

urbanZEB

Estrategias urbanas de transición energética de edificios

1. Introducción

La sociedad global y, con especial conciencia, la europea, se enfrenta a un reto ineludible: La demanda de sostenibilidad

La constatación científica y la percepción social de la profunda crisis ambiental generada raíz del sistema productivo industrial, ha desencadenado una reacción en forma de acciones orientadas hacia la progresiva restricción de la capacidad emisora de residuos contaminantes al medio y, esencialmente, de gases de efecto invernadero, pues sus efectos suponen la principal problemática global: el cambio climático.

Simultáneamente la sociedad global se adentra en una crisis paralela de disponibilidad de recursos energéticos claves para el desarrollo social, pues el petróleo, fuente que constituye más de un tercio de la energía primaria mundial, ha superado el punto máximo de producción y su disponibilidad se va reduciendo progresivamente -tal y como M. K. Hubbert predijo anunciando el *peak oil* en el cambio de siglo¹-.

Ante este escenario, la sociedad europea y su sector de la edificación se encuentra ante un reto profundamente transformador: ¿cómo conjugar el compromiso social de generar las condiciones de habitabilidad socialmente necesarias con el deber de reducir el consumo de recursos y la emisión de gases de efecto invernadero?

En el marco de una Unión Europea focalizada en un modelo de *clean economy* que fija ambiciosos objetivos ambientales como base para sostener la competitividad de todos los sectores en un escenario de aumento del precio de la energía y, al mismo tiempo mitigar los efectos del cambio climático, será necesario planificar y emprender grandes esfuerzos para reducir el consumo de los edificios que supone el 40% del uso de la energía a escala europea y cerca del 30% en España.

De lo contrario, no será posible alcanzar los escenarios más deseables de cambio climático con el actual sector de la edificación.

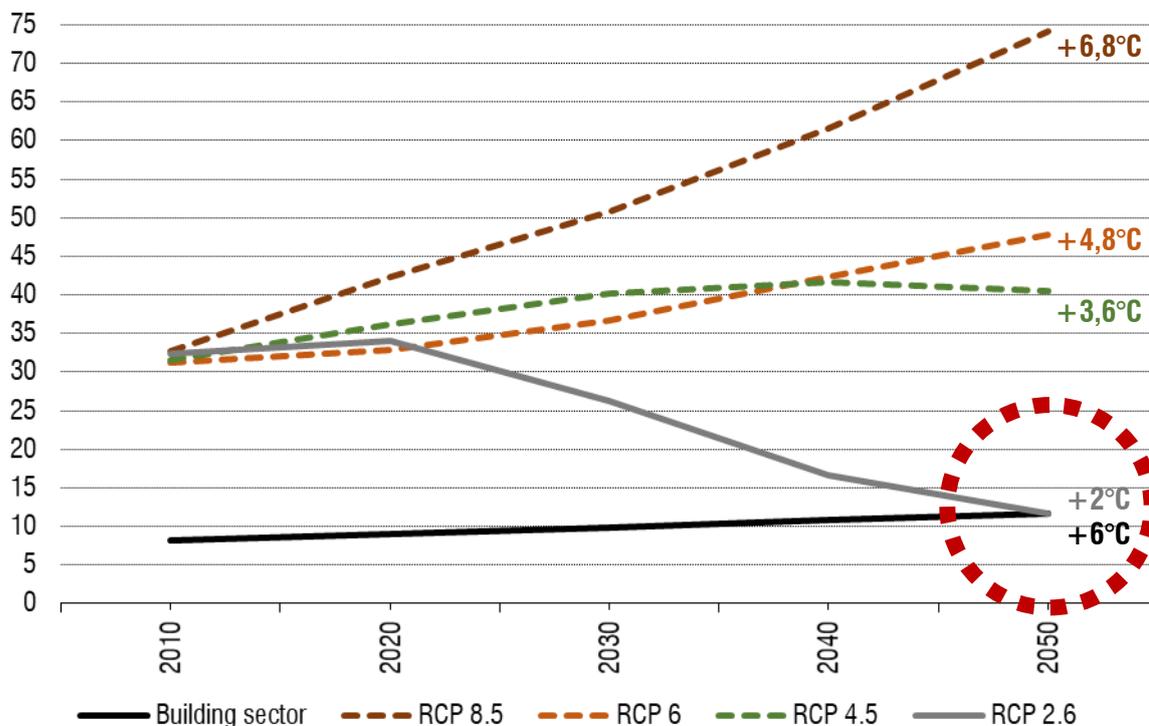
A escala global, si debemos satisfacer la demanda de energía de los edificios en 2050 siguiendo las tendencias actuales que marcan el futuro de la edificación, el sector consumirá todas las emisiones de gases de efecto invernadero de ese año que el IPCC considera que permitirían alcanzar un escenario de aumento de dos grados centígrados en la temperatura media terrestre respecto a los niveles pre-industriales.

En resumen: Con las tendencias actuales, el sector consumirá en 2050 todas las emisiones que permite para ese año el escenario de aumento de 2°C de temperatura².

