando espacios sub o sobre ocupados.

### 3. Solución propuesta

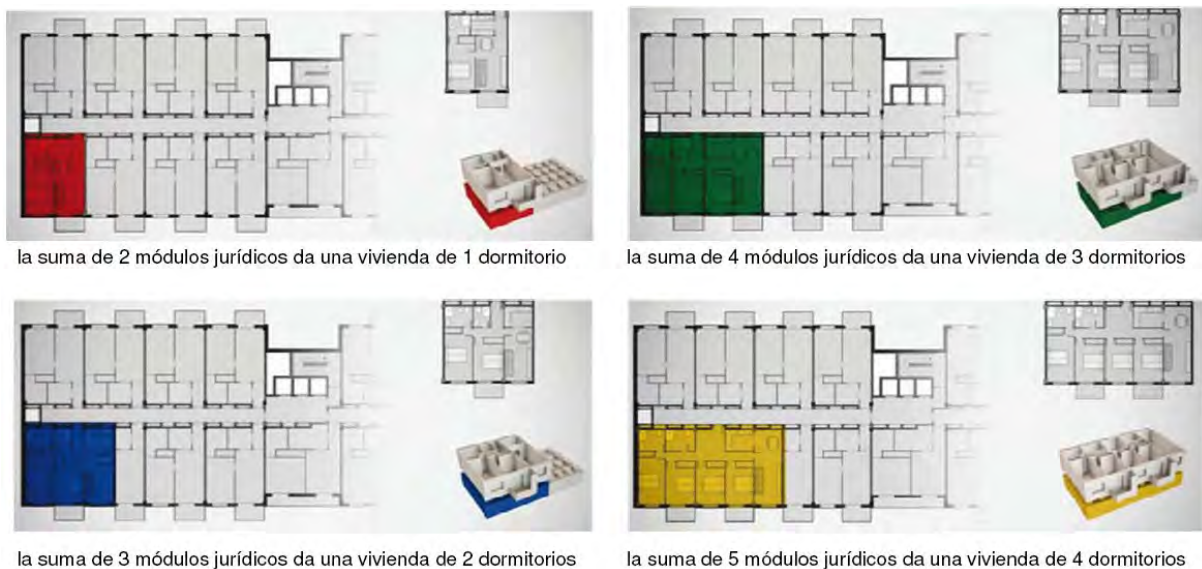
Cuando se inicia el proceso de reflexión sobre el sistema ACORDE, se plantea un objetivo imprescindible: se debía estudiar la tipología habitacional más frecuente en España, pero modificando el enfoque con el que se había venido afrontando la construcción en nuestro país. Se han padecido décadas de construcción sin tener en cuenta la evolución de los verdaderos protagonistas de una vivienda, que no son otros que las personas que la habitan, construyendo a sus espaldas. Por eso es necesario dar la vuelta a la ecuación y construir viviendas a la medida de las necesidades de las personas. El sistema propuesto surge como un ejercicio de racionalidad para el futuro de la sociedad mediante una especialización inteligente de un bien conocido: la vivienda, que en la actualidad se diseña bajo el paradigma de la inmovilidad, el cual fue dado por bueno durante décadas, y debe cuestionarse. Este proyecto de investigación plantea un nuevo tipo de vivienda que desde su génesis incorpora conceptos de flexibilidad y adaptabilidad, consiguiendo que la vivienda se adapte a la evolución natural de la familia. El proyecto de innovación ACORDE propone

una modularidad jurídica y funcional que permita comprar, vender o alquilar lo que realmente se necesite. Optimizando las fases previas de diseño y construcción, la estructura, las instalaciones y las envolventes podrán perdurar a la vez que se mejorará el ciclo de vida de los edificios, alargando la fase de utilización con distribuciones interiores que puedan transformarse en cualquier momento.

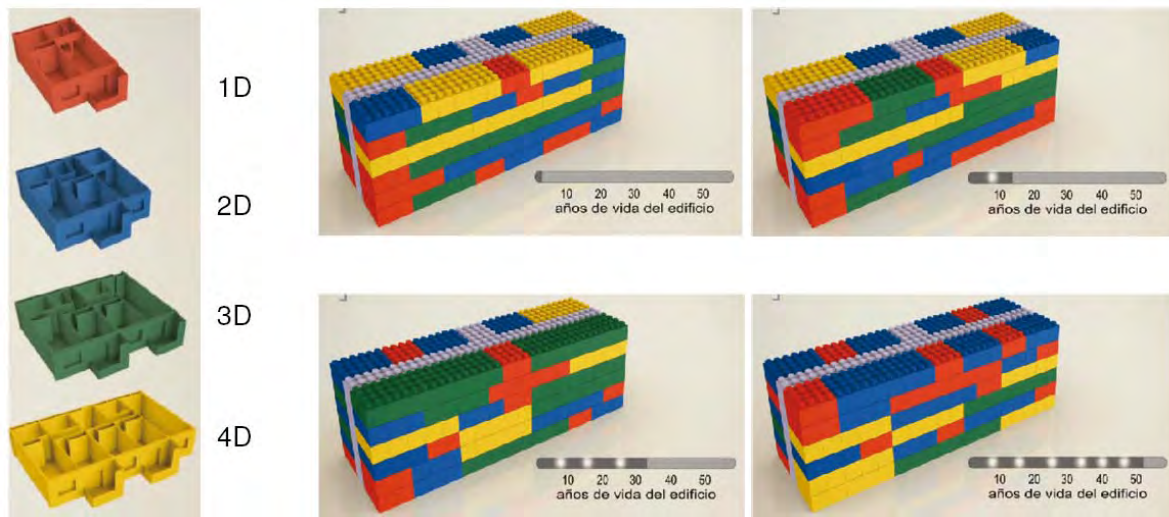


**Figura 6.** En el esquema propuesto por ACORDE se dispone de un corredor central que sirve a una serie de módulos jurídicos independientes y agrupable, los cuales permiten una adaptabilidad plena de los espacios a medida que las familias van cambiando.

