

M4

Estrategias para la reducción de la demanda energética: el potencial en edificios de nueva construcción y rehabilitación



CONTENIDO

1. // Introducción

- 1.1. Consumo energético del sector de la edificación
- 1.2. Análisis del ciclo de vida – un enfoque holístico
- 1.3. Energía incorporada en los materiales de construcción

2. // Energía en el uso de los edificios: marco legislativo

- 2.1. La Directiva Europea 2002/91/EC
- 2.2. La Directiva Europea 2010/31/EC
- 2.3. Sellos y certificaciones energéticas

3. // Parámetros para influenciar el consumo energético del uso del edificio

- 3.1. Pasivos: Inercia térmica / Aislamiento/ Control Solar/ Ventilación
- 3.2. Híbridos: “Free cooling” / Recuperación de calor / intercambio geotérmico
- 3.3. Activos: Instalaciones energéticamente eficientes
- 3.4. Gestión de edificios y Sistemas de Control

4. // Medidas de planificación urbana para promover la rehabilitación energética

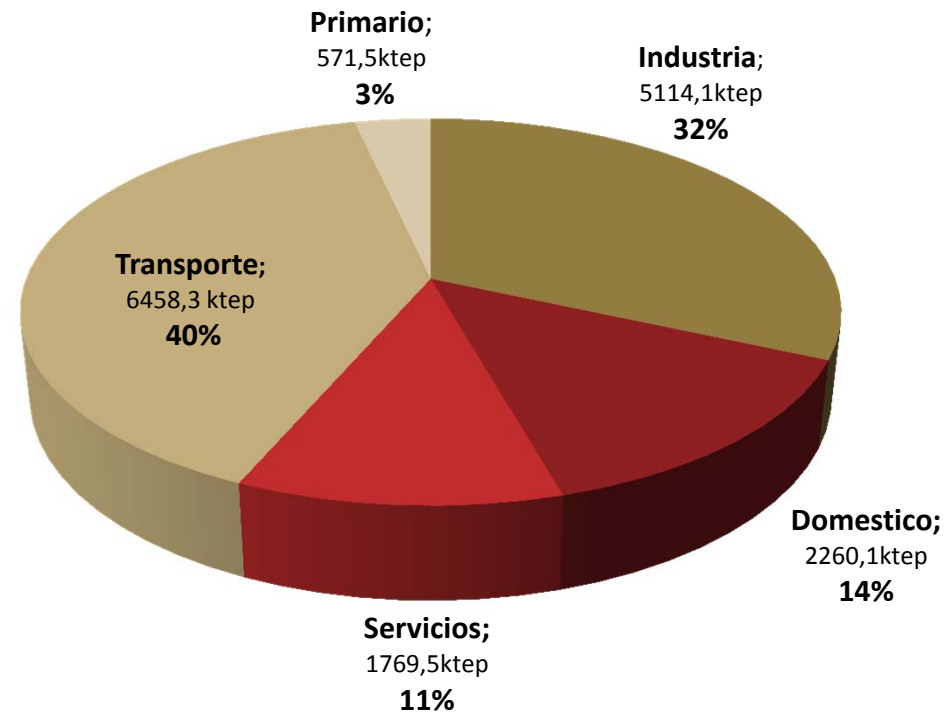
- 4.1. La importancia de la rehabilitación energética
- 4.2. Ordenanzas innovadores de planificación urbana

1. Introducción

1.1. El Consumo energético del sector de la edificación

Participación del sector de la edificación en las emisiones de CO₂ totales en Europa:

40%. [1]



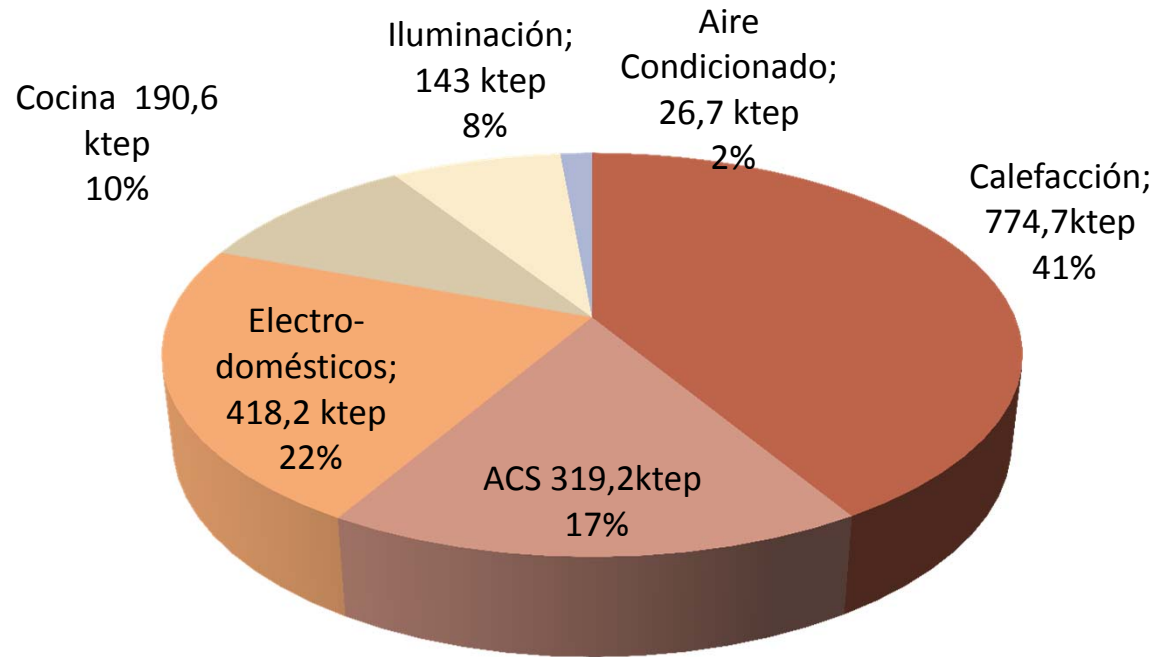
[1] EPBD - *Energy Performance Buildings Directive* 2002/91/EC 4th of January 2003
Official Journal of the European Communities

Distribución del consumo de energía final por sector. Consumo de energía final total : 9714 ktep. Cataluña 2007, Fuente: ICAEN

1. Introducción

1.1. El Consumo energético del sector de la edificación

Consumo de energía final en el sector residencial de Cataluña



Consumo energético final domestico/m ² viviendas principales 2007	Consumo energético domestico	Calefacción	ACS/cocina	Electro domésticos	Iluminación	Refrigeración
kWh/m ²	83.0	34.3	22.9	18.5	6.4	1.2

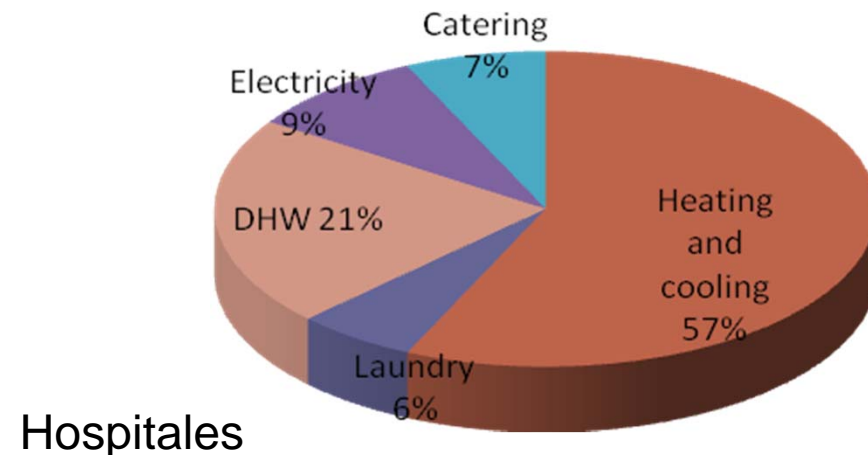
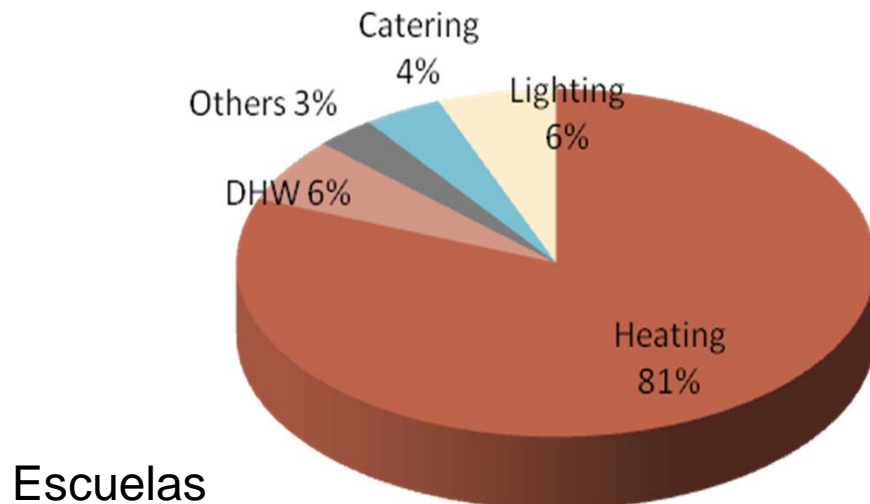
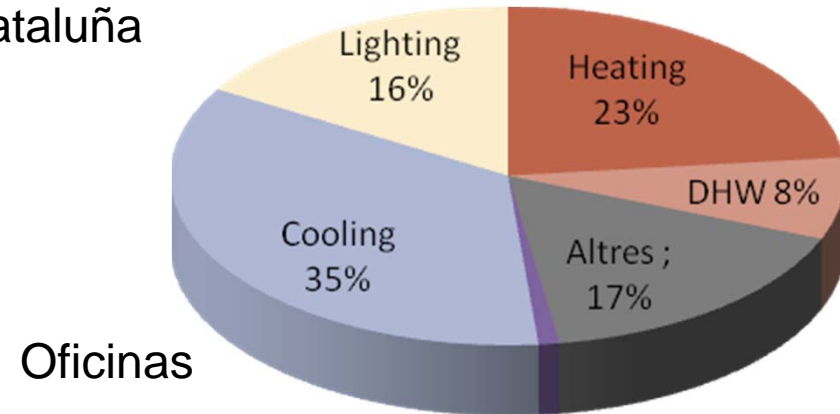
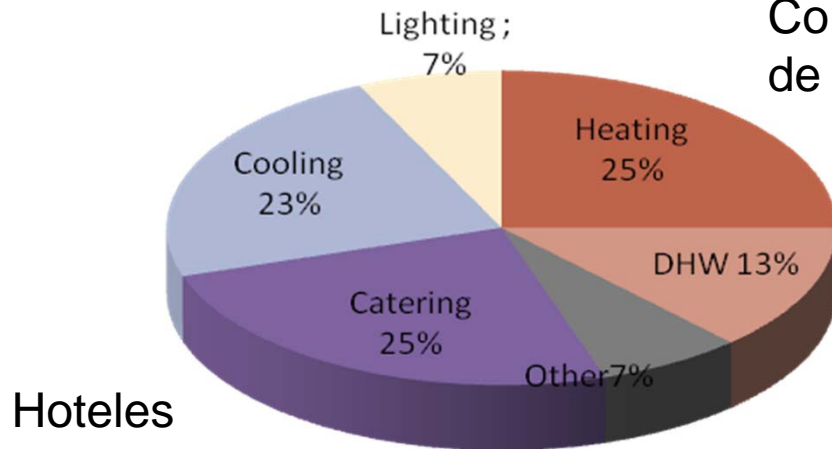
Fuente. Associació LIMA – Low Impact Mediterranean Architecture, “Regional Benchmark Analysis”, estadísticas del IDESCAT e ICAEN, elaborado en el marco del proyecto MARIE, 9/2011