¹ Hubbert, M. K. (1956). Nuclear energy and the fossil fuels

² Cuchí, A.; Arcas-Abella, J.; Casals-Tres, M.; Fombella, G. (2014). Building a common home. A Global Vision report. WSB14 Barcelona Conference.

Figura 1. Evolución de las emisiones de CO2 anuales mundiales y del sector de la edificación según distintos escenarios de aumento de la temperatura 2010-2050 (GtCO2/año)³



Para hacer frente a esta situación, y entre otras medidas, en el conjunto de directivas europeas se exige la elaboración de una estrategia nacional para cada país enfocada a la mejora de la eficiencia energética de su parque construido, paralelamente a la definición de un edificio de casi nula energía (nZEB) para ser aplicado antes de 2020 en todos los edificios nuevos y extendido progresivamente a la edificación existente.

Entre los últimos compromisos que apuntan en esta dirección, la UE ha impulsado el paquete de medidas *Clean Energy for All Europeans*, que prevé la descarbonización del conjunto de las viviendas del parque residencial antes de 2050 con nuevos impulsos a la inversión en eficiencia energética, porque *the clean energy is where the smart money is*.

Iniciativa que viene refrendada por la reciente publicación de la *DIRECTIVA (UE) 2018/844, de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética*. Donde de nuevo se refuerza el papel de las estrategias nacionales:

En su estrategia de renovación a largo plazo, cada Estado miembro establecerá una hoja de ruta con medidas e indicadores de progreso mensurables establecidos nacionalmente, con vistas al objetivo a largo plazo de 2050 de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la Unión en un 80-95 % en comparación con 1990, para garantizar un parque inmobiliario nacional altamente eficiente en términos energéticos y

³ IEA (2013). Transition to Sustainable Buildings - Strategies and Opportunities to 2050.

IPCC (2014). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the IPCC 5th Assessment Report – Changes to the underlying Scientific/Technical Assessment

descarbonizado, y facilitar la transformación económicamente rentable de los edificios existentes en edificios de consumo de energía casi nulo.

Las consecuencias de obviar estos compromisos pueden ser profundamente negativas, pues la no intervención generará costes sociales y económicos mayores que los derivados de emprender desde ahora una política activa. Dicho de otra manera: la inacción ya no es una alternativa.

Y, más allá de las repercusiones climáticas y económicas globales, el no enfrentamiento de la situación afectará en primer lugar a la ciudadanía, especialmente la más vulnerable. El deterioro del parque y, principalmente, el aumento progresivo y continuo de la factura energética de los combustibles fósiles, conducirá inexorablemente a la expansión de la pobreza energética hacia nuevas capas sociales hasta ahora no afectadas. Haciendo insostenible una política de ayudas centrada sólo en el pago público de unos costes de la energía que no pararán de aumentar y que cada vez requerirán más hogares.

2. Acciones necesarias

En este escenario, mantener las condiciones de vida y el nivel de habitabilidad socialmente necesario implicará disponer de forma urgente de instrumentos que permitan la elaboración de estrategias con eficiencia social y económica con el fin de abordar este reto.

La planificación a escala estatal y regional resulta importante en el logro de los objetivos sociales, económicos y ambientales marcados por la UE; como confirma la Directiva Europea de Eficiencia Energética de 2012 y su revisión de 2018 que ya se ha mencionado.

Sin embargo, desarrollar una planificación a escala urbana y metropolitana es, sin lugar a dudas, determinante en la planificación de la rehabilitación. Pues esta es la escala apropiada para realizar diagnósticos acertados, planificar estrategias efectivas, y ejecutar colaborativamente con el tejido social y productivo las acciones necesarias. De ahí la relevancia del *Covenant of Mayors for Climate & Energy* que se compromete a reducir el 40% de las emisiones de CO₂ en 2030 y adoptar un enfoque integral para abordar la atenuación del cambio climático y la adaptación al mismo.

Tiene pues la administración local –y, si existe, la metropolitana-, como primera autoridad del territorio y puente de enlace con la ciudadanía, un papel preeminente en la impulsión de políticas a nivel municipal de rehabilitación y de lucha contra la pobreza energética. De manera que se establezcan las condiciones para poner en marcha la rehabilitación del parque residencial a través de colaboraciones público-privadas y público-comunitarias.

La exigencia europea es meridianamente clara: *para cumplir de manera rentable las ambiciones de la Unión en materia de eficiencia energética sería necesario realizar la renovación a una tasa media anual del 3%.*

Sin olvidar que la intervención en cada edificio del parque residencial debe estar basada en renovaciones profundas orientadas al objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 80-95% en comparación con 1990, mediante un equilibrio rentable entre descarbonizar el suministro de energía y reducir el consumo final de energía pero, al mismo tiempo, aplicando el principio *primero, la eficiencia energética* -incluida la consideración de los factores de uso y gestión por parte de los usuarios- y estudiando en segunda instancia el despliegue de las energías renovables.