Se presta especial atención a las zonas comunes de comunicación, a la previsión y escalabilidad de las zonas de instalaciones y a una adecuada estructura diáfana, de manera que tanto los edificios como sus viviendas estén ya preparados para ser modificados y adaptados a los posibles cambios de programa futuros. La agrupación o segregación de módulos jurídicos de forma independiente permite configurar el edificio a medida de las personas que lo habitarán. Un sistema de este tipo permite no sólo adaptar el tipo de vivienda a la necesidad del usuario al momento de diseñarla, construirla y transmitirla, sino que también el adquiriente puede transformar su vivienda a lo largo de su vida útil y de las necesidades reales de su realidad social y familiar. Más aún, puede implicar una mejora económica en un momento determinado de sus vidas, mediante la venta o alquiler parcial de determinados espacios a partir de la posible segregación, a la vez que tendría la posibilidad de ampliar su vivienda mediante la adquisición de espacios a sus colindantes.



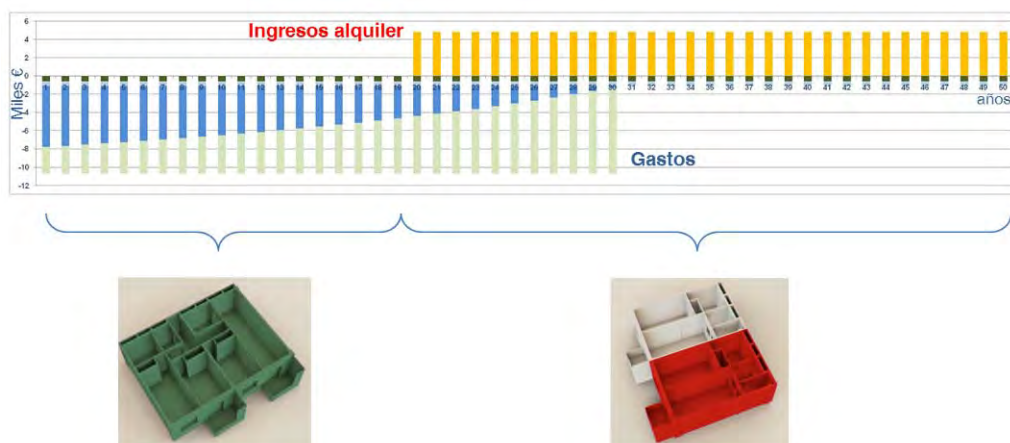
**Figura 7.** La agrupación o segregación de módulos jurídicos permite diferentes programas residenciales.



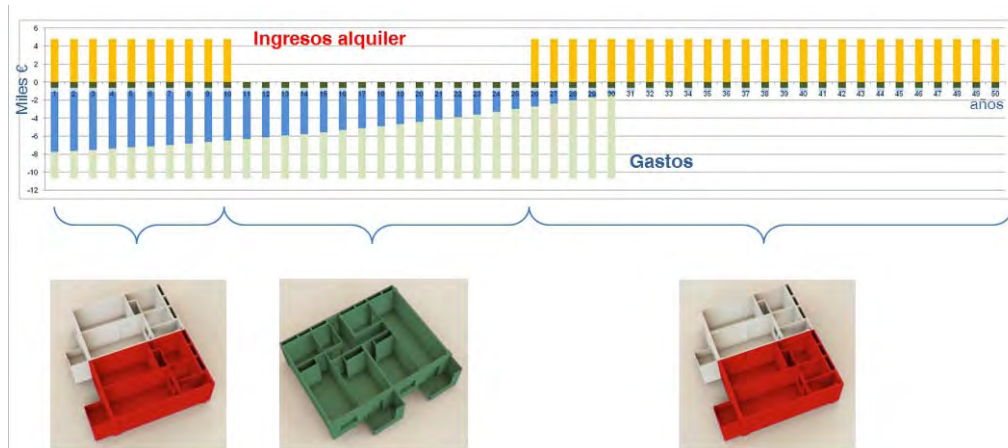
**Figura 8.** La configuración espacial del edificio de viviendas será abierta, tanto en el momento de la construcción como durante la vida útil del edificio, el cual se va transformando en función de las necesidades de los usuarios.

Dependiendo de la ocupación que se le dé a los diferentes módulos jurídicos del apartamento, éste puede generar ingresos antes que sólo gastos. Un edificio ACORDE ofrece la posibilidad de vender o alquilar los espacios no utilizados del apartamento, permitiendo obtener ingresos adicionales para la economía del hogar. Por ejemplo, considerando el importe de la pensión media, alquilar un apartamento de 45 m<sup>2</sup> (dos módulos jurídicos) segregados de un apartamento mayor de 90 m<sup>2</sup> (cuatro módulos), puede significar un incremento en los ingresos económicos del propietario equivalente a un 40% de su remuneración inicial.

Del mismo modo, una pareja joven que aún no tiene hijos puede considerar comprar más módulos de los que inicialmente necesita, manteniendo los que no va a utilizar para ser alquilados, pero en el momento en que tienen niños ocupar la totalidad de módulos. Luego, volver a alquilar lo no utilizado una vez que los descendientes abandonen el hogar.



