

### **3. Estado Rehabilitado (soluciones) . Ejemplo de Zaramaga.**

## INTRODUCCION AL CAPITULO

Este capítulo pretende aportar soluciones de rehabilitación energética.

En la primera parte se definen una serie de cuestiones previas importantes relativas al aislamiento de la envolvente, estrategias pasivas, conceptos de captación e inercia.

En la segunda parte se definen algunas de las nuevas soluciones relativas a la envolvente y a las instalaciones, utilizando como ejemplo práctico el de la rehabilitación energética de Zaramaga.

Se realiza un Estudio Económico Energético de las medidas de rehabilitación, su ahorro, su coste y el periodo de retorno de la inversión.

El capítulo finaliza con una serie de conclusiones resumen de la Guía.

### **3.1. Estrategias generales de Diseño**

Las medidas para disminuir la energía consumida por un edificio y por tanto sus emisiones se resumen en una ecuación muy simple en la que la demanda energética está en el numerador y el rendimiento de las instalaciones ocupa el denominador.

## **ENERGÍA CONSUMIDA = DEMANDA / RENDIMIENTO INSTALACIONES**

El objetivo principal es limitar la demanda energética para lo cual se necesitan estrategias pasivas.

La demanda tiene que ver con la envolvente y las estrategias pasivas. Las instalaciones son la parte activa del sistema que como se explica en otro capítulo sirven para obtener energía o proporcionar los parámetros de confort. Equivaldrían, haciendo una metáfora, a los aparatos de circulación, ventilación y nervioso del cuerpo humano. Parte de los elementos de captación activa se encuentran ubicados en la envolvente, normalmente en la cubierta, nos referimos a los sistemas de captación solar activa.

En un futuro no muy lejano la mayoría de las instalaciones de captación activa estarán integradas en los materiales constructivos de la envolvente.

El proyecto es un concepto holístico, que se debe abordar de forma conjunta. En una rehabilitación energética ocurre lo mismo, cuando pensamos en la nueva envolvente y en el nuevo ascensor tenemos que tener presentes las instalaciones para prever los espacios por donde discurren. Esto repercutirá también en el resultado estético final, ya que el buen diseño es solucionar problemas con un resultado óptimo. El técnico y diseñador debe conseguir que las cosas funcionen, se sostengan y sean bellas, tal y como decía Vitrubio hace 2000 años. A los tres preceptos vitrubianos de Utilitas, Firmitas y Venustas en este nuevo siglo tenemos que añadir el de Eficiencia. En resumen, tenemos que diseñar y construir edificios que sean útiles, firmes, bellos y eficientes energéticamente.

Estas ideas están englobadas en el concepto llamado REI (Rehabilitación Energética Integral). Esta hace referencia a la necesidad de acometer el hecho de la rehabilitación energética como una obra completa que aborde toda la problemática del edificio. El hecho de actuar a la vez nos hace mucho más eficientes energéticamente. Además se aprovechan sinergias y no se emplean medios auxiliares dos veces (como los andamios) y se reducen las emisiones y los residuos durante el proceso constructivo. Otra ventaja es la gestión de permisos, ayudas y proyectos, que no se duplican.

Al proyectar la rehabilitación de forma integral y conocer la demanda se proyectan las instalaciones con una dimensión exacta y una integración óptima en el volumen arquitectónico.

## ESTRATEGIAS

Las estrategias pasivas son las que mediante el diseño arquitectónico y aprovechando la orientación, el clima local y las características de los materiales propician un calentamiento, enfriamiento y ventilación de forma natural sin aporte de energía.

En rehabilitación son estrategias de diseño relacionadas con la envolvente del edificio.

En el punto 4 de esta Guía “**MANUAL DE BUENAS PRACTICAS EN LA REHABILITACION ENERGETICA**” (MBPRE) se plasman de forma visual una serie de estrategias pasivas muy recomendables.

La envolvente de una edificación es la segunda piel que nos protege del exterior y a la vez nos permite relacionarnos con él a través de las ventanas. Nos proporciona confort frente al frío o calor y permite iluminación, captación y ventilación a través de los huecos. El diseño de la envolvente y la ubicación, dimensión y composición de las ventanas se ejecuta en función de la orientación, clima, programa de necesidades y régimen de uso.

Todo esto está explicado a nivel general, pero si hablamos de una rehabilitación energética los conceptos son los mismos, la diferencia es que tenemos un edificio con unas características, con unos habitantes y ubicado en un lugar con una orientación y clima concretos. Y las medidas a aplicar se deben adaptar a una realidad constructiva con todos los condicionantes y problemas que eso conlleva.

Vamos a definir una serie de conceptos que se deben de conocer a la hora d proyectar una rehabilitación energética:

### 3.1.1. PÉRDIDAS POR CONDUCCIÓN

Aunque se habla en capítulos específicos de esta guía de las envolventes existentes en nuestro país (2.2) y de las nuevas soluciones de aislamiento (3.2), vamos a resumir brevemente varios conceptos.

El cerramiento de un edificio existente se compone de huecos y vanos. Aunque ambos sean componentes muy distintos, los huecos y los vanos, forman parte de un mismo sistema, **la envolvente global (EG)**, y el proyectista los debe de considerar de forma unitiva en el diseño aunque los fabricantes e incluso los ejecutores sean distintos.

El control de ejecución durante la obra es muy importante, ya que la unión y correcta ejecución de cada una de las partes de la construcción (sobre todo entre huecos y vanos) es fundamental para dar continuidad y eficacia a la envolvente que debe de ser continúa.

El aislamiento de un cerramiento existente en el caso de una rehabilitación energética se puede ejecutar desde el interior o desde el exterior. Cada una de las soluciones tiene sus ventajas e inconvenientes dependiendo de cada caso.

### 3.1.2. CONCEPTO DE AISLAMIENTO GLOBAL

El aislamiento desde el exterior es el sistema más eficaz, ya que se aproxima al concepto de “envolvente total” y elimina de una sola vez las pérdidas por conducción, las infiltraciones y los puentes térmicos. Podemos establecer el símil de un saco de dormir de alta montaña. Nosotros no podemos pasar una noche a la intemperie sin energía adicional de climatización, pero con el aislamiento que nos proporciona el saco de dormir si podemos estar en unas condiciones de confort aceptables sin ningún aporte energético extra al aporte de nuestra propia carga térmica. Siguiendo con la comparación, la envolvente del saco de dormir nos aísla del exterior sobre toda nuestra superficie por lo que elimina todos los puentes térmicos que serían como un contacto de nuestro cuerpo con el exterior, como si ese saco de dormir hipotético estuviera falto de aislamiento en un punto y nuestros riñones, por ejemplo estarían perdiendo energía de forma continua, en un ambiente extremo, en unas cuantas horas pereceríamos. Siguiendo con el mismo ejemplo, las infiltraciones equivaldrían a una entrada de aire frío por la cremallera del saco si ésta estuviera mal cerrada, los resultados energéticos serían nefastos. Un edificio bien aislado equivale a ponerle un gran saco de dormir de altas prestaciones que obvia la necesidad de aportar energía para su calentamiento o la disminuye de forma drástica.