3. Un paso hacia adelante

Conscientes de las limitaciones de la *Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España* de 2014 –y su revisión de 2017⁴, tanto metodológicas como de escala; en 2015 se inició el desarrollo de una nueva generación de estrategias de renovación energética de edificios; esta vez, si, de escala urbana, metropolitana y hasta regional.

Fruto de este trabajo realizado en los últimos 3 años ha tomado forma el proyecto *urbanZEB*, que engloba el desarrollo de estrategias de rehabilitación energética en los municipios de Sant Cugat del Vallès, Santa Coloma de Gramenet y Sant Boi del Llobregat y, recientemente, el trabajo en escalas superiores como el Área Metropolitana de Barcelona y la Comunidad Autónoma del País Vasco.

En esencia, *urbanZEB* -estrategias urbanas de transición energética de edificios- es una herramienta de planificación capacitada para diagnosticar y realizar un plan de acción global para una área urbana, evaluando y representando su estado actual, definiendo objetivos ambientales en el tiempo, y generando una hoja de ruta de transición a escala urbana que precisa dónde, cuándo y qué acciones hay que implementar y qué indicadores de seguimiento hay que monitorizar.

La herramienta dispone de un innovador software basado en técnicas Big Data capaz de determinar las características específicas de cada edificio, realizar una simulación energética hora a hora a partir de un modelo térmico multi-zonal, y valorar los efectos energéticos y económicos de una rehabilitación particularizada del inmueble.

Los resultados proporcionados a nivel arquitectónico, energético y económico, así como los indicadores transversales, son consultables edificio a edificio y, de forma agregada, para unidades superiores -sección censal, barrio, municipio-, a través de una plataforma on-line dirigida a la ciudadanía, a profesionales e investigadores, y a técnicos de la administración y equipos políticos.

4. Caracterización arquitectónica

El objetivo de la primera caracterización del parque residencial es definir cada uno de los edificios que lo componen a nivel arquitectónico, y, principalmente, en relación a las variables que tienen mayor incidencia en su comportamiento energético y/o en las posibilidades que presenta para ser rehabilitado energéticamente.

A nivel metodológico *urbanZEB* representa una clara superación de las barreras metodológicas que llevaba aparejadas la *Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España*.

Puesto que trasciende el uso de estadísticas del sector residencial –como el Censo de Población y Vivienda de 2011⁵-, para iniciar el camino de la determinación inmueble a inmueble de sus características mediante el empleo de tecnología GIS y el desarrollo de un software propio de análisis de datos.

Las fuentes de datos utilizadas para hacer posible este elevado nivel de granularidad han sido el Catastro –en formato de base de datos alfanumérica y de información gráfica

⁴ Ministerio de Fomento (2014 y 2017). *Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España*

⁵ INE (2014). *Censo de Población y Vivienda de 2011*.

georeferenciada- y, en determinados casos, la ordenación urbanística. Hecho que ha requerido un esfuerzo muy importante de comprensión, depuración y transformación de los datos para construir un *dataset* apropiado para la finalidad del proyecto.

A partir del procesamiento de estas dos fuentes es posible detallar para cada inmueble hasta 224 variables relacionadas con la localización, usos y superficies, tipo de propiedad residencial, año de construcción, número de plantas, y número de viviendas; así como realizar la modelización geométrica, entendiendo como tal la definición de las características geométricas de cada una de las plantas del edificio que permitirán posteriormente la simulación de la demanda energética a través de un modelo estático multi-zonal.

En este proceso de caracterización arquitectónica, en buena medida la fiabilidad final está ligada a la calidad de los datos de entrada, esencialmente a los del Catastro, y específicamente a la consistencia entre datos alfanuméricos y la información gráfica georeferenciada. La complejidad del parque residencial, conjuntamente con ciertas deficiencias en la información de base, da lugar al fin a diferentes problemáticas que inciden directamente en la fiabilidad de los resultados, motivo por el cual se ha desarrollado un sistema de clasificación de cada inmueble según la fiabilidad de la caracterización.

El trabajo realizado hasta el momento, sobre aproximadamente 45.000 inmuebles y 320.000 viviendas de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, apunta que es posible aceptar resultados de hasta el 80% del parque residencial, con un grado de fiabilidad razonablemente elevado en la mitad de este porcentaje y con menor precisión en el resto.

A nivel de resultados, entre toda la información generada, *urbanZEB* ofrece hasta 11 de indicadores arquitectónicos que se consideran especialmente relevantes:

- Uso principal
- Tipo de inmueble residencial
- Tipo de propiedad residencial
- Año de construcción de la parte residencial
- Número de viviendas
- Número de plantas de la parte residencial
- Superficie construida
- Superficie residencial construida
- Tipo de ordenación urbanística
- Segmentación tipológica
- Clúster tipológico

Los nueve primeros se refieren a variables simples –que atañen a una sola característica del parque-, mientras que los dos últimos se conforman a partir de la combinación de 2 o más variables simples.

La Segmentación tipológica es un análisis el parque residencial en 108 fragmentos generados a partir de 4 variables: Tipo de propiedad residencial; Año de construcción de la parte residencial; Tipo de ordenación urbanística; Número de plantas de la parte residencial.