**Figura 9.** Segregación de un apartamento de cuatro módulos en dos de dos.

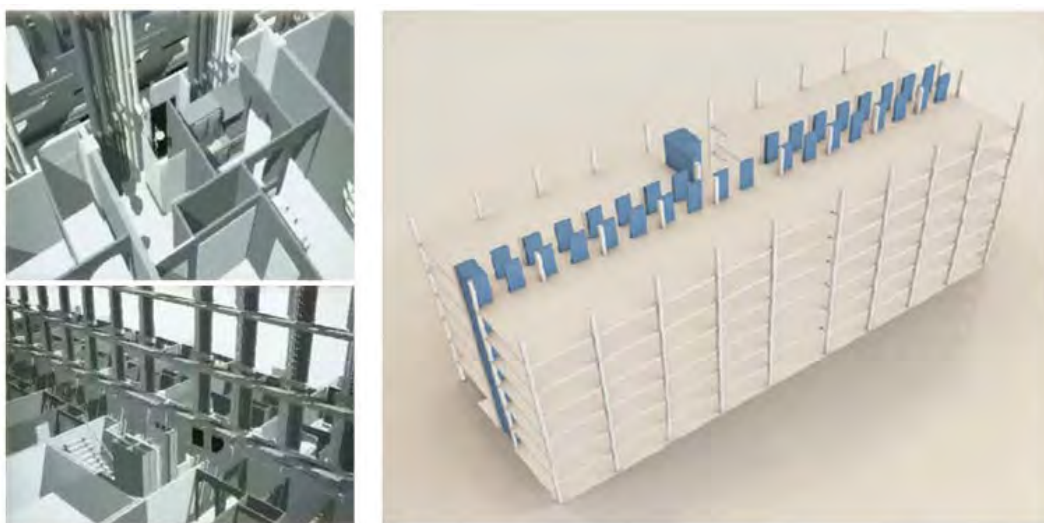


**Figura 10.** Segregación de un apartamento de cuatro módulos en dos de dos.

Para que todo esto sea posible, se debería reflexionar sobre un nuevo criterio, mucho más abierto, para el cálculo de densidad habitacional a nivel urbano y territorial, donde no todo deba pensarse “por vivienda”, sino que pueda hacerse por piezas habitables, por módulos residenciales o por m<sup>2</sup> -mejor aún: “por persona”-. Asimismo, sería necesario reflexionar sobre la incidencia que esto tiene en factores tales como el cómputo del número plazas aparcamientos vinculados, las superficies destinadas a áreas comunes, las instalaciones (acometidas, contadores, distribución interior, etc.), para que todo se haga realmente colocando a la persona en primer lugar, que es quien realmente habitará los espacios.

#### 4. Instalaciones

Para que estas transformaciones sean posibles deben plantearse unas instalaciones pensadas con racionalidad, y distribuidas para permitir una rápida y fácil transformación de los espacios interiores; una estructura diáfana y ordenada que facilite cualquier configuración interior; así como una envolvente sólida y eficiente que garantice durabilidad, mínimo mantenimiento y óptimo aislamiento.



**Figura 11.** La estructura deberá ser diáfana y ordenada, con luces de entre 6x6m y 8x8m.

Se han desarrollado unos prototipos de los sistemas de instalaciones de tipo “plug & play”. Es decir, que para que la adaptabilidad y transformabilidad de las diferentes unidades habitacionales sea plena, se debe poder conectar o desconectar cada uno de los espacios jurídicamente independientes, por un lado, a las redes generales, pero por el otro, poder unirse o segregarse entre sí.



**Figura 12.** Módulos completos, con la red de doble anillo interior/externo, y equipos intermedios de conexión para cada módulo, así como entre cada módulo jurídico debe existir posibilidad de conexión.

Por otro lado, para poder alcanzar un óptimo consumo energético se han estudiado muchos más factores tales como la disposición de fachadas, huecos, orientaciones, espesores de aislamientos, pero sobre todo, las renovaciones de aire. De estos análisis se puede deducir que las variables de materialidad y espesor de aislamiento de toda la envolvente, tipos de vidrios y sus factores solares, tamaños de huecos, etc., pueden llegar a generar, en el mejor de los casos, unas ventajas equivalentes de entre 10 y 20 Kw. /h/m<sup>2</sup>, por año, es decir, entre un 15 y un 30% de mejora. Sin embargo, en cuanto a las renovaciones de aire y las infiltraciones no controladas, el diferencial respecto del punto mínimo normativo puede alcanzar los 30 Kw/h/m<sup>2</sup>, más aún si se colocan sistemas mecánicos de ventilación con recuperación de calor. Esto implica, para las actuaciones en la envolvente, unos 15€ de media por persona/año en el ahorro de la factura energética, y de unos 30€ por persona/año, siempre que la ocupación del edificio sea plena.

## 5. Tecnología

Para una mejor gestión de las instalaciones y sistemas, se deben aprovechar las nuevas tecnologías disponibles en materia de domótica y hogar digital. Por ello, se estudian las posibilidades que ofrecen estos sistemas y a través de una maqueta a escala realizada junto con el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Pública de Navarra, se analizan todas las posibles transformaciones que permite ACORDE y se prevén los distintos escenarios que pueden requerir los diferentes usuarios. Es así como se definen una serie de elementos sobre los que actuar, tales como la iluminación, el confort térmico, la actuación sobre persianas y las alarmas, ya sean frente a la intrusión o ante los posibles eventos tales como detección de humo o inundaciones.