Ejecutar esa envolvente aislante nueva desde el interior tiene muchas más dificultades técnicas y su resultado energético es inferior, ya que es mucho más dificultoso combatir las infiltraciones y los puentes térmicos. Hay muchos casos en los que no hay otra opción, por ejemplo, los edificios protegidos a nivel de fachada o la actuación en una sola vivienda de un bloque.

Se están desarrollando técnicas modernas, como es el caso de los edificios históricos de Frankfurt, en los que hay que mantener las fachadas, ya que quedaron muy pocos en pie tras la Segunda Guerra Mundial y están muy protegidos como memoria histórica. Se aíslan desde el interior y en los frentes de los forjados se aplican unos morteros con capacidad aislante. Hay muchos campos de investigación abiertos.

El concepto de envolvente de aislamiento es el mismo, aunque se ejecute desde el interior, debe de ser continua y global. El hipotético saco de dormir en vez de ejecutarse desde fuera se construye desde dentro.

### 3.1.3. PUENTES TERMICOS

Se considera puente térmico a zonas concretas de la envolvente del edificio en los cuales se presenta una drástica variación de la resistencia térmica, ya sea por un cambio de geometría o un cambio de cualidad de los materiales empleados tanto en su conductividad como en su espesor.

Se deben de evitar siempre pero con mucha más intensidad cuando el edificio es mucho más eficiente ya que sus efectos se multiplican.

Sus consecuencias negativas los cuales pueden ser tan graves como un efecto significativo sobre la demanda de energía al aumentar las pérdidas de calor o aumentar las ganancias solares durante el verano; una reducción de las temperaturas superficiales interiores; puntos fríos en el edificio; peligro de condensación intersticial; deterioro de la estructura; degradación estética de los cerramientos con el aumento de costos de mantención y, el más perjudicial, la disminución de condiciones higiénicas y de confort de los usuarios por condensación de vapor de agua y aparición de moho y hongos. Este último punto afecta directamente a la salud de los habitantes del inmueble, sobre todo a los grupos de edad más vulnerables y a los enfermos con patologías respiratorias o alérgicas. Además, el problema se ve incrementado en los casos cada vez más frecuentes donde se da la pobreza energética.

Los puentes térmicos se clasifican en puentes térmicos puntuales o puentes térmicos lineales y puentes térmicos por geometría o constructivos:

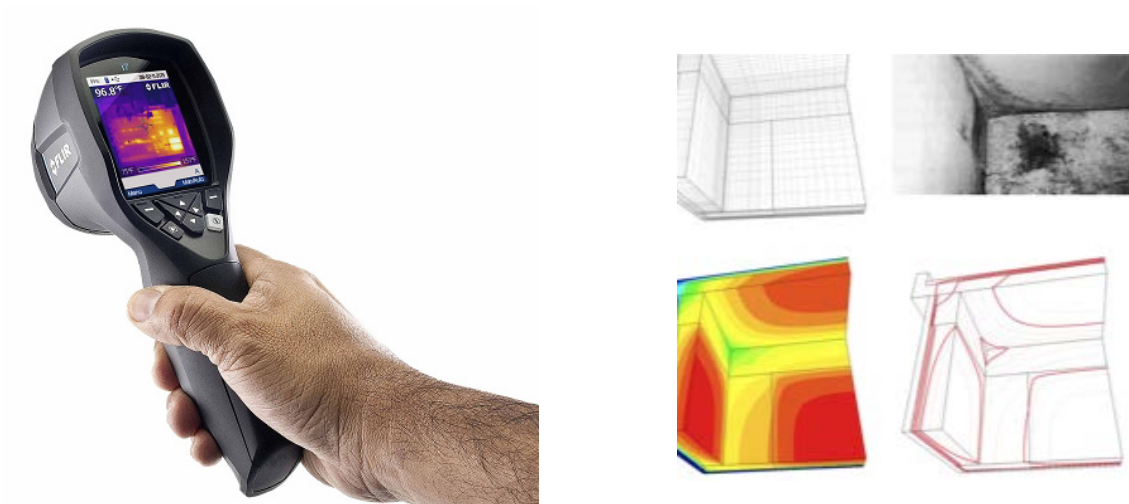
Puentes Térmicos Puntuales: se presentan en zonas puntuales, por ejemplo, en la intersección de tres cerramientos formando un vértice de la envolvente exterior.

Puentes Térmicos Lineales: se manifiestan a lo largo de una determinada longitud, por ejemplo, entre la intersección de dos cerramientos verticales exteriores que forman una esquina.

Puentes Térmicos por geometría: se manifiestan en aquellas zonas donde hay un cambio de dirección de la envolvente.

Puentes Térmicos constructivos: se manifiestan en aquellas zonas con o sin cambio de dirección de la envolvente, donde se encuentran materiales con diferentes resistencias térmicas.

Existen aparatos como cámaras termográficas o software informáticos como "Therm" para detectar o evaluar puentes térmicos.



#### 3.1.4. PERDIDAS POR HUECOS- VIDRIOS-PROTECCION SOLAR

Es la parte de la Envolvente Global más importante sin duda. Relaciona el interior con el exterior, las ventanas son los ojos, los oídos, a veces los respiradores y siempre los captadores de luz y de energía. También son las zonas a proteger para evitar el calentamiento. Son los elementos clave en la captación y refrigeración pasivas.

La importancia estética del hueco es indudable es la pieza fundamental en la composición de la fachada. Las ventanas suponen, desde el interior, la relación con el mundo exterior y la naturaleza.

Al hablar del hueco en la fachada, de la ventana o de la carpintería, vuelve a resonar el concepto de envolvente global, no se entiende el vano sin el hueco o el hueco sin el vano, son elementos complementarios. El proyecto de rehabilitación energética es un proyecto arquitectónico, por lo que no se pueden separar las partes del todo. Este concepto se llama euritmia. Se puede aplicar a la composición estética de la fachada y también al sistema energético global del edificio, ya que para el cálculo de la demanda global tendremos que tener en cuenta las pérdidas por los huecos, por los vanos y por las juntas entre ambos, ya hemos hablado de la importancia de las infiltraciones. La rehabilitación energética integral (REI) de los edificios debe estar proyectada por arquitectos ya que se afecta sustancialmente a la composición estética de la fachada en la ciudad.

Por otro lado, los huecos, en determinadas orientaciones, pueden tener un carácter energético positivo, ya que son los captadores pasivos. Pero ese mismo hueco en otra época del año puede tornar a ser energéticamente negativo. El hueco en la fachada es donde se produce el inter-fase solar entre el interior y el exterior del edificio.