Y el Clúster tipológico es una reducción de la segmentación a 12 conjuntos –de la A a la L- en base únicamente a 2 variables: Tipo de propiedad residencial; Año de construcción de la parte residencial.

Tabla 1. Segmentación tipológica del parque residencial

		Inmueble con vivienda Unifamiliar			Inmueble con vivienda Plurifamiliar		
		Edificación aislada	Edificación en medianera	Edificación indeterminada	Edificación aislada	Edificación en medianera	Edificación indeterminada
Inmuebles anteriores a 1900	PB a PB+2	A1	A2	A3	G1	G2	G3
	PB+3 a PB+8	A4	A5	A6	G4	G5	G6
	PB+9 en adelante	A7	A8	A9	G7	G8	G9
Inmuebles de 1901 a 1940	PB a PB+2	B1	B2	B3	H1	H2	H3
	PB+3 a PB+8	B4	B5	B6	H4	H5	H6
	PB+9 en adelante	B7	B8	B9	H7	H8	H9
Inmuebles de 1941 a 1960	PB a PB+2	C1	C2	C3	I1	I2	I3
	PB+3 a PB+8	C4	C5	C6	I4	I5	I6
	PB+9 en adelante	C7	C8	C9	I7	I8	I9
Inmuebles de 1961 a 1980	PB a PB+2	D1	D2	D3	J1	J2	J3
	PB+3 a PB+8	D4	D5	D6	J4	J5	J6
	PB+9 en adelante	D7	D8	D9	J7	J8	J9
Inmuebles de 1981 a 2007	PB a PB+2	E1	E2	E3	K1	K2	K3
	PB+3 a PB+8	E4	E5	E6	K4	K5	K6
	PB+9 en adelante	E7	E8	E9	K7	K8	K9
Inmuebles de 2008 en adelante	PB a PB+2	F1	F2	F3	L1	L2	L3
	PB+3 a PB+8	F4	F5	F6	L4	L5	L6
	PB+9 en adelante	F7	F8	F9	L7	L8	L9

Esta propuesta de análisis, que emana de la metodología empleada en los informes GTR⁶ y la Estrategia a largo plazo nacional, es especialmente relevante por cuanto permite la comprensión del parque residencial a partir de la fragmentación en grupos de viviendas que presentan condiciones y problemáticas similares y que, por tanto, requieren conjuntos de actuaciones también similares en la vertiente energética.

⁶ Green Building Council España (2011). Informe GTR, 2011. Una visión-país para el sector de la edificación en España: Hoja de ruta para un nuevo sector de la vivienda.

Green Building Council España (2012). Informe GTR, 2012. Una visión país para el sector de la edificación en España: Plan de acción para un nuevo sector de vivienda.

5. Caracterización energética

El objetivo de la segunda caracterización del parque residencial es definir cada uno de los edificios que lo componen a nivel energético en su estado actual y en el potencial de reducción de la demanda y el consumo energético que presenta al ser rehabilitado energéticamente, así como la valoración de las emisiones de CO₂ vinculadas a cada uno de los escenarios edificatorios.

A nivel metodológico *urbanZEB* representa una vez más un paso hacia adelante respecto a la metodología empleada en la *Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España*, y, en general, respecto a la mayoría de estudios energéticos de escala urbana.

Principalmente porque la demanda energética no es la extrapolación de los resultados de unos pocos inmuebles tipo (arquetipos) sino que, como rasgo diferencial de este estudio, se determina en base a cálculos caso a caso que reproducen las condiciones específicas de cada inmueble y permiten generar una imagen precisa del parque residencial.

Estos cálculos son llevados a cabo mediante un programa de simulación energética de escala urbana desarrollado específicamente para realizar esta tarea en base a la ISO 52016-1:2017, capaz de estimar hora a hora y a partir de un modelo térmico multi-zonal el comportamiento térmico y la demanda energética anual asociada a la calefacción y a la refrigeración de la parte residencial de cada planta de cada inmueble incluido en el ámbito de estudio.

El procedimiento tiene en cuenta las ganancias y las pérdidas debidas a la conducción para cerramientos en contacto con el medio aéreo y terrestre, y con otros espacios construidos climatizados o no climatizados; la ventilación higiénica y/o por infiltración; y a las cargas internas para iluminación, electrodomésticos y uso. El comportamiento térmico también considera la inercia térmica a partir del calor específico de los materiales que componen el edificio. Las ganancias solares se pueden incorporar sin tener en cuenta, por ahora, el entorno urbano; aunque se están dando pasos para poder valorar el efecto de las sombras proyectadas por los elementos circundantes y/o el propio edificio.

Para alimentar todo este complejo sistema de simulación, la metodología prevé 3 tipos de datos de entrada: características arquitectónicas procedentes de la fase anterior; características constructivas inferidas a partir de la clasificación en clústers de cada inmueble; resto de características relacionadas con las temperaturas exteriores y de consigna, las cargas internas, los flujos de ventilación, sistemas activos y rendimientos, factores de emisión y de energía final-primaria, así como consumos del resto de usos energéticos –no climáticos- de una vivienda. Para la determinación de este conjunto de inputs, se emplea tanto los valores de referencia de los informes GTR y de la Estrategia a largo plazo nacional, como los definidos por el Código Técnico de la Edificación (CTE) y, en determinados casos, las publicaciones del Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía (IDAE).