1. Introducción

1.1. El Consumo energético del sector de la edificación

Consumo de energía final en el sector de servicios de Cataluña

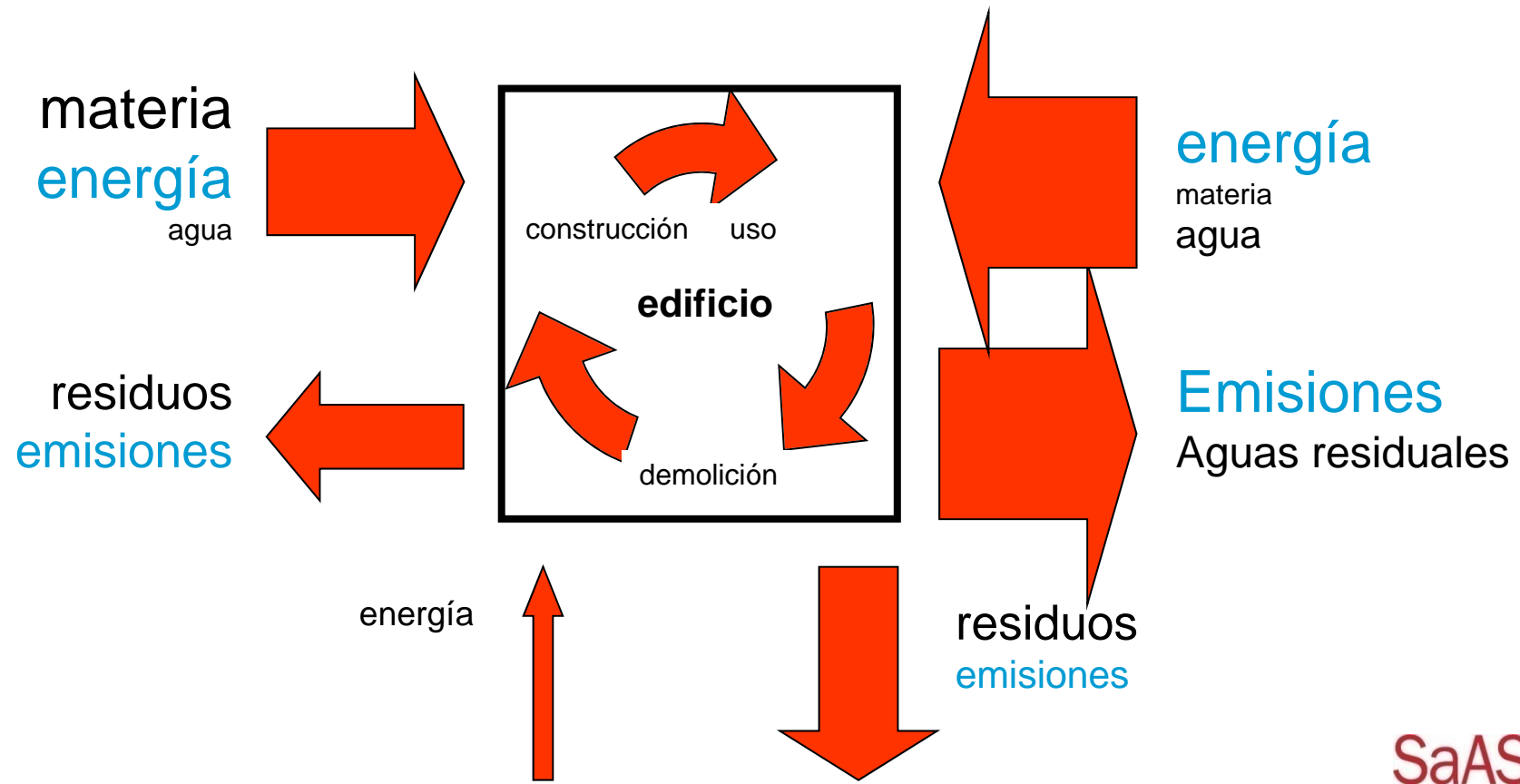


ICAEN (2004): Dades de consums i comportament energètic per a diferents sectors consumidors Projecte Ciutat Sostenible. Fòrum Barcelona 2.004