Tenemos que añadir en el concepto de envolvente global los elementos de protección y/o captación solar, ya que su importancia a nivel energético es decisiva. Esta inclusión confirma la necesaria globalidad dentro del diseño arquitectónico de toda la envolvente.

Las instalaciones de captación activa se encuentran habitualmente en la envolvente y también pueden formar parte de la protección solar o de otros elementos arquitectónicos de fachada como son los tendederos, antepechos y barandillas. A medida que avance la tecnología en este siglo no descartamos que los propios materiales que conforman la envolvente sean a su vez captadores de energía.

Los sistemas de captación activa también pueden estar integrados en las protecciones solares. Estas protecciones, normalmente sobre los huecos, pueden ser móviles, ya que la inclinación del sol y su azimut varían todos los días y a todas las horas del día por lo que el hueco y sus protecciones deben adaptarse al momento solar, a las variables climáticas y al uso concreto del espacio interior.

El hueco debe ser mutable, debe cambiar con facilidad. Dentro de del diálogo entre hueco y vano podemos incluir la característica de mutación térmica; la parte opaca de la fachada es estática pero la parte abierta, el hueco, la que debe de adaptarse por lo que adquiere un carácter móvil en cada una de sus capas.

El hueco suele tener más de una capa, la carpintería que sujeta el vidrio, la cortina interior, la persiana o celosía exterior, el cortinón, el frailer, la contraventana, hay innumerables mecanismos, muchos de ellos de las épocas preindustriales cuando el confort no se podía obtener gastando energía.

Para analizar el soleamiento de una fachada existen software y herramientas informáticas como "Ecotect", que nos dan las partes de la fachada que debemos proteger y que parte de la envolvente es más susceptible de recibir radiación solar.

Otra consideración importante es la diferenciación que debemos hacer entre el diseño de un nuevo edificio y el de una rehabilitación energética de uno construido. En la rehabilitación energética, el edificio nos viene dado con sus huecos existentes y nos debemos adaptar a ellos. Hay dos estrategias básicas: sustituirlos o mantenerlos. En ambos casos se deben respetar las continuidades de las envolventes térmica y de estanqueidad. Esto quiere decir que la envolvente del aislamiento térmico y la de la barrera de estanqueidad, que impide las infiltraciones, deben envolver de forma global a toda la construcción. Dentro de los manuales de diseño de los estándares de alta eficiencia energética es muy importante la regla del lápiz, que marca que debemos poder recorrer todo el perímetro exterior de la envolvente sin levantar el lápiz.

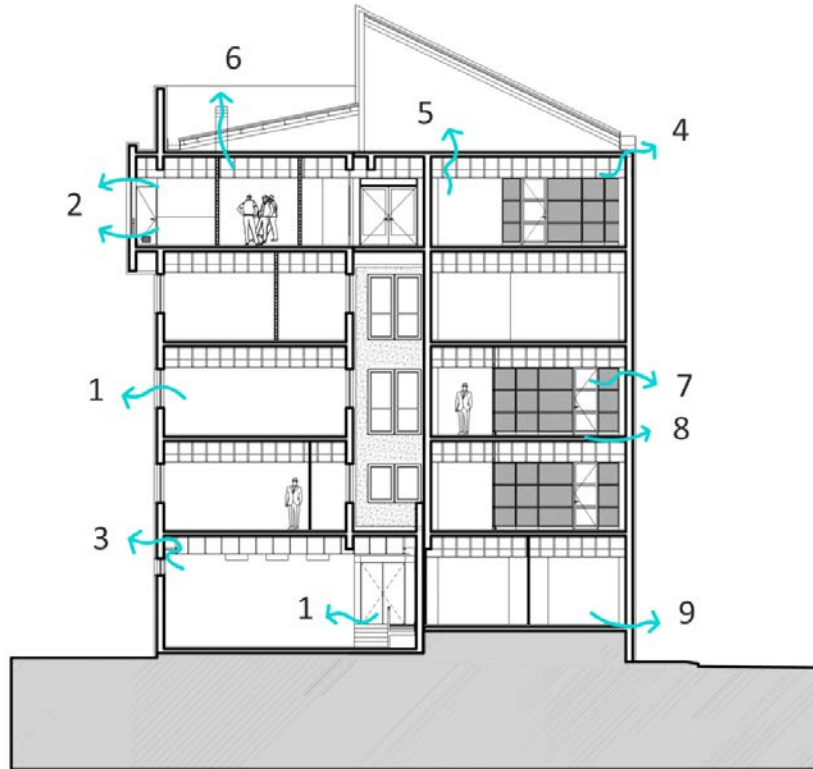
### 3.1.5. PÉRDIDAS POR INFILTRACIONES

Las infiltraciones son intercambios térmicos entre el interior y el exterior que se realizan por rendijas y fisuras no deseadas en la envolvente.

Cualquier junta mal sellada puede producir pérdidas de calor que reducen la eficiencia térmica de un muro y su estanqueidad, por ejemplo:

En una superficie total de aislamiento de 1 m<sup>2</sup> con una capa aislante de 14 cm, una junta abierta de 1 mm abierta produce un aumento de la transmitancia de 4,8 veces.

Para evitar las infiltraciones es necesario conocer los lugares donde se producen las fugas o entradas de aire. La siguiente figura (Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos), muestra las vías más comunes a través de las cuales se producen infiltraciones de aire.



### Vías de infiltraciones

- 1 Ventanas o puertas poco estancas
- 2 Rendijas alrededor de las ventanas
- 3 Vías a través de espacios en el falso techo hacia e interior del muro y luego hacia el exterior
- 4 Rendijas en la unión techo-muro a la altura del alero
- 5 Perforaciones a través del forjado para el paso de instalaciones
- 6 Conductos de ventilación que atraviesan la cubierta
- 7 Aireador inserto en el muro, shunt o extractor en baños
- 8 Rendijas alrededor de las instalaciones de alcantarillado en baños
- 9 Rendijas alrededor de la unión cierre-pavimento
- 10 Espacios alrededor de instalaciones eléctricas

A continuación establecemos unas recomendaciones generales a para disminuir la existencia de infiltraciones en diferentes elementos constructivos:

#### Cerramientos en contacto con el terreno:

La existencia de rendijas y grietas en el piso pueden provocar que el aire se filtre al interior de la edificación. Esto puede ocurrir, por ejemplo, en soleras, ya que al curar el hormigón se contrae, separándose de los muros. Si bien estas pequeñas grietas no conllevan necesariamente un riesgo estructural, sí generan vías para el paso del aire. Es necesario además sellar posteriormente la unión entre la solera y el muro.

#### Forjados ventilados:

Los forjados suspendidos de madera poseen muchos intersticios en las uniones entre piezas, todas las uniones con los muros (internos y externos) y alrededor de los conductos de instalaciones. El aire puede filtrarse a través de estos intersticios y descender hacia el espacio no calefaccionado bajo el pavimento. Placas y tablas de mayores áreas y uniones machihembradas pueden reducir el paso del aire, pero es esencial sellar todos los espacios y rendijas antes de colocar el revestimiento de piso.