A partir del procesamiento de este conjunto de datos de entrada, *urbanZEB* realiza una caracterización energética exhaustiva de cada inmueble a través de la valoración de:

- En primer lugar, el comportamiento térmico de los inmuebles a partir de la autonomía térmica en régimen libre, entendida como la capacidad de cada inmueble para proporcionar ciertas condiciones de habitabilidad sin la intervención de un sistema de climatización, es decir, sin el suministro de energía.

- En segundo lugar, la demanda energética anual asociada al mantenimiento de la temperatura adecuada para vivir en condiciones adecuadas en el interior de las viviendas.
- En tercer, el consumo energético anual global, que incluye el consumo derivado de la climatización y el consumo asociado al conjunto de usos energéticos (calefacción, electrodomésticos, cocina, ACS e iluminación).
- En cuarto lugar, la calificación energética de la demanda y el consumo energético climático.
- En quinto lugar, las emisiones de CO₂ y la energía primaria asociada al consumo energético climático y no climático.
- En sexto lugar, la *embodied energy* necesaria para llevar a cabo las intervenciones previstas según el menú de rehabilitación previsto para cada clúster.

Esta valoración se concreta en el cálculo de una serie de indicadores desagregados en función de:

- Dos umbrales de habitabilidad (confort y salud) que atienden a circunstancias diferentes en relación al uso de la energía. El primero parte del supuesto que hay que mantener en todo momento las viviendas en condiciones de habitabilidad de confort, utilizando como referencia la temperatura establecida por el Código Técnico de la Edificación (CTE) para el uso térmico y unas condiciones medias de consumo para los otros usos energéticos. El segundo se orienta a mantener en todo momento las viviendas en condiciones de salud, entendiendo como tales tanto el mantenimiento de las condiciones térmicas interiores de la vivienda por encima de la temperatura mínima a partir de la cual existe un riesgo para la salud del habitante (16°C)⁷, como el consumo mínimo para los demás usos de energía a la vivienda que garantizan unas condiciones de habitabilidad mínimas.
- Dos hipótesis de vector energético para calefacción (electricidad y gas natural).
- Dos escenarios edificatorios: el estado actual según su caracterización arquitectónica y las soluciones constructivas inferidas según el clúster al que pertenece, y el escenario post-intervención energética en base a una propuesta de menú constructivo ligado a la rehabilitación energética del inmueble, a fin de evaluar el potencial de reducción de este tipo de actuaciones.

A nivel de resultados finalmente, todo este procedimiento se materializa en una serie de indicadores energéticos, organizados en 3 grupos:

Comportamiento térmico

- Tiempo de autonomía térmica en régimen libre de cada inmueble según umbral de habitabilidad y escenario edificatorio.
- Salto térmico en régimen libre de cada inmueble según umbral de habitabilidad y escenario edificatorio.
- Temperatura interior en régimen libre de cada inmueble según umbral de habitabilidad y escenario edificatorio.

⁷ Collins, K.J, (1986). Low indoor temperatures and morbidity in the elderly. Age and ageing, vol. 15, Issue 4.

Demanda energética

- Demanda energética de calefacción por inmueble, vivienda y m2 según umbral de habitabilidad y escenario edificatorio.
- Variación de la demanda energética de calefacción del escenario post-intervención respecto al escenario actual según umbral de habitabilidad.
- Calificación energética de la demanda energética de calefacción -etiquetas de la A a la G- según umbral confort y escenario edificatorio.
- Variación de la calificación energética de la demanda energética de calefacción del escenario post-intervención respecto al escenario actual según umbral de habitabilidad.

Consumo energético

- Consumo energético de calefacción por inmueble, vivienda y m2 según umbral de habitabilidad, hipótesis de vector energético y escenario edificatorio.
- Reducción del consumo energético de calefacción del escenario post-intervención respecto al escenario actual según umbral de habitabilidad e hipótesis de vector energético.
- Consumo energético total por inmueble, vivienda y m2 según umbral de habitabilidad, hipótesis de vector energético y escenario edificatorio.
- Emisiones de CO2 vinculadas a la calefacción totales por inmueble, vivienda y m2 según umbral de habitabilidad, hipótesis de vector energético y escenario edificatorio.
- Energía primaria vinculada a la calefacción total por inmueble, vivienda y m2 según umbral de habitabilidad, hipótesis de vector energético y escenario edificatorio.

Eficacia de la intervención

- Eficacia energética en la reducción del consumo de calefacción según umbral de habitabilidad.

6. Caracterización económica

El objetivo de la tercera caracterización del parque residencial es definir cada uno de los edificios que lo componen a nivel económico, tanto en relación a la afectación económica que conlleva el consumo energético para un hogar y el riesgo de sufrir pobreza energética, como en el coste económico de una intervención profunda en su vivienda o inmueble, y el impacto en términos de lugares de trabajo creados.