1. Introducción

1.2. Análisis del ciclo de vida – un enfoque holístico

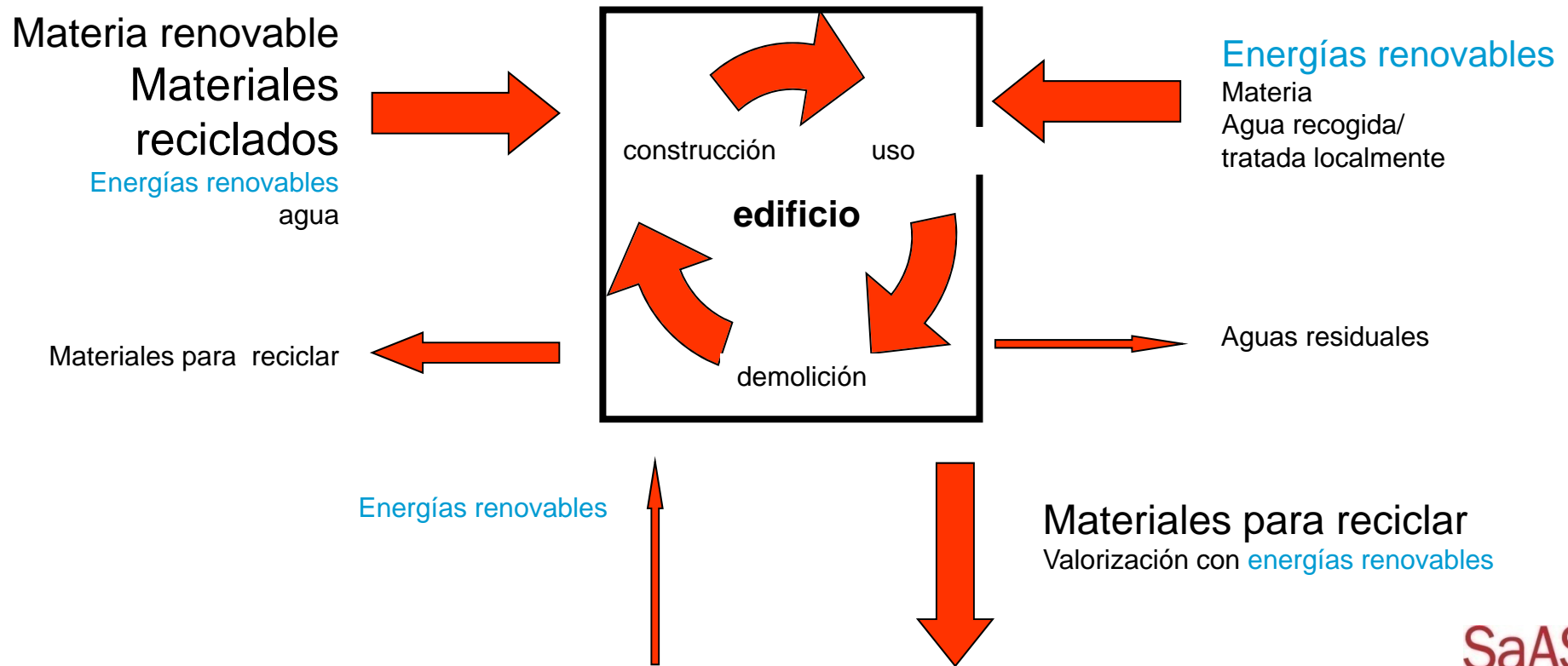
Modelo actual del ciclo de recursos



1. Introducción

1.2. Análisis de ciclo de vida – un enfoque holístico

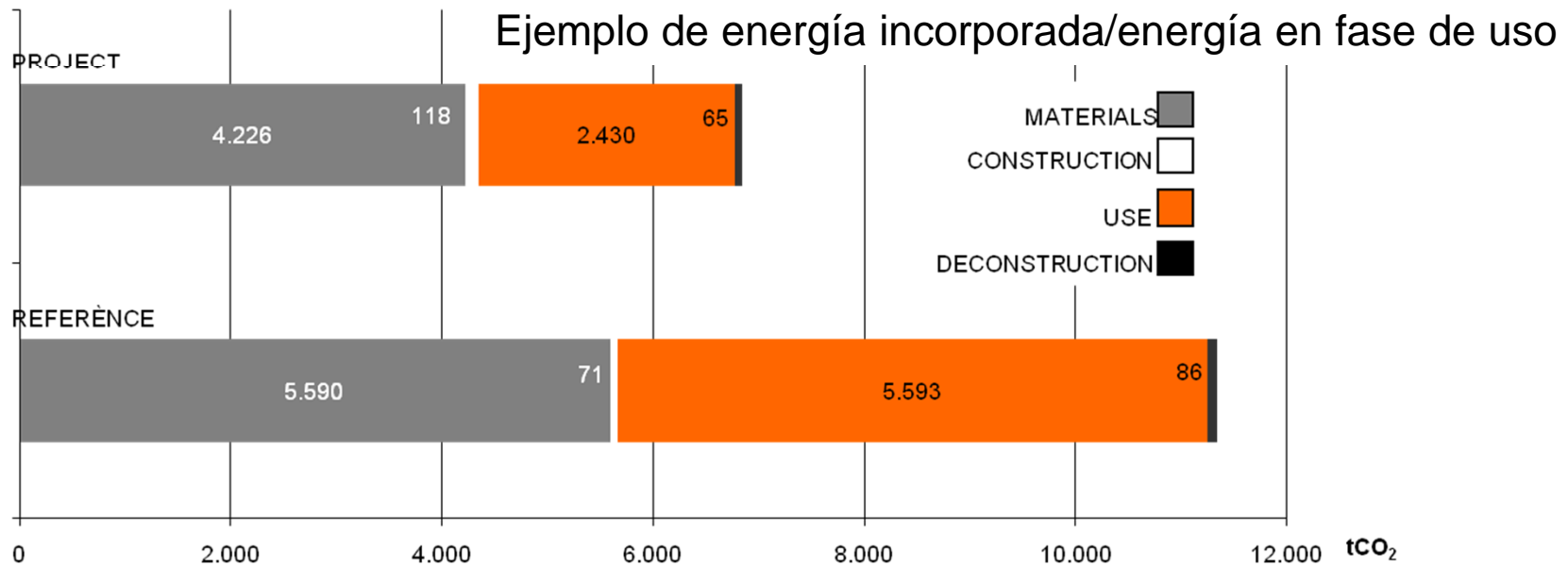
Objetivo del ciclo de recursos



SaAS

1. Introducción

1.2. Análisis del ciclo de vida – un enfoque holístico



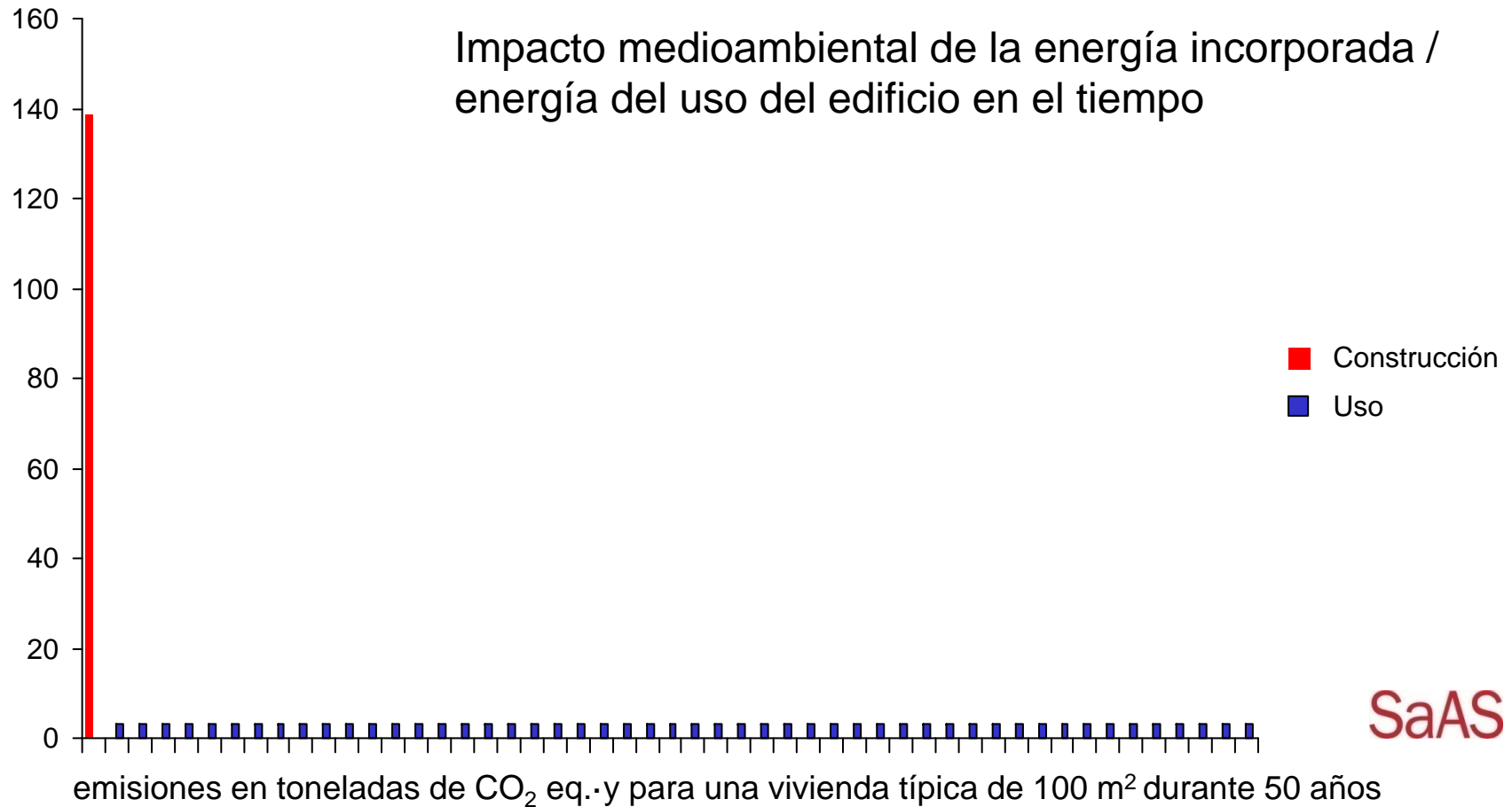
Ciclo de vida	Consumo energético			Emisiones de CO		
	Referencia MWh	Proyecto MWh	Reducción %	Referencia t CO ₂	Proyecto t CO ₂	Reducción %
Materiales	16.333	12.589	23%	5.590	4.226	24%
Construcción	167	289	-73%	71	118	-66%
Fase de uso	23.388	10.162	57%	5.593	2.430	57%
Demolición	251	194	23%	86	65	24%
Total	40.139	23.234	42%	11.340	6.839	40%

SaAS

Análisis del Ciclo de Vida de un bloque de 60 viviendas de protección oficial, caso de referencia y proyecto, SaAS 2007

1. Introducción

1.2. Análisis del ciclo de vida – un enfoque holístico



1. Introducción

1.3. Energía incorporada en los materiales de construcción



Lana de oveja: 0,043 W/m·K (12% fibra de poliester)



Fuente: Victermofitex



Celulosa: 0,040 W/m·K (10% Bórax, protección ignífuga y fungicida)



Fuente: CLIMACELL, Christoph Peters

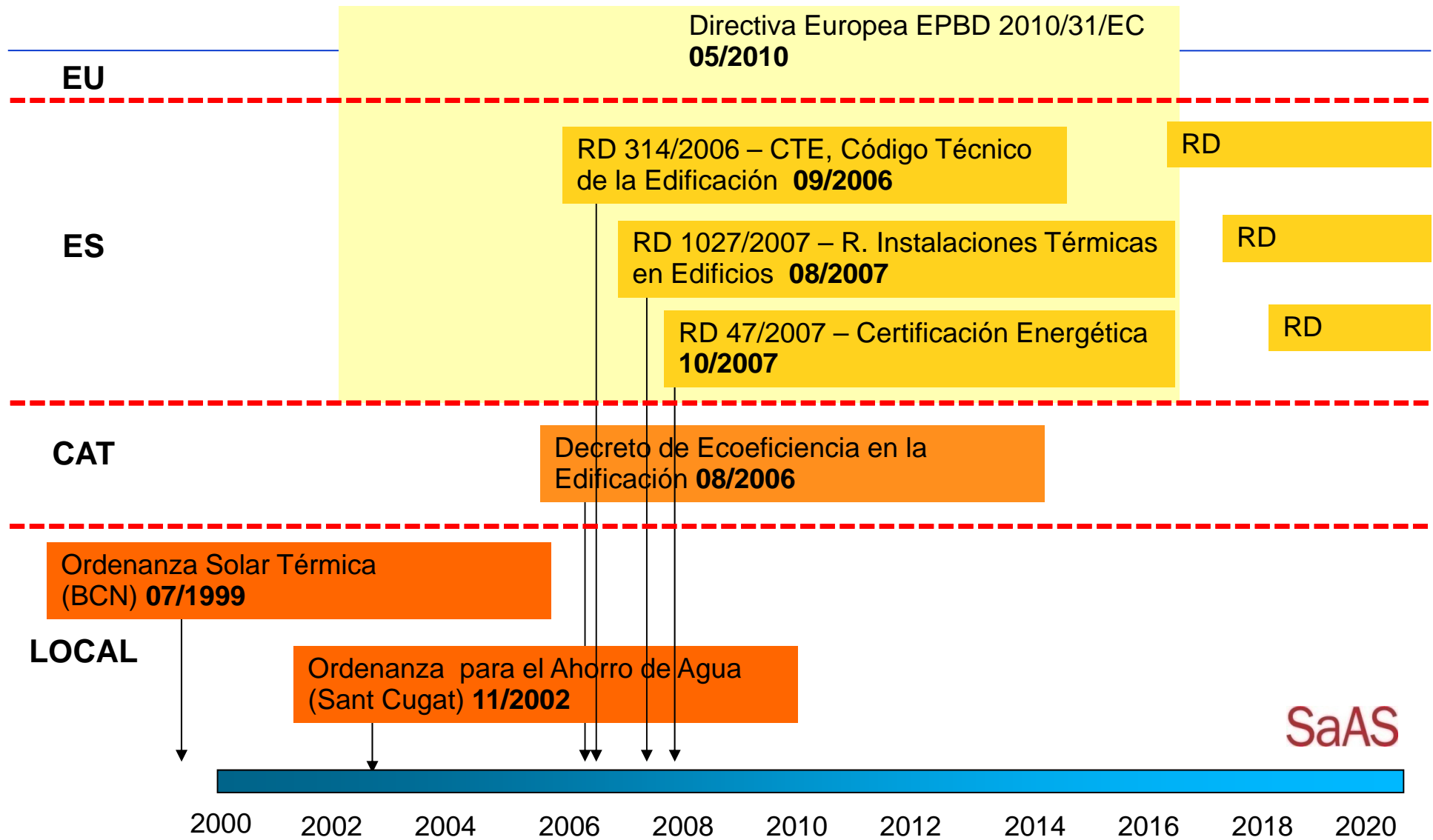
1. Introducción

1.3. Energía incorporada en los materiales de construcción

Material de aislamiento	Energía primaria (MJ/kg)	Emisiones (kgCO _{2eq} /kg)	Coste (Euro/m ³)	Fuente MJ - kgCO _{2eq}
Poliestireno extruido	92,4	9,580	107	EMPA
Poliestireno expandido	105,0	4,120	65	EMPA
Poliuretano PUR	100,0	4,210	136	EMPA
Lana de vidrio	45,1	1,490	26	EMPA
Lana de Roca	21,7	1,480	115	EMPA
Vidrio celular	16,5	0,600	295	PROVEIDOR
Lana de oveja	14,7	0,045	108	PASSIVHAUS
Corcho	25,0	0,021	402	EMPA
Fibra de vidrio	13,7	-0,183	224	PROVEIDOR
Celulosa	7,2	-0,907	90	PASSIVHAUS



2. Energía en el uso de los edificios: marco legislativo



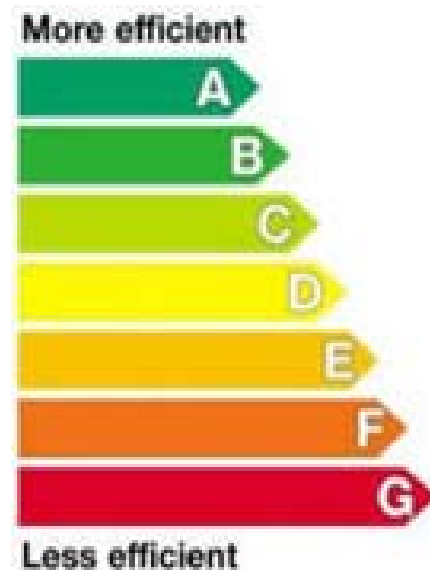
SaAS

2. Energía en el uso de los edificios: marco legislativo

2.1. La Directiva Europea 2002/91/CE – EPBD

La Directiva define los requisitos con respecto a :

- El marco general para una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada en edificios;
- La aplicación de los requisitos mínimos de la eficiencia energética en edificios nuevos;
- La aplicación de los requisitos mínimos de la eficiencia energética en reformas importantes de edificios existentes;
- La certificación energética de edificios;
- Inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado en edificios y por otra parte una evaluación de las instalaciones de calefacción con calderas de más de 15 años .