#### Ventanas y puertas:

Es común encontrar intersticios entre el marco de la ventana o puerta y el muro. Por lo tanto, es importante especificar sellados entre estos dos elementos, el cual debe generar continuidad con la barrera de aire del muro, particularmente en alféizares y en cajas de persiana. Se deben evitar la colocación de cajas de persiana hacia el interior

Las infiltraciones pueden ocurrir también a través de intersticios entre el marco y la hoja, y alrededor de la unión entre el vidrio y la hoja. El tipo de apertura de una ventana influye también en el grado de permeabilidad al aire de la misma. Por lo tanto, debe especificarse ventanas y puertas certificadas, eligiendo el grado de permeabilidad correspondiente a la ubicación geográfica y situación de exposición del edificio.

Otra vía de infiltración común ocurre cuando existen espacios, en algunos casos considerables, entre la parte inferior de una puerta exterior y el pavimento, especialmente en puertas correderas.

### Conductos y pasos de instalaciones:

Los orificios en la barrera de aire son comunes alrededor de los ductos de agua, gas, ductos de ventilación de calderas y tuberías de instalaciones eléctricas que pasan a través de los muros, pisos y forjados. Por lo tanto, deben especificarse sellados alrededor y en los puntos de entrada de las instalaciones siempre que se atraviese la envolvente, y se debe cuidar su ejecución en obra.

Las instalaciones de iluminación y los espacios alrededor de ellas– pueden ofrecer una vía hacia el interior del aire frío exterior.

### EVALUACIÓN DE EXIGENCIAS DE HERMETICIDAD O ESTANQUEIDAD: PRUEBAS BLOWER DOOR TEST Y CÁMARA TERMOGRÁFICA.

Una vez esté terminada la obra, se debe verificar el cumplimiento de las exigencias de hermeticidad y calidad del sellado del edificio. Se comprueba en este caso, mediante ensayos, que la hermeticidad al aire de la envolvente del edificio se comprenda dentro de las clases aceptadas de hermeticidad al aire en la localidad en que se ubica el edificio. Para la ejecución del ensayo existen varias técnicas, la más utilizada es la de presurización según UNE-EN 13829. El método consiste en generar una diferencia de presión constante entre el interior y el exterior del edificio, mediante un aparato de medición normalizado denominado “BlowerDoor”. Éste consta de un ventilador mecánico con un diafragma de reducción de flujo, medidores de caudal, presión diferencial y temperatura del aire, dispositivos de control y un software de procesamiento de datos. El ventilador está dispuesto en un bastidor puerta, el cual reemplaza una de las puertas del recinto al momento de hacer las pruebas. Aconsejamos que durante el transcurso de la obra se realice otro test BDT complementario para poder descubrir y corregir patologías antes de trasdosar y pintar.

Mostramos en las fotos pruebas realizadas por nosotros en la casa pasiva FUV en Vitoria-Gasteiz



El estándar europeo ENERPHIT marca 1 renovación por hora a 50 Pa de presión, por experiencia se podría establecer un máximo de 2 en el peor de los casos de una rehabilitación energética. Recomendamos que la tendencia sea el reducir las infiltraciones por lo tanto acercarnos a la cifra de 1.

### 3.1.6. ESTRATEGIAS DE CALENTAMIENTO PASIVO

Las estrategias principales de calentamiento pasivo de edificaciones, en nuestro clima, son las siguientes (de Herde, 1997):

**Captar:** La energía solar en forma de radiación puede ser captada por el edificio y transformada en calor. Esta captación puede ser directa o indirecta.

**Conservar:** Es necesario mantener el calor dentro de los recintos, para esto es necesario aislar la edificación del exterior

**Almacenar:** La masa térmica de las edificaciones, dada por su materialidad, contribuye a almacenar calor durante el día para emitirlo durante la tarde y noche.

**Distribuir:** El calor captado deberá distribuirse, de manera que llegue a distintos recintos del edificio, lo que puede realizarse en forma natural o forzada.

Las estrategias para captar calor pueden incluir formas tanto directas como indirectas o aisladas.

Fundamentalmente se dividen en el **Muro Acumulador Térmico**, el **Invernadero Adosado** y la **Ganancia Directa**. Vamos a desarrollar levemente ésta última por ser la más usual.

**Estimar el tamaño de las superficies vidriadas:** utilizar los siguientes rangos: en un clima frío a templado como el nuestro, considerar 0,05 m<sup>2</sup> de superficie vidriada por cada m<sup>2</sup> de área a calentar. Esta área vidriada se debe de disponer al sur para captar en invierno y poder proteger fácilmente en verano. En una vivienda de 100 m<sup>2</sup> necesitaríamos 5m<sup>2</sup> de vidrio orientado al sur.

### 3.1.7. MASA TÉRMICA, INERCIA

Nuestro clima tiene un desfase térmico entre el día y la noche. La utilización de masa térmica es una estrategia de calentamiento pasivo por captación directa en invierno, pero también es una estrategia para disipar el sobrecalentamiento en verano, mediante la purga nocturna con ventilación cruzada. Se recomienda considerar elementos constructivos con masa térmica.

**Estimar la cantidad de masa térmica necesaria para almacenar el calor captado:** como regla general se puede considerar masa térmica de hormigón de 100 a 150 mm de espesor (por ejemplo la solera, forjado o losa), se recomienda que la masa captadora no sea menor que 200 kg/m<sup>2</sup> y que sea de color oscuro (“Arquitectura Solar” Guillermo Yáñez). Esta masa debe ubicarse preferentemente en las zonas donde se produce la ganancia solar directa.

Como estrategia de calentamiento; una vez que hemos captado la radiación solar en nuestro edificio, es necesario mantener el calor generado en el interior de éste. Este calor se almacena en el seno de los materiales, para luego cederlo al ambiente.

Los materiales con mayor masa e **inercia térmica** son los materiales pétreos, ya sea hormigón, mampostería de ladrillo, adobe y piedra.

Esta es una propiedad de los materiales que depende de la densidad, del calor específico y de la conductividad térmica y se refiere a la relación con la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que lo cede o absorbe del entorno. Esta propiedad se utiliza para hacer más estable la temperatura dentro de los edificios, y en particular cuando existe una oscilación térmica considerable en el exterior. La inercia térmica gestiona el exceso de calor o frío contribuyendo a un mayor confort y ahorro energético.

No hay una fórmula específica para medir la inercia térmica, pero si tomamos el concepto de difusividad, éste si lo podemos medir y en cierta medida es opuesto a la inercia.