De este modo, el sistema puede ser gestionado por cada usuario en los módulos que sean de su propiedad, ya sea físicamente desde su propia vivienda o por tele-gestión (a través de terminales inteligentes como *smartphones* o tabletas), pero a la vez permite una centralización en el edificio de los sistemas, lo cual puede facilitar, por un lado, la gestión



integral de los consumos, y por otro, la redistribución de los sistemas en función de los nuevos regímenes de propiedad de los diferentes módulos y agrupaciones mediante una rápida reprogramación.



**Figura 13.** Módulos de domótica basados de tipo KNX.

En la figura 13 se presenta la composición del panel domótico que puede cubrir hasta 3 módulos de forma centralizada, aunque también se podría desglosar de forma particular en función de las necesidades. En este caso se ha seleccionado el estándar europeo KNX por su disponibilidad y prestaciones, aunque resultados parecidos pueden obtenerse con otros sistemas comerciales. Concretamente, se ha diseñado el control domótico de las viviendas de modo que el usuario pueda seleccionar el formato de la visualización según el dispositivo que emplee, compatible con todos los modelos de teléfonos inteligentes (ios, android,...), tabletas u ordenadores personales, gracias a la programación en entorno web. El acceso se realiza a través de una dirección IP en la que se selecciona el dispositivo tipo que se utiliza para adaptar la visualización y lograr una experiencia más cómoda e intuitiva para el usuario. Se ha decidido por esta solución tecnológica por su sencillez, pero cualquier otra es perfectamente viable. Las figuras 14 y 15 muestran dicha visualización para entornos de smartphones y tablets, respectivamente, con las posibilidades que se ofrecen.



**Figura 14.** Visualización del sistema diseñado para móviles del tipo Smartphone.

Desde la web se pueden controlar todos los elementos de la vivienda, y recibir mensajes o correos electrónicos cuando se detecte una alarma (intruso, incendio o inundación), y así el usuario estará siempre informado de todo lo que sucede en su vivienda en tiempo real.



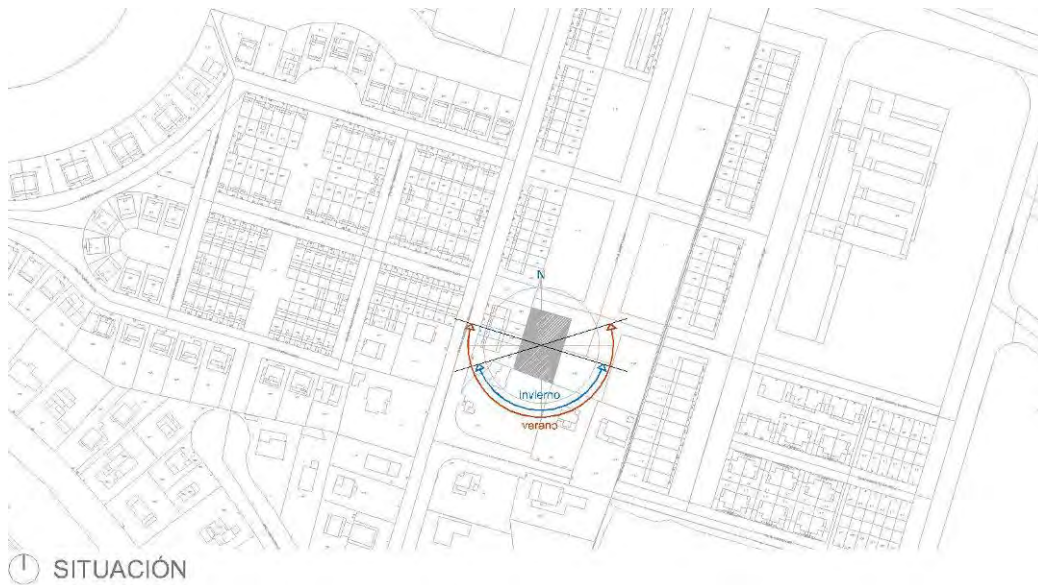
**Figura 15.** Visualización del sistema en *tablet*.

Entre otras muchas posibilidades, también permite, por ejemplo, programar escenas en las que se controlarían grupos de elementos de forma simultánea, o la simulación de presencia para periodos en los que el usuario no se encuentra en su domicilio, con el efecto disuasorio que ello conlleva.

Por último, comentar que en función de la organización y número de módulos que se establezca para cada una de las viviendas, este programa permite la reprogramación de los distintos módulos para que se adecúen a dicha disposición.