2. Energía en el uso de los edificios: marco legislativo

2.1. La Directiva Europea 2010/31/CE – EPBD refundición

18.6.2010

ES

Diario Oficial de la Unión Europea

L 153/13

DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO

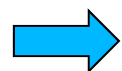
de 19 de mayo de 2010

relativa a la eficiencia energética de los edificios

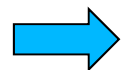
(refundición)

Artículo 9

Edificios de consumo de energía casi nulo



después del **31 de Diciembre 2018**, los edificios nuevos que estén ocupados y sean propiedad de **autoridades públicas** serán edificios de consumo de energía casi nulo



después del **31 Diciembre 2020**, todos los edificios nuevos serán edificios de consumo de energía casi nulo

2. Energía en el uso de los edificios: marco legislativo

2.1. La Directiva Europea 2010/31/CE – EPBD refundición

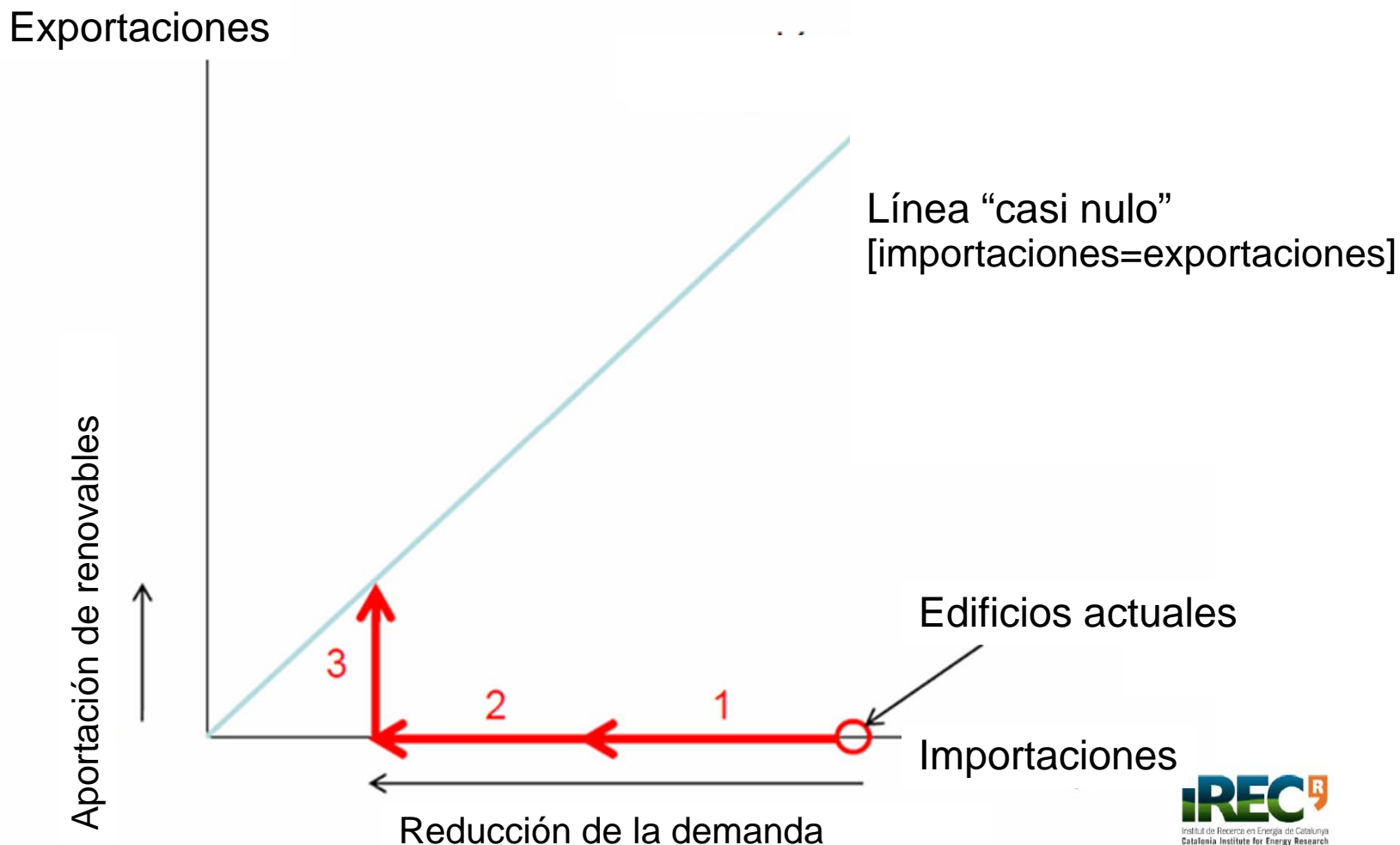
“edificio de consumo de energía casi nulo” se refiere a un edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto . La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida *in situ o en el entorno*;

Planes nacionales para aumentar el número de edificios de consumo de energía casi nulo :

- objetivos intermedios para mejorar la eficiencia energética hasta el 2015
- indicador numérico común del uso de energía primaria en kWh/m².a
- refuerzo de la certificación energética
- eficiencia energética de las instalaciones
- introducción de sistemas de energías renovables, cogeneración, redes de calor y frío urbanas, bombas de calor, monitorización

2. Energía en el uso de los edificios: marco legislativo

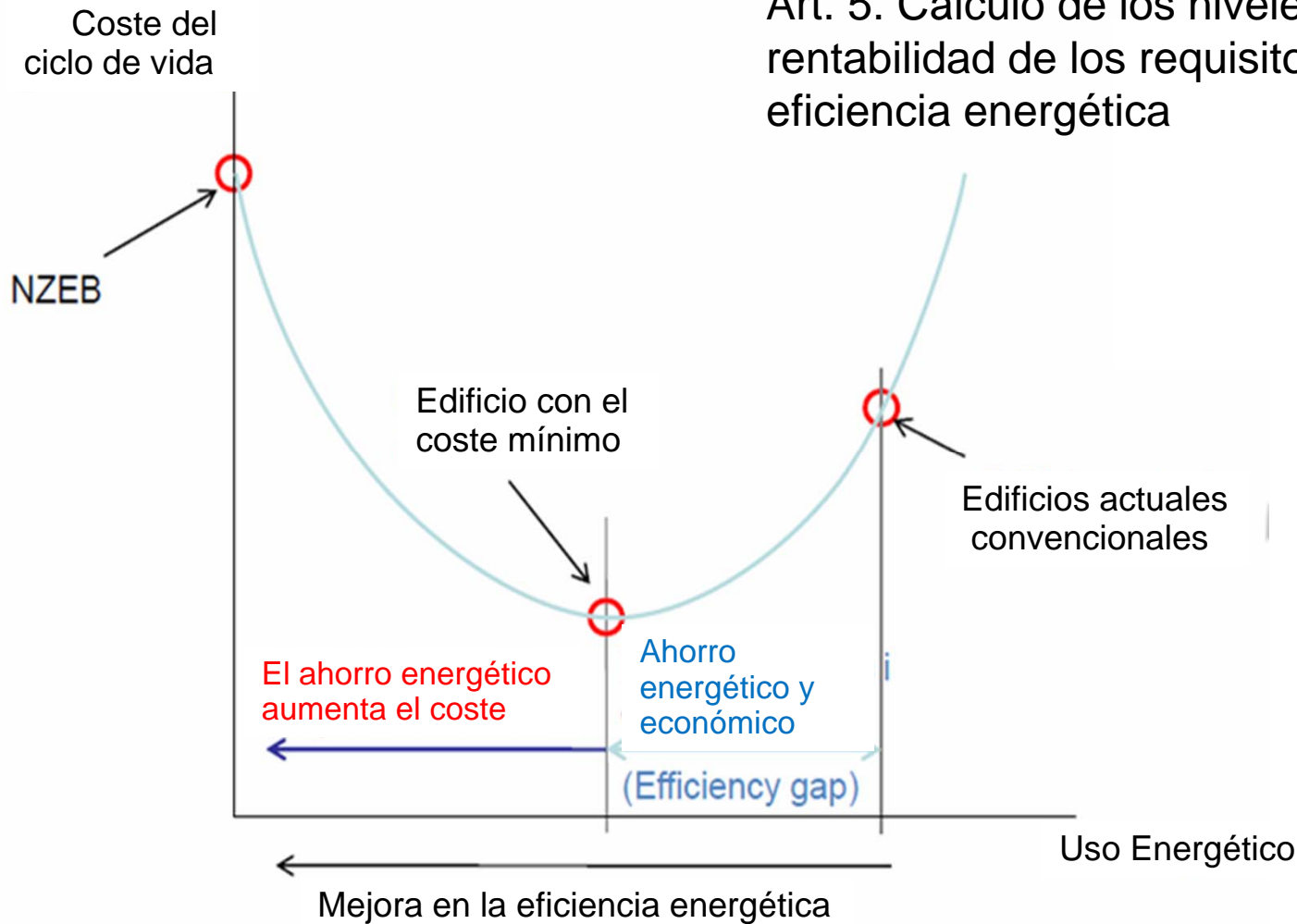
2.1. La Directiva Europea 2010/31/CE – EPBD refundición



2. Energía en el uso de los edificios: marco legislativo

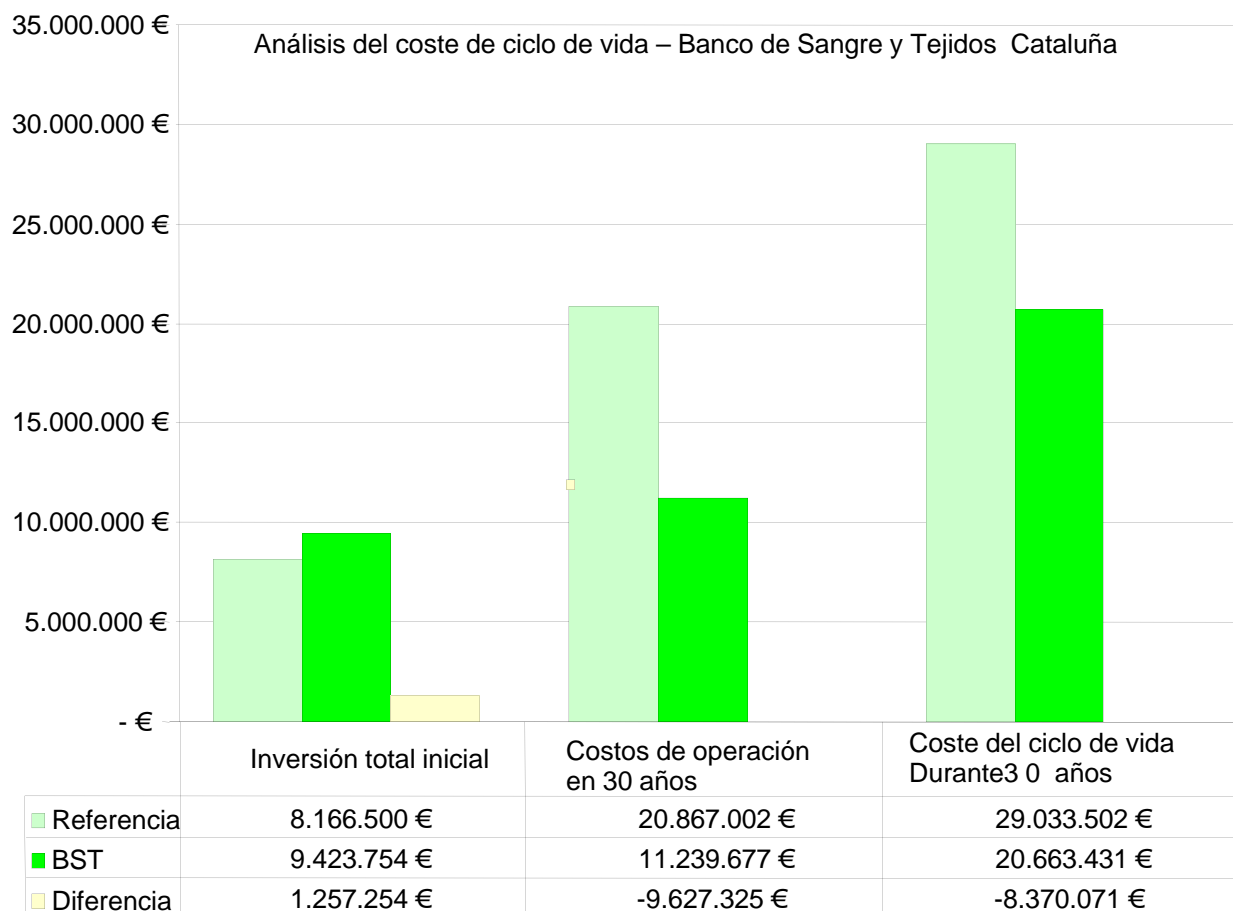
2.1. La Directiva Europea 2010/31/CE – EPBD refundición

Art. 5. Cálculo de los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética



2. Energía en el uso de los edificios: marco legislativo

2.1. La Directiva Europea 2010/31/CE – EPBD refundición



El análisis detallado de los costes de inversión y operación de un edificio planificado de acuerdo con el modelo descrito da los resultados siguientes:

Diferencia en la inversión 1.2 M€
 Diferencia en la operación 9.6 M€
 Diferencia total (30 años) 8.4 M€

Beneficio adicional de la inversión
 En los 30 años 800%
 Anual 26%

Tomando en cuenta estos datos y el precio actual del dinero, el resultado son retornos anuales aproximados del 20%.