**Difusividad = Conductividad / Densidad x Calor Especifico (m<sup>2</sup>/s)**

La capacidad de acumulación de calor de los materiales permite la atenuación de las fluctuaciones de temperatura en el interior y el desfase térmico entre la temperatura exterior y la interior. Se trata de un administrador energético pasivo que nos gestiona el calor sobrante sirviendo tanto para el calentamiento pasivo como para el enfriamiento pasivo en verano.

Deducimos que los materiales con más inercia térmica son los que tienen más densidad y calor específico (C) y poca conductividad (k). Ponemos unos ejemplos en la siguiente tabla para comprobar por ejemplo que el agua, aunque no tenga una densidad muy alta, si tiene un gran calor específico por lo que sus cualidades inerciales son buenas. Esta es la razón por la que los territorios junto al mar tienen un clima más templado y menos extremo.

MATERIAL	DENSIDAD Kg/m <sup>3</sup>	CALOR ESPECIFICO KJ/KgK	CAPACIDAD TÉRMICA KJ/m <sup>3</sup> K	CONDUCTIVIDAD W/mK	DIFUSIVIDAD m <sup>2</sup> /s
AGUA	1000	4,186	4186	0,59	0,14
HORMIGÓN	2400	1,06	2060	1,63	0,64
LADRILLO	1700	0,92	1564	0,87	0,58
BASALTO	2800	0,86		1,27	0,53
PIEDRA	2000	0,9	1800	2,5	1,15
ADOBE	1510	0,85	1300	0,45	0,35
TIERRA APISONADA	1757	0,65	1673	0,75	0,46

Actualmente se están investigando una serie de materiales de cambio de fase PCMs (Phase Change Materials) que acumulan energía en forma de calor latente al cambiar de fase sólida a líquida o gel. Esto supone la ventaja que con mucha menos masa el material es capaz de acumular energía. Esta capacidad es útil tanto en invierno como en verano para enfriar de forma pasiva mediante la purga nocturna.

Son materiales como la parafina, que se incorporan a los revestimientos interiores de las viviendas, paredes, suelos, techos, contraventanas etc.



### 3.1.8. ESTRATEGIAS DE ENFRIAMIENTO PASIVO

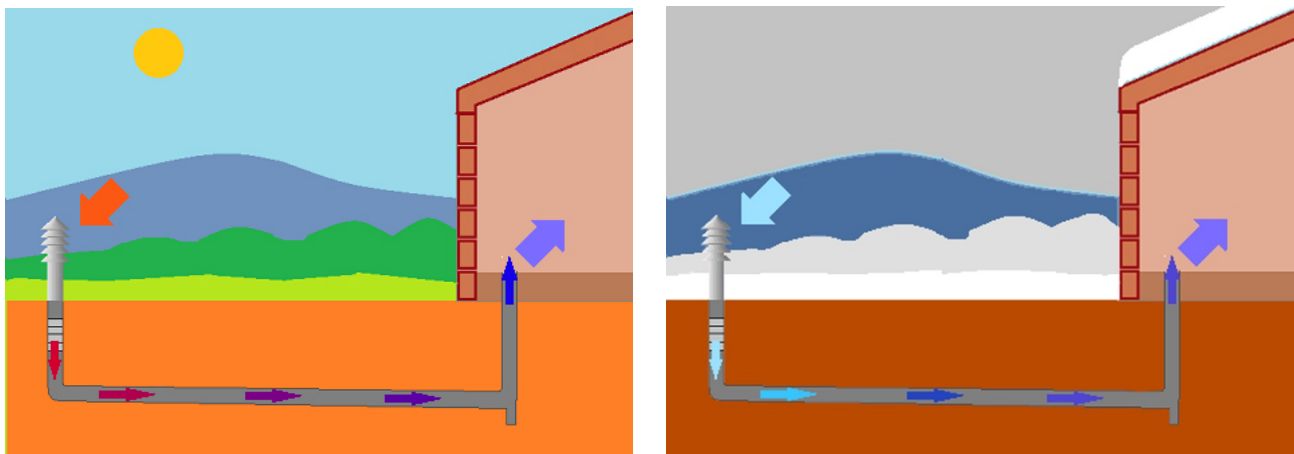
El enfriamiento pasivo, en nuestro clima, se consigue con una correcta protección solar y con la purga nocturna mediante la ventilación cruzada.

Los huecos en la fachada sur se pueden proteger con elementos de sombreado horizontales y fijos. Se recomienda, no obstante, que la protección solar se realice mediante dispositivos móviles que se adapten en todas las épocas del año a las condiciones térmicas y de soleamiento exteriores. Puede ser que en épocas equinocciales, en nuestra latitud, queramos captar o protegernos del sol en función de la situación meteorológica concreta.

En las fachadas este y oeste la protección debe ser vertical y móvil. La fachada oeste, en época estival, requiere de máxima protección para evitar el sobrecalentamiento.

Los tipos de vidrio, en función de su factor solar (g), se deben proyectar adaptándose al soleamiento de la fachada y su protección. Por ejemplo, en una fachada sur bien proyectada, que deja pasar el sol de invierno y no permite el paso del sol en verano podemos elegir un factor solar alto (alto porcentaje de sol que pasa) con el objetivo de captar en invierno.

Enfriamiento pasivo se consigue mediante la ventilación cruzada y la purga nocturna. Para que ésta funcione correctamente y sea eficiente debemos disponer de masa o de los citados PCM, materiales de cambio de fase. Los POZOS CANADIENSES o PROVENZALES proporcionan un calentamiento pasivo en invierno y un enfriamiento pasivo en verano. Estos pozos se combinarán con un sistema a cuatro tubos o de doble flujo de ventilación con recuperador de calor (VRC).



### 3.1.9. EFECTO ISLA DE CALOR

La mayoría de las rehabilitaciones estarán ubicadas en un entorno urbano donde el efecto de la isla de calor está muchas veces presente en los periodos cálidos del año.

Aunque el problema es municipal, ya que la isla de calor se forma a nivel de barrio, las actuaciones puntuales de rehabilitación pueden contribuir a mitigar este problema.

El efecto isla de calor consiste en un sobrecalentamiento de las zonas urbanas respecto de las zonas naturales o rurales aledañas a las mismas. Este calentamiento puede ser desde 1 hasta 6 °C. Se debe principalmente a un índice de reflectancia solar bajo; a la alta inercia de los materiales pétreos y asfálticos que conforman la urbanización de la ciudad; a la producción de calor de los automóviles, máquinas de aire acondicionado, etc. Y a la ausencia de zonas verdes y vegetación. Tiene consecuencias en cuanto a disconfort, aparición de enfermedades como angina de pecho, aumento de la presión arterial, obstrucción de las arterias coronarias, entre otras.

¿Cómo podemos mitigar el EIC (efecto isla de calor)?

-Propiciar las zonas verdes, aunque es un tema municipal, desde la escala de la rehabilitación energética de un edificio muchas veces tenemos la oportunidad de reurbanizar parte del entorno dentro del concepto de revitalización urbana. Debemos propiciar la plantación de vegetación que por otro lado va unida a un soporte de pavimento permeable que mantiene el ciclo natural del agua.