A nivel metodológico *urbanZEB* ofrece aportaciones innovadoras por cuanto proporciona resultados edificio a edificio y realiza aproximaciones a grados de vulnerabilidad energética, pero al mismo tiempo, padece la perenne falta de datos más precisos de niveles de renta familiar que permitan cotejar con el mismo nivel de granularidad.

Para el cálculo de los importes económicos del consumo energético la metodología emplea el sistema tarifario vigente de la energía eléctrica y el gas natural basado en el término de consumo, el término de potencia, los conceptos fijos –alquileres y mantenimientos- y los conceptos variables –impuestos-. Los valores que nutren dicho sistema se obtienen por su parte de ofertas publicadas por comercializadoras de escala estatal a través de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC).

Para la valoración de la pobreza energética se emplea el enfoque de ingresos y gastos que considera que un hogar se encuentra en situación de pobreza energética cuando deben gastar más de un 10% de su renta en los suministros energéticos asociados a su vivienda (calefacción y refrigeración, producción de agua caliente sanitaria, iluminación, equipos y cocina)⁸. Y se recopilan datos municipales de renta media por persona o por hogar, a los cuales se les aplica el criterio de pobreza monetaria (60% de la renta mediana).

Para el cálculo de los costes económicos y los lugares de trabajo creados a raíz de la aplicación de los menús de intervención relacionados con cada inmueble según su pertenencia a un clúster tipológico, el procedimiento incorpora a los datos generados en las fases anteriores datos procedentes de la base de datos BEDEC del Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya (ITeC) –para los estudios realizados en el Área Metropolitana de Barcelona–, relacionados con el coste unitario y las horas de trabajo de cada solución constructiva.

A nivel de resultados, y a partir del procesamiento de los datos arquitectónicos y energéticos previos más los nuevos valores económicos, *urbanZEB* desarrolla una caracterización económica para cada inmueble, atendiendo a los distintos umbrales de habitabilidad, hipótesis de vector energético y escenarios de la edificación, mediante el cálculo de los siguientes indicadores:

Coste de la energía

- Coste del consumo energético de calefacción según umbral de habitabilidad, hipótesis de vector energético y escenario edificatorio.
- Variación del coste del consumo energético de calefacción del escenario post-intervención respecto al escenario actual según umbral de habitabilidad e hipótesis de vector energético.
- Importe de la factura energética del consumo total según umbral de habitabilidad, hipótesis de vector energético y escenario edificatorio.
- Variación del importe de la factura energética del consumo total del escenario post-intervención respecto al escenario actual según umbral de habitabilidad e hipótesis de vector energético.

Pobreza energética

- Renta mínima por hogar para evitar pobreza energética según umbral de habitabilidad, hipótesis de vector energético y escenario edificatorio.
- Variación de la renta mínima por hogar para evitar pobreza energética del escenario post-intervención respecto al escenario actual según umbral de habitabilidad, hipótesis de vector energético.
- Riesgo de sufrir pobreza energética según umbral de habitabilidad, hipótesis de vector energético y escenario edificatorio.
- Variación del riesgo de sufrir pobreza energética del escenario post-intervención respecto al escenario actual según umbral de habitabilidad, hipótesis de vector energético.

⁸ Asociación de Ciencias Ambientales (2016). Pobreza, vulnerabilidad y desigualdad energética. Nuevos enfoques de análisis.

Impacto económico de la intervención

- Coste económico de la intervención según hipótesis de vector energético.
- Creación de puestos de trabajo a partir de la intervención según hipótesis de vector energético.

Eficacia de la intervención

- Eficacia económica en la reducción del coste del consumo de calefacción según umbral de habitabilidad.
- Eficacia económica en la reducción del importe de la factura energética según umbral de habitabilidad.

7. Indicadores transversales

El objetivo de la cuarta caracterización del parque residencial es definir cada uno de los edificios que lo componen a nivel transversal, esto es, mediante el cruce de datos procedentes de 2 o más campos de indicadores –arquitectónicos, energéticos, económicos-, con el fin de profundizar en la comprensión de las implicaciones y las repercusiones de llevar a cabo determinada acción de renovación energética de edificios.

A nivel metodológico, y llegados hasta este punto, el cálculo de estos indicadores no presenta más complicación que la combinación de indicadores anteriormente desarrollados; siendo sin embargo necesaria la reflexión oportuna acerca de la utilidad de la información resultante.

Esencialmente hasta el momento, en el marco de *urbanZEB* se han desarrollado 2 indicadores transversales que relacionan comportamiento térmico y reducción del consumo energético para calefacción con la inversión económica realizada para llevar a cabo la rehabilitación energética, con el objetivo de valorar el esfuerzo económico que conlleva la mejora de las condiciones de habitabilidad y la reducción del consumo energético:

- Eficacia económica en el aumento de la temperatura interior de las viviendas.
- Eficacia económica en la reducción del consumo de calefacción según umbral de habitabilidad.