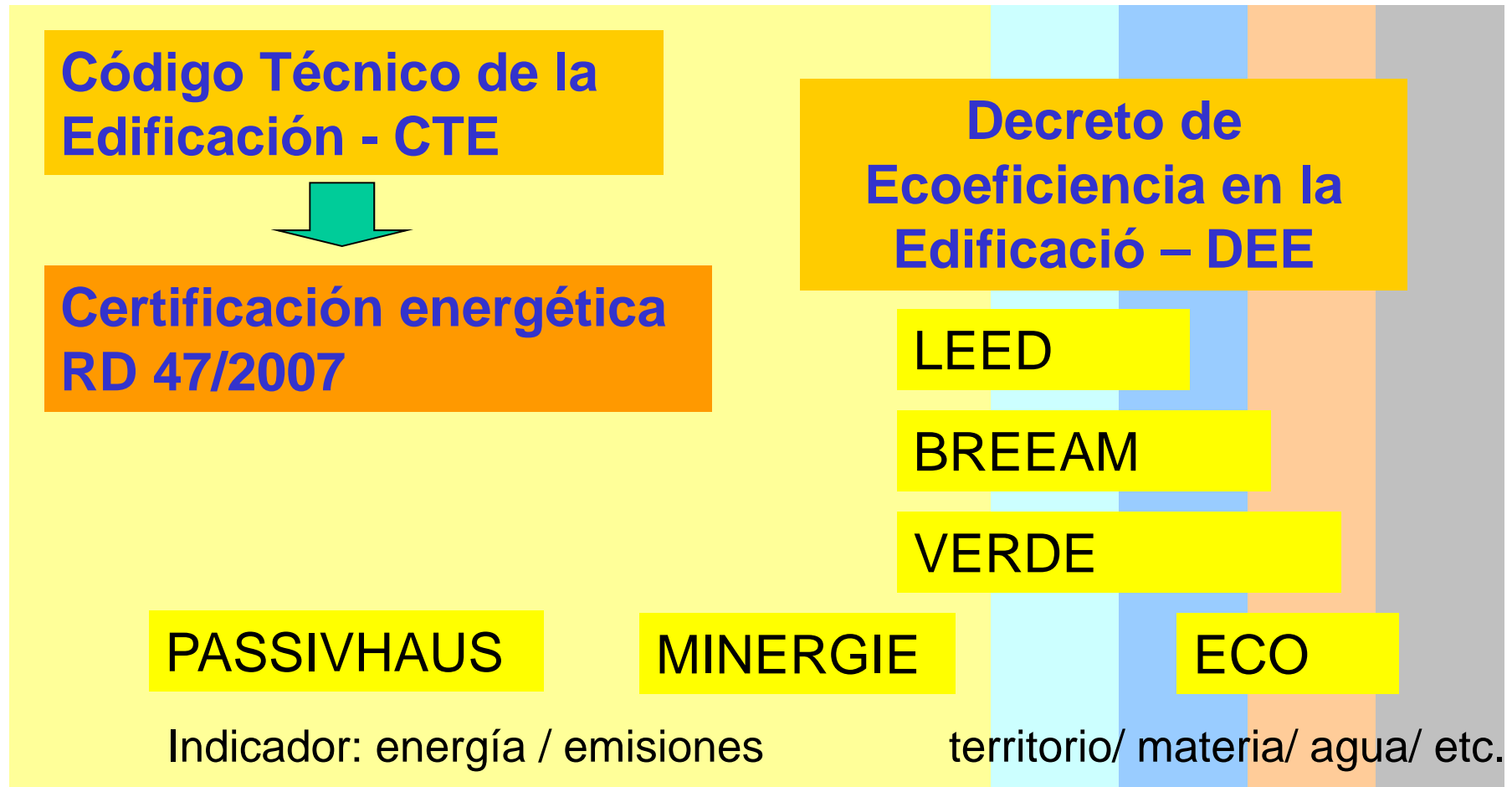
El periodo de retorno de la inversión se estima en 4 o 5 años.

SaaS

Estudio elaborado en el marco del proyecto b_EFIEN, promovido por la Fundació b_TEC, con la participación de ingenierías y empresas FM, SaAS, grupo JG, et.al. Barcelona 2009

2. Energía en el uso de los edificios: marco legislativo

2.3. Sellos de calidad y certificaciones energéticas



2. Energía en el uso de los edificios: marco legislativo

2.3. Sellos de calidad y certificaciones energéticas

Áreas de análisis principales de las certificaciones

Medio Ambiente	Densidad Urbana Movilidad Protección de suelo Espacios verdes	Salud y confort	Calidad del aire interior Campos electromagnéticos Emisiones radiactivas Confort térmico, visual, acústico
Materiales	Impacto Disponibilidad Conocimientos locales Residuos	Socioeconómico	Coste de las mejoras Conciencia del usuario Formación profesional Integración en redes
Energía	Demanda energética Distribución de la energía Eficiencia de las instalaciones Energías renovables	Gestión	Diseño integrado Planes de mantenimiento Intervalos de auditoría Monitorización
Agua	Demanda de agua Aguas pluviales Aguas grises Tratamiento de aguas residuales	Otros	



3. Parámetros: el consumo energético en la fase de uso del edificio

3.1. Pasivos: Inercia térmica/ Aislamiento/ Control Solar/ Ventilación / Iluminación natural

Inercia térmica: La capacidad de un cuerpo de almacenar calor. Es la estrategia principal en climas Mediterráneos con oscilaciones fuertes entre temperaturas de día y noche y una tradición de construcción mineral.

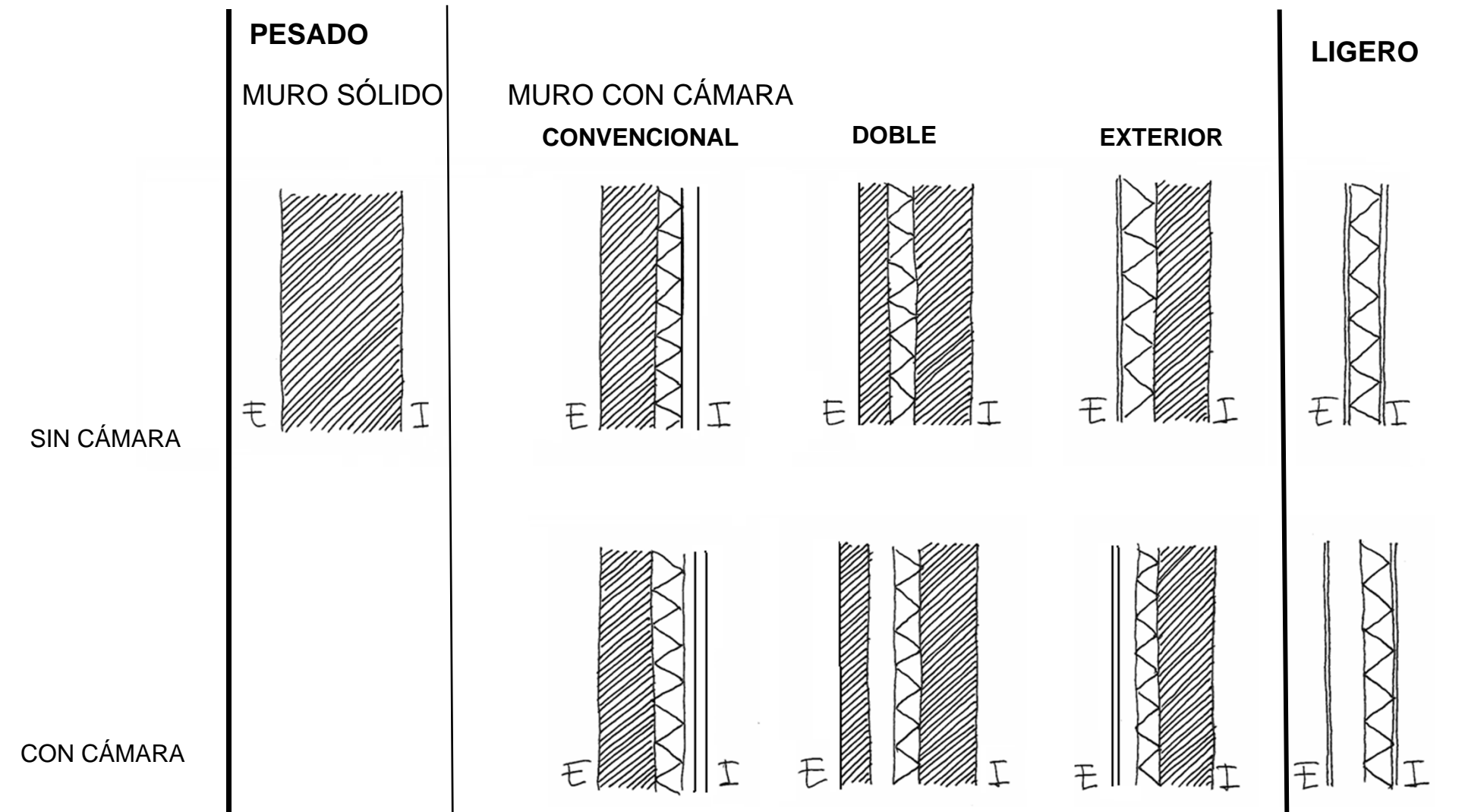
Aislamiento: Control de la resistencia a la transmisión de calor de un punto al otro por conducción o convección a través de la sustitución de materiales o la modificación de su grosor. Aparecen fachadas multicapa y materiales especializados.

Control Solar: Interponiendo barreras a la radiación solar o modificando las características de los elementos transparentes, las ganancias térmicas se pueden favorecer o evitar, para aprovechar la radiación solar en invierno y limitar el sobrecalentamiento en verano.

Ventilación: La ventilación tiene dos efectos: favorece los intercambios con el medio y facilita el proceso natural de enfriamiento por evaporación. Es un mecanismo deseable en entornos cálidos y edificios con baja masa térmica.