## 6. Edificio prototipo

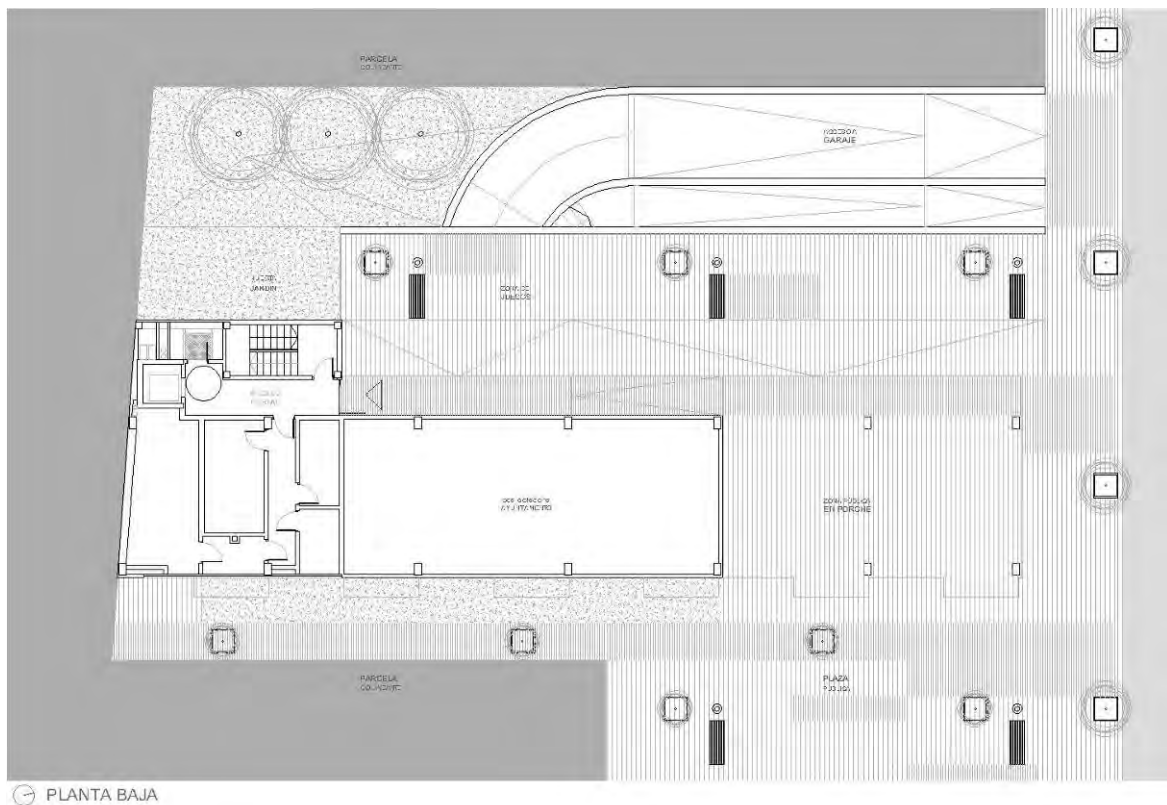
Se enseña un ejemplo en el que el sistema planteado por ACORDE ha sido utilizado íntegramente en una promoción de viviendas de protección oficial en Pamplona (España), proyectando un edificio de altas prestaciones energéticas, gran conciencia medioambiental y una fuerte conciencia social, incorporando un local dotacional en una planta baja diáfana, liberando la mayor parte de parcela y separándose de las edificaciones colindantes con el objetivo de interferir lo menos posible en los sombreadamientos de parcelas vecinas.



**Figura 13.** Plano de situación con el estudio de soleamientos en invierno y verano



**Figura 14.** El edificio incorpora un local dotacional para uso municipal en la planta baja, y por ello libera un porche urbano ligado a esta actividad comunitaria.



**Figura 15.** La planta baja es diáfana y deja libre buena parte de la parcela en su cara posterior para los accesos a sótano y zonas ajardinadas de uso comunitario.



**Figura 16.** Fachada sur del edificio, hacia donde abren todas las estancias de las viviendas, para aprovechar el mejor soleamiento y la relación con el espacio público.



**Figura 17.** Fachada norte, en la que se vuelcan todas las áreas de servicio como las circulaciones de acceso a los apartamentos, las zonas privadas de descanso y el acceso a la planta de garaje.

El edificio se organiza inicialmente con 10 viviendas de protección oficial de 1 y de 3 dormitorios y para tal disposición se ha solicitado la Calificación al Gobierno de Navarra, en función de los datos del Censo único de la Vivienda de que se dispone. Sin embargo, su configuración por módulos jurídicos independientes permitiría una distribución máxima de hasta 18 apartamentos de 1 dormitorio, pudiendo tener también unidades de 2 dormitorios, la cual se acabará definiendo a lo largo de la vida útil del edificio en función de las necesidades futuras de sus ocupantes.

Esta reconversión requeriría necesariamente de la aprobación y recalificación de las viviendas por parte de la Administración, pero el hecho de dejar todas las instalaciones y particiones preparadas para la transformación, como así también el régimen jurídico segregado por módulos en cuanto a registro de la Propiedad, facilitará enormemente el proceso, implicará muchos menos costos y, sobre todo, alargará la vida útil del edificio teniendo en caso el uso real que quieran darle los propietarios en cada momento.



PLANTA TIPO - con viviendas adaptadas a unidades de tres dormitorios



PLANTA TIPO - con viviendas adaptadas a unidades de un dormitorio

**Figura 18.** Las plantas de las viviendas pueden organizarse tanto en apartamentos de salón más tres dormitorios como en unidades de salón más un dormitorio. Será el proceso de ventas el que defina la composición final de las unidades.

Inicialmente, el edificio se configurará según determine el proceso de ventas, con lo se acabará de definir el proyecto técnico que irá a solicitud de licencias, calificación (en el caso de vivienda protegida) y con el que se obtendrán las distintas fichas y cédulas de habitabilidad. No obstante, al estar escriturado y registrado de forma modular, la transformación y transmisiones de propiedad son mucho más sencillas y económicas. En cuanto a las obras a llevar a cabo, la previsibilidad de las instalaciones y una estructura suficientemente diáfana permitirán que las actuaciones sólo se remitan a leves modificaciones de tabiquería (desarrolladas con sistemas industrializados tipo Pladur), apertura o cierre de vanos de paso (puertas) y acabados superficiales (pintura, alicatados).