- Potenciar las cubiertas y fachadas verdes, además de ser unos excelentes aislantes térmicos y gestores de la energía son mitigadores del efecto isla de calor

-Usar materiales en el revestimiento exterior con un índice de reflectancia solar menor o igual que 29.

- Emplear colores claros que reflejen la radiación solar, sobre todo en fachadas y cubierta. Hay que aconsejar no abusar de esta práctica, o combinarla con el arbolado y las zonas verdes, ya que puede producir mucho deslumbramiento y disconfort.

- Fomentar el uso de la bici en detrimento de los automóviles que producen emisiones y calor. Esto lo podemos conseguir proyectando aparca-bicis exteriores y garajes o almacenes para bicicletas en los espacios interiores. En resumen debemos emular con la rehabilitación y las técnicas de diseño actuales las condiciones previas a la urbanización de ese lugar: recuperar la superficie verde, la vegetación y el ciclo natural del agua mediante pavimentos permeables.

### 3.1.10. EMPLEO DE ESPACIOS COLCHON (BUFFER)

Los espacios intermedios a modo de colchón térmico como las galerías, miradores, invernaderos, muros trombe etc. que se puedan gestionar con el objetivo de captar o paliar el soleamiento son muy recomendables. Los cortavientos en las entradas son espacios colchón que con poca inversión y de forma pasiva propician un ahorro energético y un aumento del confort.

En el punto 2.2.1 se describe el funcionamiento de los tradicionales miradores de nuestra tierra. Su funcionamiento es muy explicativo de la forma de trabajar de un “buffer” o espacio colchón.

**ABREVIATURAS DE ESTE CAPITULO:**

U = transmitancia térmica

REI = Rehabilitación energética integral

VRC = Ventilación con recuperador de calor

Buffer = Espacio colchón

EIC = Efecto isla de calor

MBPRE = Manual de Buenas Prácticas en Rehabilitación Energética

EG = envolvente global

C= Calor específico

k = conductividad

BDT = test de la puerta sopladora (Blower Door Test)

FUV = firmitas utilitas venustas

PCMs = Materiales de cambio de fase (phase change materials)

### **3.2. Nuevas soluciones de rehabilitación de envolventes de fachada.**

### **3.2.1. INTRODUCCIÓN**

En este capítulo vamos a realizar un breve recorrido por el mercado constructivo revisando las medidas de mejora energética realizables del mercado actual para rehabilitar las fachadas. No pretende esta guía profundizar extensamente en las características técnicas, sistemas de montaje etc. Existe mucha información en internet y muchas otras guías y libros sobre el tema. Si hablaremos de las ventajas e inconvenientes de cada tipo. La elección depende de muchos factores por lo que cada edificio y comunidad requiere un estudio individualizado. El factor de forma, el contexto urbano, la orientación, los accesos, la normativa urbanística, el estado de la fachada actual, la disponibilidad económica, el acuerdo entre los vecinos etc.

Un resumen de las actuaciones más habituales es el siguiente:

#### **VANOS o PAREDES**

##### Sistemas de Aislamiento Exterior

Fachadas Ventiladas

SATE - ETICS, Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior

##### Sistemas de Aislamiento Interior

Sistema de trasdosados de muros exteriores

##### Aislamiento por inyección en cámara

#### **HUECOS o CARPINTERÍAS**

##### Medidas de Rehabilitación

Mejora de vidrios

Mejora de Marcos

Sustitución de carpinterías

Nueva carpintería exterior manteniendo la existente

Primero, hacemos una comparativa general de los aislamientos que se puede utilizar en rehabilitaciones mirando sus características de valores térmicos, fabricación, ejecución y ventajas/desventajas.

Segundo, estudiamos que tipos de sistemas existe para rehabilitar la envolvente, explicamos las composiciones de cada uno para asociar los aislamientos.

Tercero, hablaremos de los HUECOS/VIDRIOS dentro de la envolvente.

## TIPOS DE AISLAMIENTO

### PANELES DE VIDRIO CELULAR.



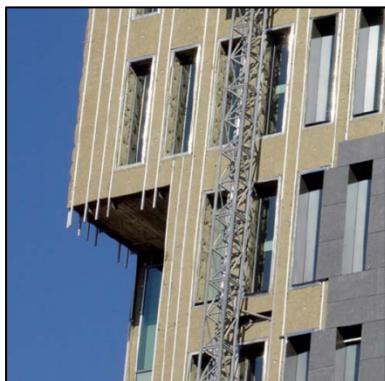
Fuente: PAG. WEB Foamglas

Un producto impermeable y estanco al vapor. Es incombustible y resiste a ataques de plagas. Tiene alta resistencia en compresión y es fácil de cortar y no se deshace al perforar. Su comportamiento al fuego es bueno.

Se puede reciclar como material de relleno o granulado para otro aislamiento térmico. Buena resistencia a compresión.

- **Densidad: 100 kg/m<sup>3</sup>.**
- **Coef. de conductividad térmica: 0,038 W/(m·K)**
- **c (calor específico) aproximadamente 850 J/(kg·K)**

### PANELES DE LANA MINERAL/ ROCA HIDRÓFUGO.



Fuente: PAG. WEB RockWool

Un material fabricado a partir de la roca volcánica natural. Disponible tanto en placa como enrollado, que le hace más fácil a adaptar a cualquier superficie o estructura.

Su comportamiento al fuego es bueno y tiene buenas calidades acústicas.

- **Densidad: 30-160 kg/m<sup>3</sup>. Según EN 13162**
- **Coef. de conductividad térmica: 0,034 a 0,041 W/(m·K)**
- **c (calor específico) aproximadamente 850 J/(kg·K)**

### PANELES DE POLIESTERENO EXTRUIDIDO XPS.



Fuente: PAG. WEB Basf

Es un plástico derivado del petróleo. Resistencia al agua y descomposición. Buena resistencia a compresión.

Aguanta golpes y la intemperie en la fase de obra y tiene una larga vida útil. Se puede instalar en capas a mata junta evitando infiltraciones.

- **Densidad: 30 - 33 kg/m<sup>3</sup> en manta**
- **Coef. de conductividad térmica: 0,029-0,039 W/(m·K)**
- **c (calor específico) aproximadamente 1450 J/(kg·K)**

## POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS.



Fuente: PAG. WEB Neopor

Es un material plástico espumado que usa recursos no renovables en su fabricación, ya que es un plástico derivado del petróleo.

Pero tiene una versatilidad en la misma que le hace de un **producto multifunción**, de varios tamaños, espesores y aplicaciones.

- **Densidad: 10 - 25 kg/m<sup>3</sup>**
- **Coefficiente de conductividad térmica: 0,029-0,046 W/(m·K)**
- **c (calor específico) aproximadamente 1450 J/(kg·K)**

## PANELES DE FIBRAS MADERA.



Fuente: PAG. WEB Steico

Un producto muy ecológico ya que procede de desechos de serrerías o tras la manipulación de la madera.