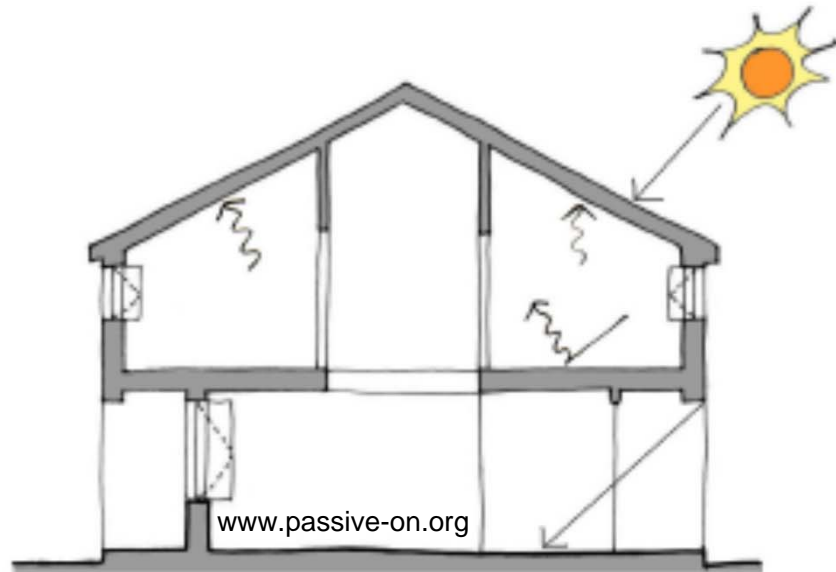
3. Parámetros: el consumo energético en la fase de uso del edificio

3.1. Tipologías de construcción de fachadas



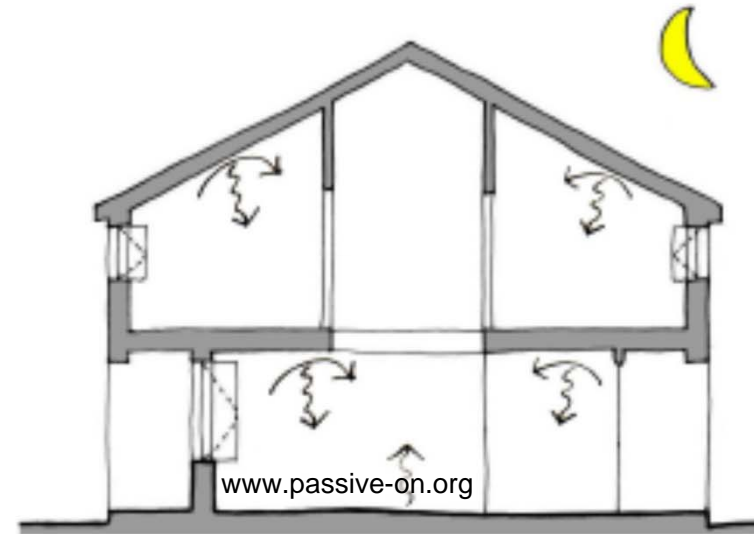
3. Parámetros: el consumo energético en la fase de uso del edificio

3.1. Pasivos: Inercia térmica



La masa térmica almacena calor durante el día

Masía típica de la zona Norte del Mediterráneo basada en inercia térmica



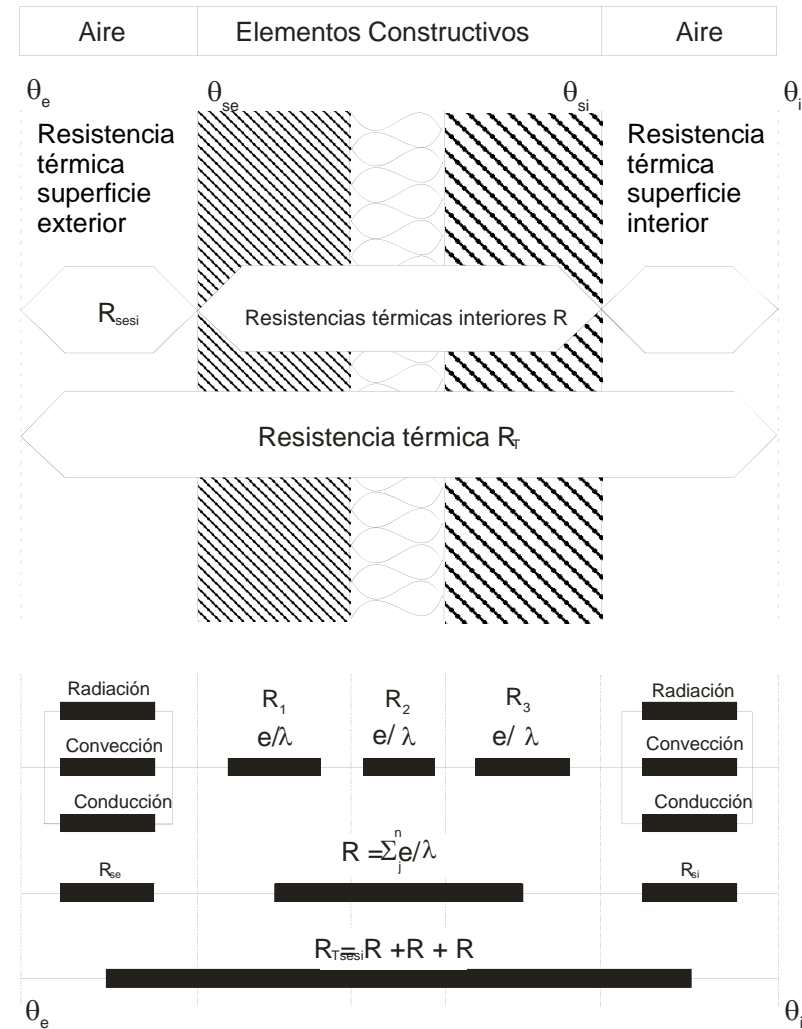
El calor almacenado durante el día radia de las paredes en las horas más frescas (noche)

Casa con patio típica de la zona Sur del Mediterráneo basada en inercia térmica



3. Parámetros: el consumo energético en la fase de uso del edificio

3.1. Pasivos: Aislamiento



$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T [W]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{\lambda}{e} \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

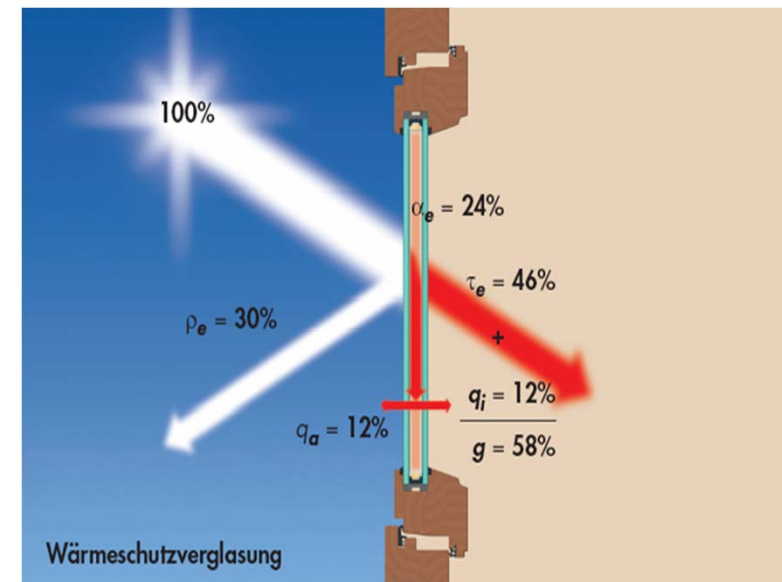
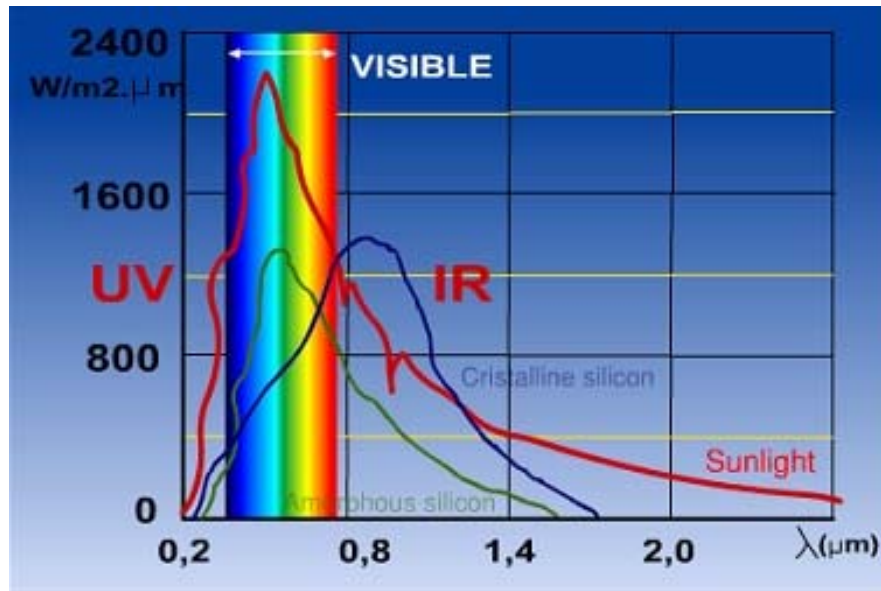
3. Parámetros: el consumo energético en la fase de uso del edificio

3.1. Pasivos: Control Solar

Balance óptimo entre las ganancias térmicas y la protección solar dependiendo del uso del edificio, orientación etc.

Factores principales: transmisión térmica, factor solar, luz visible

Dispositivos de sombreado, sombreado con transportación de luz natural



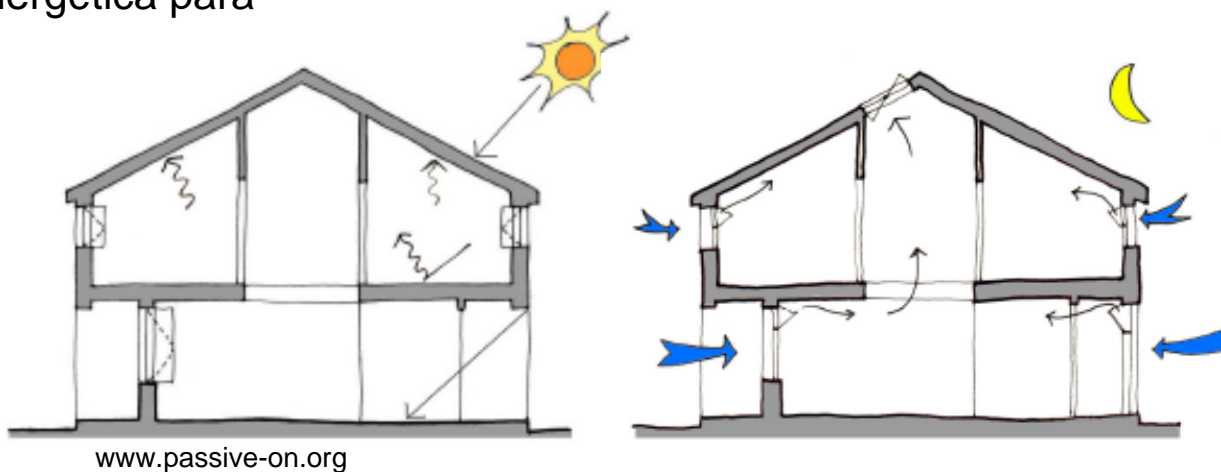
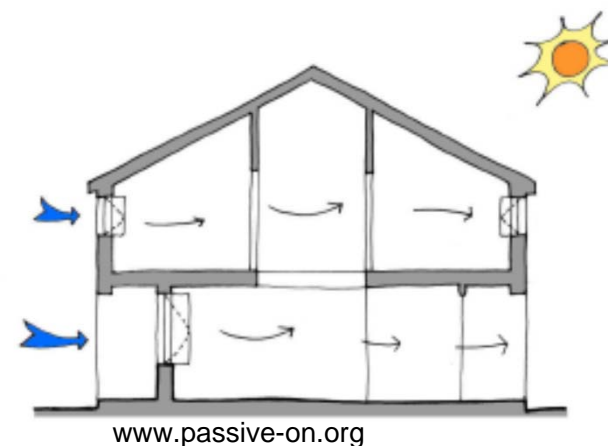
3. Parámetros: el consumo energético en la fase de uso del edificio

3.1. Pasivos: Ventilación

Ventilación cruzada: diseño del edificio (por ejemplo la distribución de los pisos) para permitir que el flujo del aire entre fachadas opuestas aumente la ventilación natural.