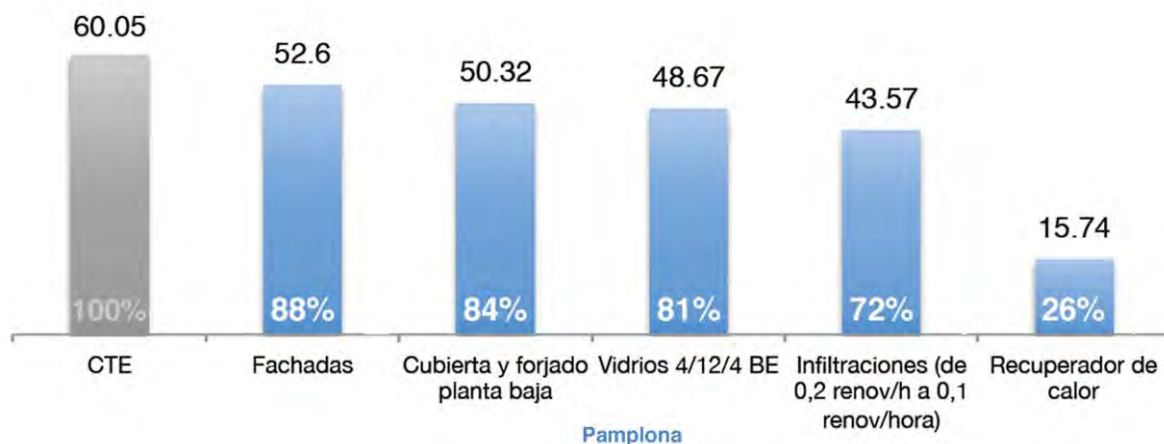
Las estimaciones iniciales de transformación de una vivienda de tres dormitorios en dos de un dormitorio se han cuantificado con un costo aproximado de doce mil euros y un plazo inferior a dos semanas, con una producción mínima de escombros y sin necesidad de generar polvo, residuos, etc. puesto que se trataría mayoritariamente de obra seca, lo cual permite, incluso, que los habitantes puedan seguir en su vivienda mientras se realizan las transformaciones.

La eficiencia energética del edificio se sustancia en el seguimiento del protocolo internacional de sostenibilidad BREEAM tanto en el diseño como en la elección de materiales y sistemas constructivos. Seguir las pautas de una contrastada guía de diseño permite cuantificar y evaluar el real alcance de las estrategias de sostenibilidad necesarias.

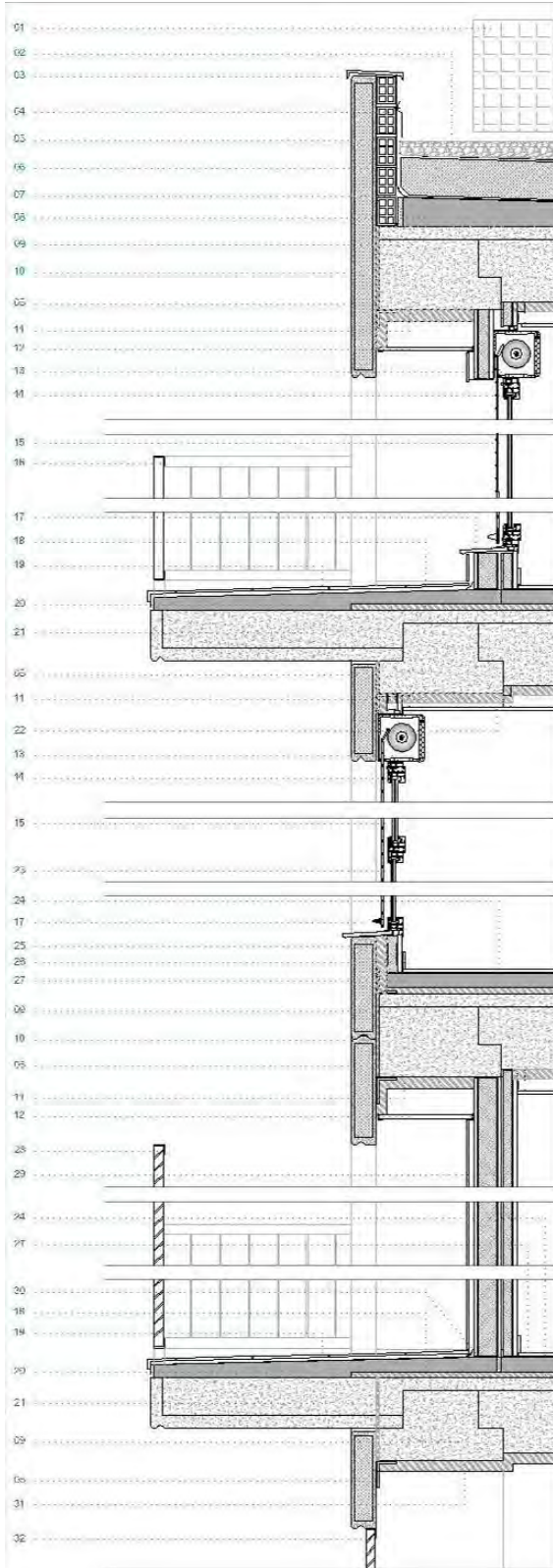
En estas metodologías es necesario desarrollar e implementar a través de una modelación energética o un diseño de ingeniería, un plan de medición y verificación del consumo de energía. Este primer edificio está siendo desarrollado bajo metodología BIM (Building Information Modeling) en su concepción, bajo la plataforma Allplan. Los análisis de eficiencia energética los hemos desarrollado con Energy Plus (v.6), y se ha usado como modelador el programa Design Builder. Las condiciones operacionales (calendarios, temperaturas de consigna alta y baja, ocupaciones sensible y latente, iluminación equipos, ventilaciones de verano e invierno) han sido tomadas de las “Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos a Líder y Calener”. Anexos) del IDAE.