8. Criterios de intervención

El proyecto *urbanZEB*, como paraguas de distintos estudios realizados hasta el momento, permite el desarrollo de diferentes sistemas de criterios de intervención en función del segmento social al que se dirige la estrategia urbana de transición energética de edificios y/o de la proyección temporal de la misma.

Segmento social

Por un lado, los resultados de *urbanZEB* pueden organizarse para el desarrollo de políticas de renovación urbana que distingan claramente los mecanismos apropiados para cada segmento social de su población.

En este sentido, cabe destacar que nada tiene que ver las acciones de impulsión de proyectos en los segmentos superiores de la estratificación social que disponen de mayores ingresos, focalizados en la imposición de rehabilitaciones cuando estas resulten económicamente rentables, con los segmentos intermedios, que pueden necesitar incentivos en forma de subvenciones o la facilitación de créditos verdes, con los

segmentos inferiores, que según la severidad de su situación pueden requerir una ayuda pública parcial o total para realizar una intervención.

Por ello, *urbanZEB* ofrece un abanico de indicadores que permiten valorar políticas públicas que se encuadran en estos tres tipos de acciones, abastando tanto criterios de mayor reducción del consumo energético o mayor eficacia de la intervención en términos energéticos, como criterios orientados a las peores situaciones de comportamiento térmico de los edificios o de riesgo de pobreza energética. En esta línea destaca la introducción de un nuevo umbral de habitabilidad, el de salud, que permite evaluaciones enfocadas específicamente a esta problemática.

En cada caso, la metodología puede y debe afinarse con las consideraciones de contorno, la voluntad política y el criterio técnico del proyecto, con la finalidad de definir la batería de indicadores más adecuados a estas circunstancias.

Horizonte temporal

Por el otro, *urbanZEB* también es amoldable a la proyección temporal de la estrategia, siendo posible esencialmente dos grandes tipos de estrategias en este sentido.

En primer lugar, se encuentran aquellas que están enfocadas a la determinación de las posibilidades y potencialidades del momento presente. En este caso, se define el estado actual y se aplica una serie de medidas de intervención para generar un escenario post-intervención basado en las condiciones de la actualidad; esto es, costes energéticos, costes económicos, situación socioeconómica de la población, etc.

El objetivo principal de estos estudios es priorizar la política del presente, aproximándose a la realidad del momento y definiendo en que zonas o edificios hay que empezar primero las acciones de renovación según los criterios mencionados en el apartado anterior.

En segundo lugar, se encuentran las estrategias del tipo *roadmap*, es decir, que no solo determinan el estado presente sino que hacen una proyección hacia un horizonte determinado de la política de renovación urbana, normalmente a medio (2030) o largo plazo (2050). Son estrategias que, en el caso de *urbanZEB*, se pueden calificar de herederas de los informes GTR y la *Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España*, por cuanto presentan una metodología y unos criterios muy parecidos en la fase de proyección –si bien con valores de base con una granularidad completamente distinta–.

Para el desarrollo de estas metodologías es necesario la incorporación de datos que evolucionan a lo largo del tiempo, como, por ejemplo, el precio de la energía, la curva de aprendizaje tecnológico, el índice de precios de consumo (IPC), o la evolución del mix energético, así como una definición mucho más precisa de la capacidad del sector de la rehabilitación (viviendas rehabilitadas/año) y la previsión de inversión pública anual a medio y/o largo plazo.

El fin principal de estos estudios es no solamente priorizar la política del presente, sino trazar un recorrido que permita alcanzar los objetivos fijados a nivel local o metropolitano o regional, y si estos convergen con el horizonte de descarbonización fijado por la Unión Europea. Así como prever de entrada cuales van ser las distintas fases por las que se va a transitar entremedio.

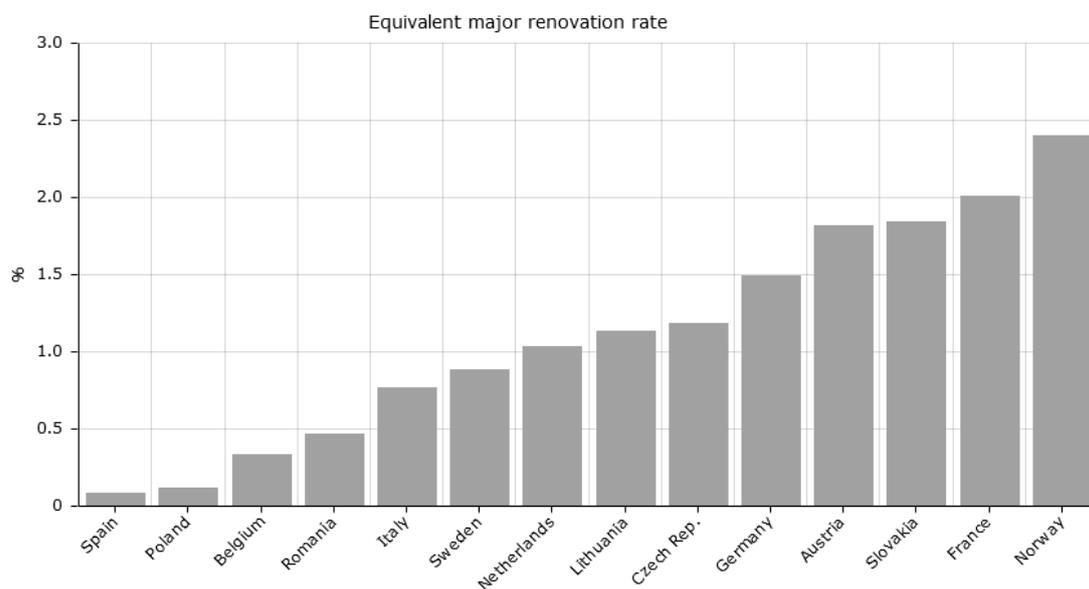
No deja de ser sin embargo mencionable que este tipo de estudios de prospectiva deben realizarse con la máxima predisposición a cambiarlos o regenerarlos a medida que la realidad vaya desarrollándose, siempre desde una perspectiva de resiliencia.