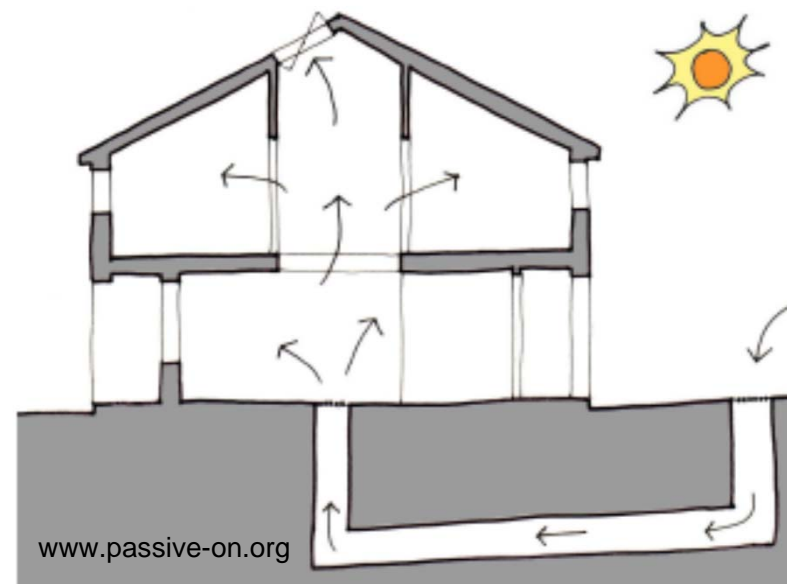
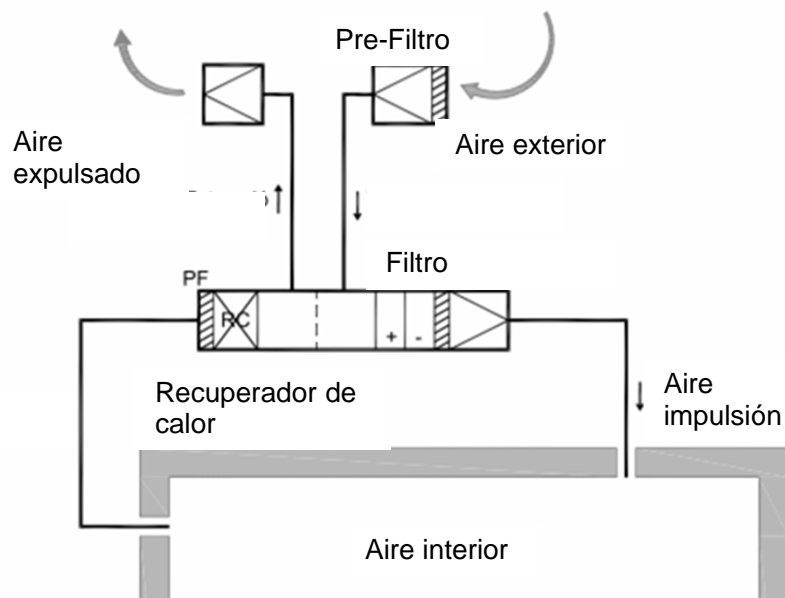
Ventilación nocturna: aumento del ratio de la renovación de aire en las noches mas frescas del verano para reducir el calor almacenado en la masa térmica del edificio durante el día. Únicamente en climas moderados, esta estrategia puede substituir un sistema de aire acondicionado, pero en todos los casos reduce la demanda energética para refrigeración.

Ratios de renovación de aire nocturnos de 4/h son normales, en muchos casos contando con un sistema de ventilación mecánico auxiliar para asegurar un alto rendimiento energético.



3. Parámetros: el consumo energético en la fase de uso del edificio

3.2. Híbridos: “Free cooling” / Recuperación de calor / intercambiadores geotérmicos



Free cooling: uso o aumento del caudal de aire de impulsión cuando hay demanda de refrigeración y la temperatura exterior es inferior a la temperatura interior.

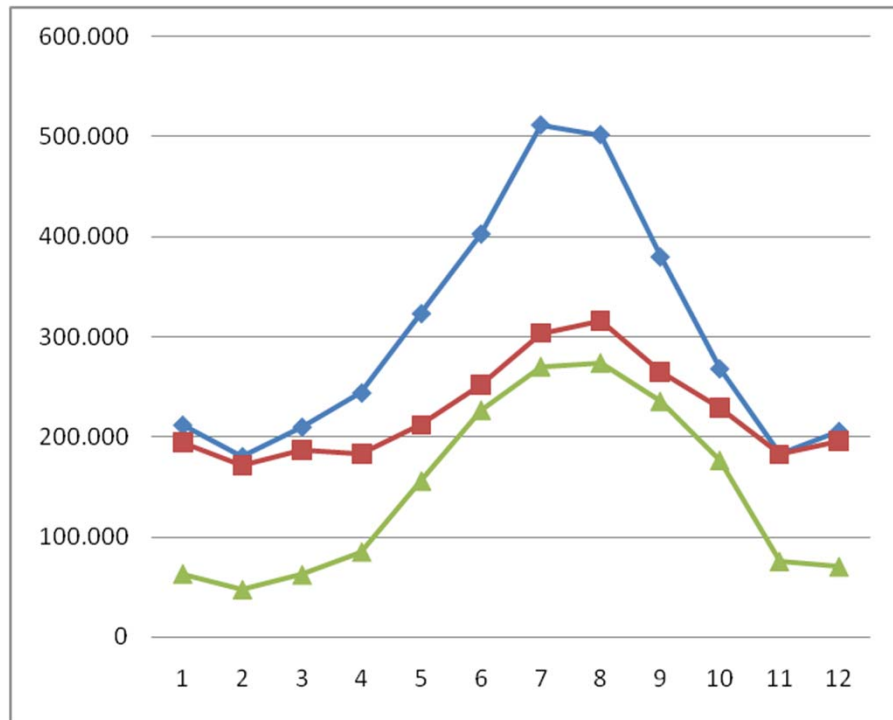
Recuperación de calor: pre-calentamiento del aire de entrada con el calor recuperado del aire extraído a través de un cambiador de calor aire –aire.

Intercambiador de calor geotérmico : Se aprovecha la temperatura moderada del suelo pasando el aire de entrada a través de unos tubos enterrados con una capacidad de intercambio térmico alta, para pre-condicionar el aire de impulsión consiguiendo mejores condiciones de confort, y altos coeficientes de rendimiento.

3. Parámetros: el consumo energético en la fase de uso del edificio

3.2. Híbridos: “Free cooling” / Recuperación de calor / intercambiadores geotérmicos

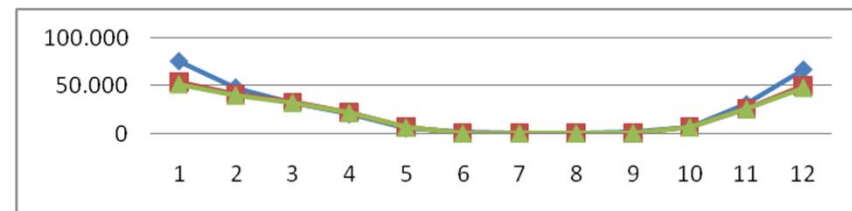
Ejemplo Banco de Sangre y Tejidos Cataluña, 2010



DEMANDA DE FRÍO (kWh)

- 100% MURO CORTINA
- FACHADA PESADA, SIN RECUPERACIÓN
- FACHADA PESADA, FREE COOLING Y RECUPERACIÓN

41% Reducción en demanda! SaAS



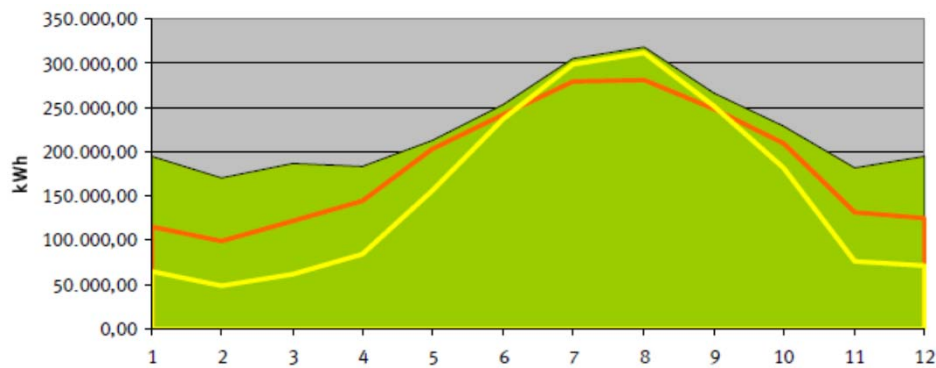
DEMANDA DE CALOR (kWh)

Demanda energética de climatización (kW/h), JG Ingenieros, julio 2008 / Herramienta de cálculo: CARRIER Hourly Analysis Program v 4.12b

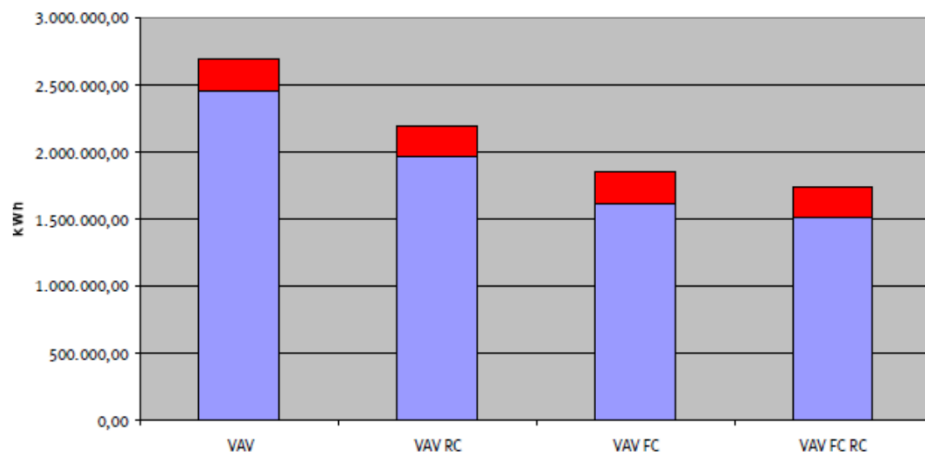
3. Parámetros: el consumo energético en la fase de uso del edificio

3.2. Híbridos: “Free cooling” / Recuperación de calor / intercambiadores geotérmicos

Ejemplo Banco de Sangre y Tejidos Cataluña, 2010



Demanda de calefacción y refrigeración mensual (kWh), grupo JG Engineers, Enero 2008



- VAV aire acondicionado con volumen de aire variable sin recuperación de calor
- VAV + RC aire acondicionado con volumen de aire variable con recuperación de calor
- VAV + FC aire acondicionado con volumen de aire variable con free-cooling
- VAV + FC + RC aire acondicionado con volumen de aire variable con free-cooling y recuperación de calor
- Demanda de energía para calefacción
- Demanda de energía para refrigeración

SaAS

Simulación : CARRIER Hourly Analysis Program v 4.12b
 Demanda de energía para calefacción y refrigeración anual grupoJG Engineers

3. Parámetros: el consumo energético en la fase de uso del edificio

3.3. Activos: Instalaciones energéticamente eficientes

Módulos solares térmicos y fotovoltaicos en el tejado del prototipo de LIMA - Low Impact Mediterranean Architecture, Barcelona.