El edificio se desarrolla considerando, sobre todo, estrategias pasivas de eficiencia energética. Lo primero que se estudia es la orientación, abriendo todas las estancias hacia la fachada sureste, y volcando las áreas de servicio hacia la fachada noroeste. Se opta por sistemas constructivos industrializados con grandes espesores de aislamiento y una óptima solución de encuentros, evitando puentes térmicos. En la fachada se colocan paneles de GRC con aislamiento de poliestireno extruido incorporado en su interior, luego se proyectan 4 cm de poliuretano y finalmente se trasdosa con perfilería y placas de cartón yeso, con manta de lana de roca en su interior. Todo ello hace un espesor total de aislamientos de 14 cm, y en los frentes de forjado se colocan placas de poliestireno de 20mm para evitar los puentes térmicos, a la vez que en suelos y techos se proyecta aislamiento. En las cubiertas invertidas se colocan paneles de poliestireno extrusionado de 15 cm. de espesor. En cuanto a las carpinterías, se utilizan sistemas con rotura de puente térmico y vidrios bajo emisivos con cámara. No obstante, el mayor potencial de ahorro en los sistemas pasivos radica en el control de las infiltraciones, para lo cual deberá cuidarse la ejecución de la obra, especialmente en sellados de marcos de ventanas, cajones de persianas, etc.

En cuanto al equipamiento activo, se colocan paneles solares para el precalentamiento de agua caliente sanitaria, la cual será post calentada para el consumo mediante calderas de condensación y baja temperatura. Para la ventilación exigida por el CTE se utilizan intercambiadores de calor para la ventilación y renovación de aire. Se ha optado por estos sistemas luego de realizar una serie de simulaciones, viendo que son estos últimos sistemas activos los que producen la mayor de las mejoras respecto del edificio de referencia.



**Figura 19.** Reducción progresiva de la demanda energética (kWh/m<sup>2</sup>) con la incorporación de las distintas medidas, según datos climáticos de Pamplona.



- 01 Instalaciones en cubierta: paneles para calentamiento ACS y extractores/intercambiadores de calor
- 02 Acabado superior de cubierta invertida formada filtro geotextil y capa de grava 10 cm de espesor medio.
- 03 Albardilla de hormigón polímero, con doble goterón separado 2cm de la fachada y pendiente 2 % hacia el interior, color gris.
- 04 Vuelta de telas, al menos 20 cm. sobre trasdosado de ladrillo hueco doble enfoscado, con chapa de remate de acero galvanizado, al menos 10 cm sobre acabado superficial.
- 05 Paneles de fachada con acabado tipo hormigón y aislamiento de lana de roca, acabado color blanco.
- 06 Aislamiento de Poliestireno extrusionado de 15 cm de espesor sobre telas.
- 07 Tela impermeable, tipo membrana bicapa adherida, lámina soporte de betún polimérico con armadura de poliolefina biorientada, y lámina superior sera de betún modificado con polímeros APP; formación de medias cañas y levante en elementos verticales.
- 08 Hormigón aligerado para formación de pendientes, espesor mínimo 4 cm, y banda separadora perimetral de Poliestireno expandido 20 mm.
- 09 Estructura portante de hormigón y prelosas aligeradas.
- 10 Ancho de separación de juntas entre paneles de fachada 10 mm y sellado con Silicona estructural mismo color que el acabado.
- 11 Poliuretano proyectado al panel y al fondo de forjado, de 4 cm de espesor.
- 12 Falso techo de lamas de aluminio anodizado natural satinado químico.
- 13 Cajón de persiana tipo Monoblock, de PVC aislante y persiana de aluminio con alma de poliuretano inyectado, todo en mismo color carpintería.
- 14 Carpintería tipo Cortizo serie 60, con rotura de puente térmico y anodizado natural satinado químico.
- 15 Acristalamiento ventanas de tipo 4/12/6 en fachada sur, con factor solar FS: 0,58 emisividad u: 1,4
- 16 Barandilla metálica de acero galvanizado en caliente, conformada por bastidor de angular 40.40.4 y pletinas verticales cada 10 cm. formato 40.4
- 17 Vientaguas de ventanas en hormigón polímero color gris.
- 18 Poliestireno extrusionado e. 30mm, sobre forjado coincidente con espacios habitables, para rotura puente térmico.
- 19 Pintura impermeable doble capa incluso rematè perimetral con babero de tela asfáltica, mortero de agarre y baldosas porcelánicas antiheladizas y antideslizantes (clase 3).
- 20 Mortero de formación de pendientes, al menos 2% hacia el exterior, con caída libre por balcón.
- 21 Prelosa y losa balcón con goterón en todo su perimetro.
- 22 Falso techo con estructura de acero galvanizado y placas de cartón yeso. Pintura plástica lisa.
- 23 Acristalamiento ventanas de tipo 4/12/3+3 en fachada sur, con factor solar FS: 0,58 emisividad u: 1,4, con vidrio de seguridad en la parte inferior hasta una altura de 90 cm, butiral transparente.
- 24 Suelo flotante laminado acabado tipo madera clase AC-4 separado 10 mm de paramentos, e instalado sobre foam anti-impacto de espesor 5mm.
- 25 Trasdoso interior de fachada, previo proyección de poliuretano de 40 mm, colocación de subestructura de acero galvanizado 46 mm con manta de lana de roca de 50 mm y placa de cartón yeso 15 mm interior. Acabado pintura plástica lisa.
- 26 Rodapié de fibras de madera, mismo acabado suelo, de 70x15 mm.
- 27 Solera de mortero M-80, flotante de 6 cm de espesor sobre capa de poliestireno extrusionado de 30 mm de espesor en planchas colocadas a media madera, separada de los paramentos y con cortes debajo de cada tabique mediante banda separadora de poliestireno expandido de 20 mm.
- 28 Cierre metálico para la zona de tendedero de acero galvanizado en caliente, conformada por bastidor realizado con angulares 40.40.4 y lamas de 40.4 horizontales e inclinadas a 45°.
- 29 Fachada constituida por perfilera de acero galvanizado 80mm con aislamiento de doble densidad 100/40 kg, paneles de tipo OSB exterior y Knauf Diamant en el interior, perfectamente sellados para evitar infiltraciones, lámina Tyvek y placa de Alucobond o similar al exterior sobre perfilera de aluminio. En el interior, proyectado de poliuretano 10 mm trasdosado perfilera 46mm, manta lana de roca de 40mm y placa de cartón yeso 15mm.
- 30 Media caña y vuelta de telas impermeables en una altura de 25 cm respecto al suelo terminado (en ventanas, se volverá debajo de los vientaguas).
- 31 Panel semirrígido de lana de roca con malla sintética superficial sujeta con "setas" a los paramentos, para zonas de instalaciones (sala de calderas)
- 32 Cierre de lamas metálicas de área de instalaciones en planta baja, conformado por bastidor realizado con angulares 40.40.4 y lamas de 40.4 horizontales e inclinadas a 45°.