Los espesores de los tableros aislantes pueden llegar hasta 200 mm en una capa ahorrando tiempo de instalación.

Aislamiento Bioclimático.

- **Densidad: 130-250 kg/m<sup>3</sup> en manta**
- **Coefficiente de conductividad térmica: 0,04-0,06 W/(m·K)**
- **c (calor específico) aproximadamente 1600-2100 J/(kg·K)**

## PANELES DE CORCHO.



Fuente: PAG. WEB Cutecma

Placas aligeradas 100 % naturales tostados para mejorar sus prestaciones aislantes y acusticos.

Las fijaciones pueden ser mecanicas, mortero o con cola.

Aislamiento Bioclimático.

- **Densidad: 110 kg/m<sup>3</sup> Normal, 100-160 (en placa)**
- **Coefficiente de conductividad térmica: 0,039 W/(m·K)**
- **c (calor específico) de 1600 a 1800 J/(kg·K)**



## MANTA AISLANTE DE CÁÑAMO



Fuente: PAG. WEB Ecohabitar

Se fabrica a partir de las fibras de cáñamo unidas, la materia prima es la planta de cannabis o el lino. Se presenta de dos formas: como un disgregado aislante de celulosa de cáñamo protegida con sales minerales o en forma de manta aislante.

Es permeable al agua, buena regulación higrométrica y alta resistencia mecánica. Aislamiento Bioclimático.

- **Densidad: 25 kg/m<sup>3</sup>**
- **Coefficiente de conductividad térmica: 0,046 W/(m·K)**
- **c (calor específico) 2109 J/(kg·K)**

## PANEL DE ESPUMA RÍGIDA DE POLIURETANO (PUR)



Fuente: PAG. WEB Poliuretanos

El poliuretano (PUR) es un polímero que se obtiene mediante condensación de bases hidroxílicas combinadas con isocianatos. Destaca por su baja conductividad térmica, su defecto es su poca resistencia al fuego.

- **Densidad: 30-35 kg/m<sup>3</sup>**
- **Coefficiente de conductividad térmica: 0,028 W/(m·K)**
- **c (calor específico) de 1590 J/(kg·K)**

## PANEL DE ESPUMA RÍGIDA DE POLISOCIANURATO (PIR)



Fuente: PAG. WEB Poliuretanos

Es una variante de la espuma de poliuretano siendo prácticamente iguales en cuanto a apariencia, propiedades y coeficiente de aislamiento, diferenciándose por tener el PIR una mayor resistencia al fuego y a la temperatura.

Destaca por su baja conductividad térmica y sus elevadas prestaciones mecánicas.

- **Densidad: 34 kg/m<sup>3</sup>**
- **Coefficiente de conductividad térmica: 0,022 W/(m·K)**
- **c (calor específico) 1470 J/(kg·K)**

## SISTEMAS DE AISLAMIENTO EXTERIOR

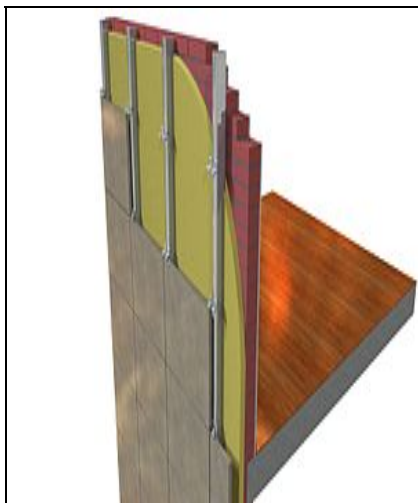
Estos sistemas son los adecuados para acometer la totalidad del edificio desde el exterior con las ventajas térmicas que eso conlleva, como eliminación de puentes térmicos y mantenimiento de la masa térmica (inercia) en el interior. Todos los vecinos deben tomar un acuerdo puesto que se actúa en la envolvente global. Otra ventaja es que no se pierde superficie útil en el interior de las viviendas. Básicamente se dividen en dos tipos, las fachadas ventiladas o el sistema SATE.

### FACHADAS VENTILADAS

Esta solución se ejecuta sin afectación para los usuarios del edificio al hacerse desde el exterior con andamios. Se realiza a modo de envolvente global en todo el edificio y no sólo en una vivienda o local en particular.

La nueva fachada podría volar desde el muro existente entre 10 y 20 cm para acabados ligeros y hasta 30 cm cuando hay más aislamiento. Por este motivo se debe de presentar un proyecto con la correspondiente aprobación urbanística municipal.

En principio, cualquier muro existente puede ser utilizado como soporte de una fachada ventilada. Se debe analizar el soporte siempre para comprobar sus características mecánicas. El sistema está compuesto por un aislamiento fijado al muro con perfiles para soportar un revestimiento nuevo separándose con una cámara de aire entre ellos, eliminando la humedad producida por la lluvia o la condensación exterior.



Fuente: PAG. WEB ATEPA



Fuente: Elaboración propia

La cámara de aire permite una circulación de aire por simple convección creando un colchón térmico donde se aprovecha, en caso de captación solar, toda la inercia térmica del soporte.

Las diferencia con un sistema SATE/ETICS es que es más fácil alojar cajas de persiana y otros elementos secundarios como aleros. La solución es “desmontable” y, por lo tanto, susceptible de registrarse para reparar o modificar instalaciones ocultas en la fachada.

Las juntas entre las piezas evitan los problemas típicos de los movimientos que podrían causar grietas y fisuras. Enumeramos varios tipos de revestimientos exteriores.

1. PANELES FENÓLICOS.

Un material duro y resistente a rayos ultravioleta de bajo mantenimiento. Gran gama de colores y texturas.

2. PANELES Y CHAPAS METÁLICOS.

Materiales de gran dimensión de poco espesor (1-2mm) que se adapta mejor a los huecos de muros existentes.

3. CERÁMICAS/ PÉTREOS/MADERA.

Placas con más espesor (15-30 mm) que necesita un sub-estructura pesada. Permite piezas especiales.

4. PANELES DE HORMIGÓN POLIMERO / GRC.

Placas prefabricadas de diferentes formatos con una resistencia mecánica muy alta.

### **SATE - ETICS, SISTEMAS DE AISLAMIENTO TÉRMICO EXTERIOR**

Este sistema de SATE da una nueva capa térmica para proteger y aislar la envolvente de un edificio existente. La ejecución es más sencilla y aproximadamente un 25 % más barata que una fachada ventilada.

Los acabados exteriores son más limitados que en la fachada ventilada y la integración de las instalaciones exteriores más dificultosa.

Es compatible incluso con muros de mala planimetría.