9. Apuntes finales

urbanZEB tiene la intención de dar un importante paso hacia adelante en la planificación estratégica de la rehabilitación energética del parque residencial, en la línea de esfuerzos requeridos, ya reiteradamente, por la Unión Europea.

Para alcanzar el objetivo de la descarbonización en el horizonte 2050 es necesario intervenir mediante renovaciones profundas en los inmuebles residenciales con tasas anuales del 3%; pero dicha dinámica no se pondrá en marcha de forma espontánea, como demuestra el hecho que a pesar de las estrategias hasta ahora desarrolladas el sector de la rehabilitación no ha despegado aún. Y, de hecho España presenta una de las tasas de renovación más bajas de la Unión Europea.

Figura 2. Tasa de renovación equivalente del parque construido⁹



Para revertir esta situación es necesario disponer de nuevos instrumentos de planificación que aporten nueva, más variada y más precisa información acerca de las condiciones actuales del parque construido y su potencial de rehabilitación. Y, esta es una de las principales innovaciones de *urbanZEB* respecto a metodologías empleadas por estudios anteriores. Siendo ahora posible disponer de información precisa para cada inmueble en el campo arquitectónico, energético y económico.

Así mismo, resulta también esencial descender de la escala estatal para acercarse a niveles donde el diagnóstico sea más acertado y la implantación sea más operativa, como la escala municipal o metropolitana. Siendo conscientes que el actual marco competencial y de financiación no permite la autonomía de estos niveles más bajos de la administración, motivo por el cual será necesario tejer el sistema que permita que los fondos europeos y estatales puedan llegar a las áreas urbanas que las estrategias locales prioricen en cada momento.

No obstante, en el transcurso de la elaboración de los distintos estudios que conforman *urbanZEB* también se pone de manifiesto ciertos aspectos externos negativos que requieren soluciones a corto plazo si se pretende seguir profundizando en la calidad de la

⁹ Zebra2020 – Data tool (2016). Energy efficiency trends in buildings

planificación estratégica. Y son aspectos básicamente vinculados a la calidad de los datos disponibles hoy en día.

Por una parte, se pone de relieve cierta inconsistencia en la información catastral española, con una parte no menospreciable de inmuebles que presentan falta de precisión en los datos o con contradicciones entre datos alfanuméricos y la información gráfica georeferenciada. En esta misma línea de argumentación, sería altamente oportuno avanzar hacia un sistema que permita la definición de cada propiedad dentro del edificio (cada vivienda), como en el sistema catastral vizcaíno, hecho por el momento inexistente a nivel gráfico.

Por otra parte, a raíz de la posibilidad de disponer de información a nivel de inmueble a través de la metodología de *urbanZEB*, resulta oportuno reclamar progresos similares en otros campos de información esencial para la evaluación de las posibilidades de rehabilitación energética del parque residencial:

- Ocupación de las viviendas. Si bien el padrón municipal dispone de datos precisos de ocupación de cada vivienda, por el momento no es posible el acceso a dicha información.
- Consumo energético. Si bien las compañías distribuidoras disponen de información acerca del consumo energético real del conjunto de hogares españoles (para garantizar la competencia en el mercado energético), hasta la fecha dichos datos no son accesibles ni para la administración ni para los centros de investigación, aunque el fin por el cual se pretende su explotación sea de interés público.
- Renta familiar. Si bien el Ministerio de Hacienda dispone de una base de datos altamente precisa de las rendas disponibles para cada hogar, su acceso por parte de otros ministerios y/u organismos públicos no está hasta ahora previsto.

Parece claro que el avance hacia metodologías más completas y precisas que permitan el desarrollo de las estrategias necesarias para abordar los retos ambientales que se derivan de la demanda de sostenibilidad, es posible en el campo del conocimiento del parque construido mediante herramientas como *urbanZEB*. Pero dicho esfuerzo debe ir acompañado por la superación de barreras al acceso a la información actualmente disponible, superación que solamente es posible con una apuesta política decidida.