Figura 20. Sección constructiva de la fachada sur, donde puede apreciarse la utilización de sistemas industrializados, los máximos niveles de aislamiento y el control de los puentes térmicos.

Con todo lo dicho, el edificio consigue una Certificación energética "A" y se diseña el edificio teniendo en cuenta los protocolos internacionales BREEAM, en su trasposición para España, con el objetivo de conseguir una calificación de EXCELENTE.



Figura 21. Se ha pasado de una calificación "D" requerida por la normativa a una "A", así como se persigue una clasificación BREEAM Excelente.

## 7. Conclusiones

A partir del desarrollo de este concepto, del edificio piloto y de todos los análisis descritos, se puede deducir que las variables de materialidad y espesor de aislamiento de toda la envolvente, tipos de vidrios y sus factores solares, tamaños de huecos, etc., pueden llegar a generar, en el mejor de los casos, unas ventajas equivalentes de entre 10 y 20 Kw/h/m2, por año, es decir, entre un 15 y un 30% de mejora en la demanda. Sin embargo, en cuanto a las renovaciones de aire y las infiltraciones no controladas, el diferencial respecto del punto mínimo normativo puede alcanzar los 30 Kw/h/m2, más aún si se colocan sistemas mecánicos de ventilación con recuperación de calor. En términos económicos esto implica, para las actuaciones en la envolvente, unos 15 € de media por persona/año en un edificio tradicional en el ahorro de la factura energética, y que alcanza unos 30 € por persona/año, siempre que la ocupación del edificio sea plena.

Este sistema no hace más que desmitificar la imperiosa necesidad que en los últimos años se le ha otorgado a la doble orientación y a las ventilaciones cruzadas como paradigma de la sostenibilidad. Sin quitar las ventajas que estos esquemas producen, no deja de ser cierto que provocan cierta rigidez en el diseño del edificio por la obligatoriedad de abrir a dos fachadas o fachada y patio. Siendo que el Código Técnico de la Edificación obliga a utilizar ventilaciones mecánicas en las viviendas y que esto genera la obligatoriedad de colocar puntos de toma para la renovación de aire, resulta mucho más rentable medioambientalmente la utilización de sistemas de recuperación de calor, evitando la entrada de aire frío del exterior a través de aireadores. Una vez instalados estos sistema de renovación permanente y controlada del aire, la doble orientación pasa a un segundo plano, poniéndose en primer lugar un uso racional y eficiente de los espacios a partir de esquemas que favorezcan la flexibilidad, al mismo tiempo que se planteen unos sistemas tecnológicamente adaptados al usuario, donde se puedan conseguir ahorros energéticos más eficaces y plausibles. Si, además, el edificio construido garantiza la posibilidad de plena ocupación, la incidencia de toda actuación en la envolvente y en los sistemas tendrá una repercusión más directa en los ocupantes, y el retorno económico será más inmediato. Por tanto: el edificio más eficiente será aquel que más se ocupe y mejor se utilice.



## 8. Agradecimientos

Al CDTI, al Gobierno de Navarra, a ACR Grupo, a la ingeniería GE& Asociados, al despacho jurídico Cañas abogados y a Aurea Consulting, a la Universidad de Navarra (UNav) por los estudios socio-demográficos y a la Universidad Pública de Navarra (UPNA) por el estudio de los sistemas domóticos.

## 9. Referencias

HABRAKEN, J. (2000): "El diseño de Soportes". Gustavo Gili reprints. Barcelona (primera edición en holandés, 1962)

KLINENBERG, E. (2012): "Going solo, the extraordinary rise and surprising appeal of living alone". The Penguin Press. New York.

MIGNUCCI, A. y HABRAKEN, N. J. (2009): "Soportes: Vivienda y Ciudad / Supports: Housing and City". Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

MONTANER, J.M., MUXÍ, Z. Y FALAGÁN, D.H. (2011): "Herramientas para habitar el presente, la vivienda del siglo XXI". Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

### Correspondencia (para más información contacte con)

Nombre y Apellido: Pablo Branchi  
Phone: +34 948 260 116  
Fax: +34 948 272 850  
E-mail: branchi@acr.es

### Cesión de Derechos

Por la presente, y como autor del trabajo mencionado arriba, cedo al Palacio de ferias y congresos de Málaga una licencia no-exclusiva irrevocable para imprimir, reproducir, distribuir, transmitir o comunicar de cualquier manera dicho trabajo, incluyendo el derecho de hacer modificaciones de formato. Además, afirmo que esta cesión no lesiona los derechos de terceros.