En el clima mediterráneo, 1kW de potencia fotovoltaica instalado (8m² de paneles solares – en la imagen) produce unos 1,200kWh_e/a, alrededor de un tercio de la demanda de electricidad de un hogar medio.



3. Parámetros: el consumo energético en la fase de uso del edificio

3.4. Gestión de edificios y Sistemas de Control

Los sistemas de gestión y de control tienen un papel cada vez más importante en la optimización del consumo energético, especialmente en edificios del sector terciario (oficinas, hoteles, supermercados).

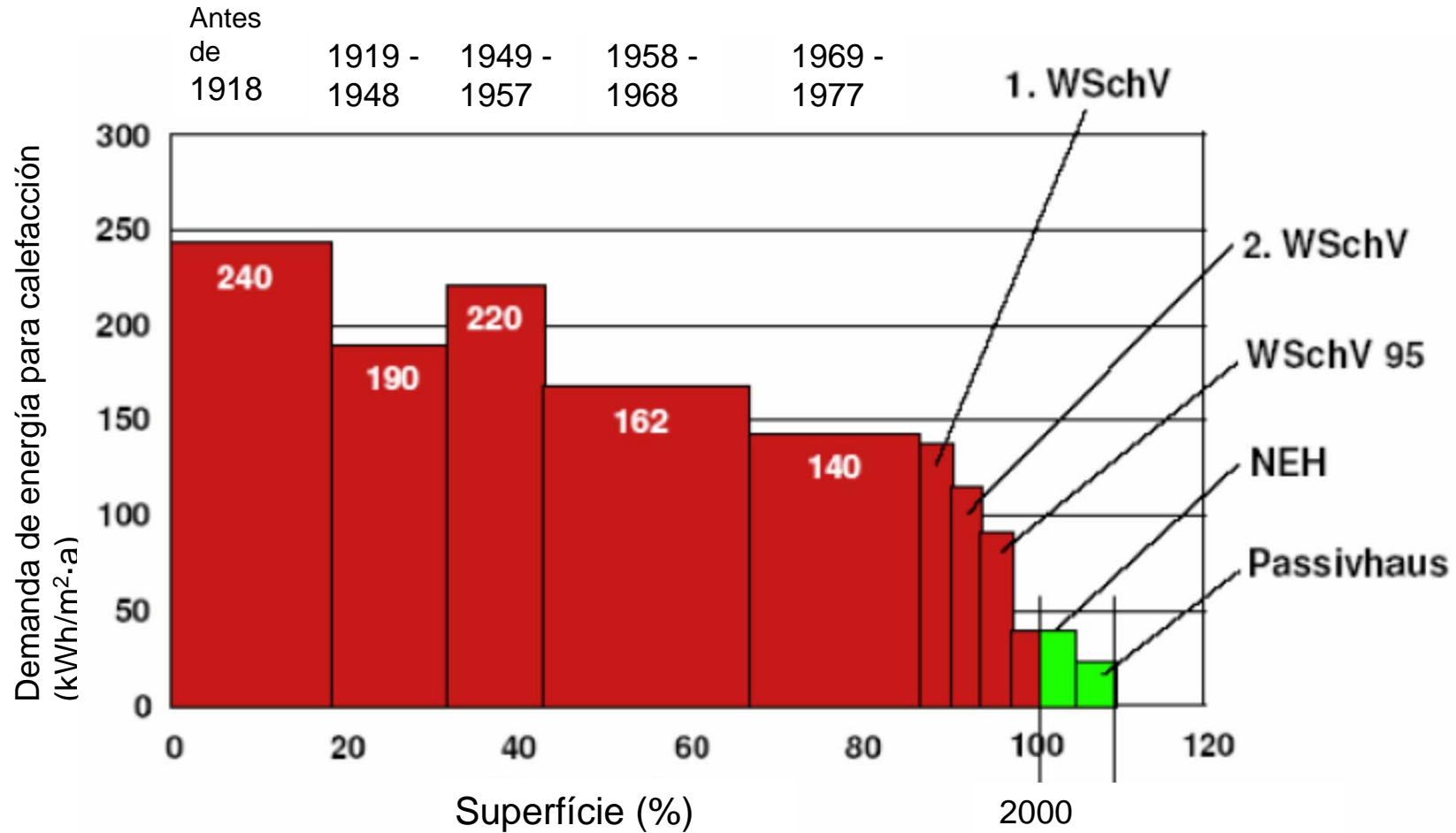
Basado en la medición desagregada del consumo energético de diferentes sistemas (especialmente calefacción, ventilación, aire acondicionado, pero también iluminación), dispositivos específicos regulan los parámetros relevantes (temperatura, renovación del aire, iluminación etc. de acuerdo con un programa o condiciones límite establecidas.

Un control centralizado vía un interfaz gráfico permite el acceso fácil a los datos registrados y indicadores de control de rendimiento por parte de los técnicos de mantenimiento, además de detectar dispositivos de rendimiento bajo y la emisión de señales de alarma vía GPRS, por ejemplo.



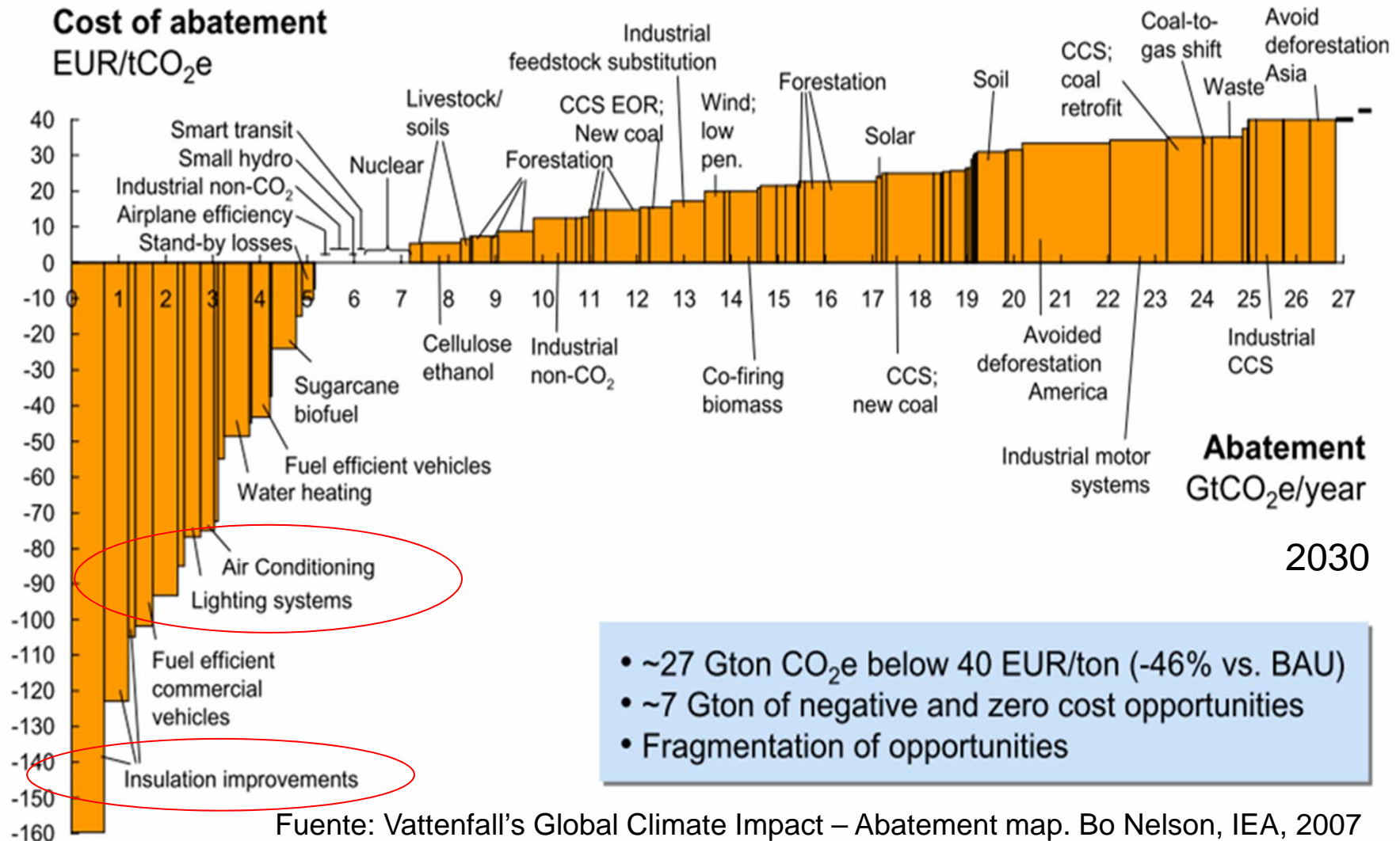
4. Medidas de planificación urbana para promover la rehabilitación energética

4.1. La importancia de la rehabilitación energética



4. Medidas de planificación urbana para promover la rehabilitación energética

4.1. La importancia de la rehabilitación energética



4. Medidas de planificación urbana para promover la rehabilitación energética

4.1. La viabilidad de medidas de eficiencia energética

Rehabilitación energética	Subvención pública	Ahorros energía final	Ahorros energía primaria	Emisiones evitadas
	M€	ktep	ktep	ktCO ₂
Envolvente térmica	111,5	22	42	89
Instalaciones	145,5	61	116	244
Alumbrado	22,5	30	74	150
Electrodomésticos	282,3	81	204	412

Fuente: IDAE (2011) Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020

Rehabilitación energética	Vida útil estimada de la medida	Subvención/ ahorro en energía primaria	Subvención/ emisiones evitadas	Emisiones evitadas /Subvención
	a	€/kWh	€/kgCO ₂	kgCO ₂ /€
Envolvente térmica	30	0,01	0,04	23,95
Instalaciones	15	0,01	0,04	25,15
Alumbrado	6	0,00	0,03	40,00
Electrodomésticos	10	0,01	0,07	14,59

4. Medidas de planificación urbana para promover la rehabilitación energética

4.2. Ordenanzas innovadoras de planificación urbana



Adaptar ordenanzas urbanas para

- Facilitar la renovación permitiendo un aumento de la superficie construida para incentivar el aislamiento
- Definir edificabilidad según la superficie útil y no la superficie construida para no penalizar muros mas gruesos.
- Promover las cubiertas vegetales.
- Promover la incorporación de espacios intermedios para ganancias solares o protección solar (espacios cubiertos, pérgolas, etc.) tanto como las terrazas, balcones, etc..

El Consorcio UP-RES

Institución de contacto para este módulo: **SaAS**



SaAS



AGFW



- **Finlandia : Universidad de Aalto, Facultad de Ciencia y Tecnología** www.aalto.fi/en/school/technology/
- **España : SaAS Sabaté asociados Arquitectura y Sostenibilidad** www.saas.cat
- **Reino Unido: BRE Building Research Establishment Ltd.** www.bre.co.uk
- **Alemania :**
AGFW – Asociación de eficiencia energética en calor, frío y cogeneración www.agfw.de
UA – Universidad de Augsburg www.uni-augsburg.de/en
TUM – Universidad Técnica de Munich <http://portal.mytum.de>
- **Hungría: UD Universidad de Debrecen** www.unideb.hu/portal/en