El sistema está compuesto por:

0. Muros soporte.  
(Madera, hormigón, piedra, ladrillo, mampostería, prefabricados)
1. Adhesivo.
2. Aislamiento.  
(Hasta 400 mm)
3. Mortero adhesivo y/o fijaciones mecánicas.
4. Mallas de refuerzo.
5. Revestimiento de acabado.

**Fuente: PAG. WEB STO**

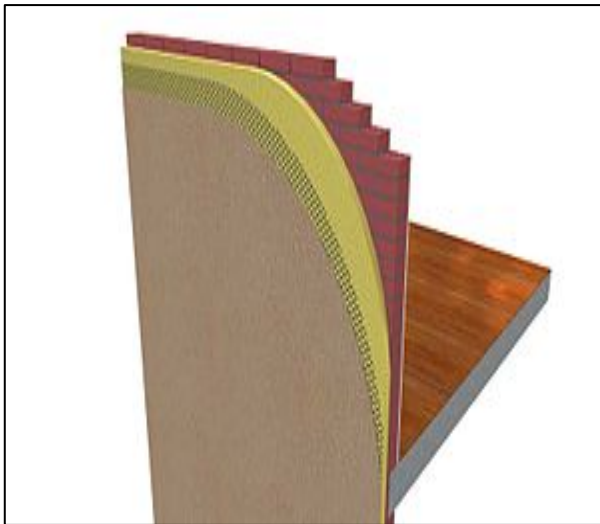
El aislamiento a utilizar tiene que estar fabricado en planchas rígidas ligeras de tamaño manejable, que se pegan al muro exterior con colas y/o espigas. Estas características le hace fácil de cortar.

Funcionan mejor ante el fuego que las fachadas ventiladas debido a la protección del revestimiento exterior.

Los revestimientos son de gran durabilidad y resiste golpes. La elasticidad de los morteros adhesivos y la capa exterior de resinas de silicona reduce la posibilidad de formación de grietas.

El revoco puede ser de una gran gama de texturas y colores.

Existe la posibilidad de imitar piedras, ladrillos y molduras especiales.



Fuente: PAG. WEB ATEPA



Fuente: PAG. WEB STO

### SISTEMAS DE AISLAMIENTO DESDE EL INTERIOR

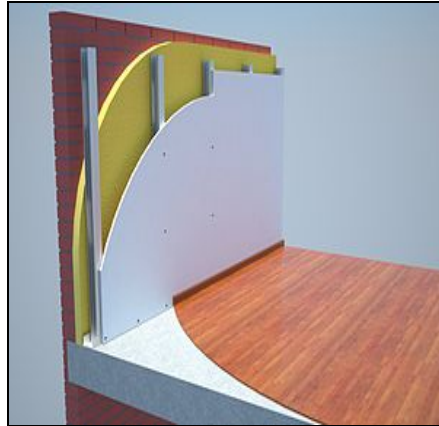
Esta modalidad de aislamiento tiene la gran ventaja que un solo vecino puede acometer la obra sin el acuerdo global de toda la comunidad.

La mejor forma de obtener el máximo ahorro energético es siempre aislar por el exterior de una fachada existente pero hay ocasiones que no es posible.

Al colocar el aislamiento sobre la cara interior de la fachada perdemos las ventajas de aprovechar la inercia térmica y no vamos a cortar puentes térmicos de frentes de forjado, uniones con la cubierta, cajas de persiana etc.

El espacio interior va a perder centímetros en superficie útil interior y también en altura libre si queremos eliminar puentes térmicos.

En el aspecto acústico tiene la ventaja que nos aísla del resto de los vecinos, contribuyendo al aumento del confort. Al encontrarnos en un espacio interior es muy importante estudiar el comportamiento ante el fuego de los materiales que compongan los aislamientos.



Fuente: PAG. WEB ATEPA

Este sistema es apropiado para rehabilitaciones de cualquier edificio protegido del patrimonio histórico-artístico donde será muy difícil practicar la intervención por el exterior por normativa urbanística.

Otra ventaja de este sistema es que se evita el coste de elementos auxiliares exteriores como andamios.

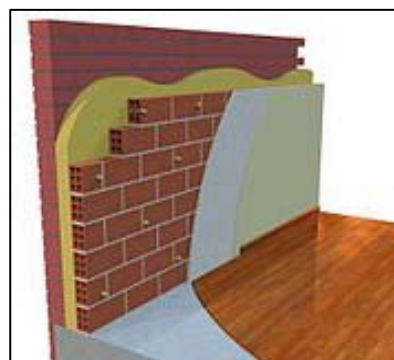
El sistema se compone de la fijación de los paneles aislantes (con adhesivos o con fijaciones mecánicas) sobre la cara interior de la fachada renovada con una capa de mortero hidrófugo con 3 tipos de acabados:

1. Sistemas de trasdosados aislados integrados auto-portantes de placa de yeso laminado para enlucir y pintar.
2. Sistemas integrados auto-portantes de materiales plásticos para un recubrimiento más industrial.
3. Solo planchas aislantes para la futura levante de otra hoja de fábrica al interior para revestir.

El aislamiento a utilizar puede ser de varios tipos ya descritos.



Fuente: ATEPA



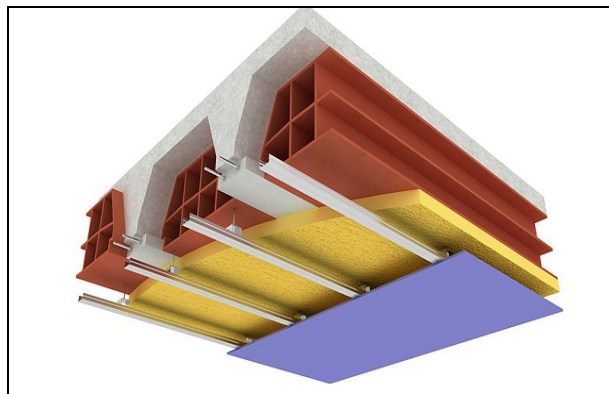
Una desventaja es que se pierde el aprovechamiento de la inercia térmica del muro existente.

Después de rehabilitaciones recientes de cubiertas no es necesario cambiar la impermeabilización o cubrición exterior.

En los techos, si el usuario puede permitirse una reducción en la altura libre, se podría aprovechar un nuevo techo falso para nuevos sistemas de iluminación y o climatización.

En viviendas, la configuración cuelgue un aislamiento ligero del techo existente con una fijación mecánica o apoya encima de la subestructura del acabado plano y liso del techo (por ejemplo yeso laminado).

También se puede pegar un aislamiento con mayor densidad al soporte del techo existente.



**Fuente: PAG. WEB ATEPA**

Bajo las cubiertas industriales se suelen instalar falsos techos colocados sobre perfilería y realizados a partir de lanas minerales con distintos recubrimientos.

El aislamiento reduce el ruido aéreo de impactos, un factor muy importante debajo de cubiertas planas transitables.

También existen paneles sándwich prefabricados con un material aislante entre dos tableros de madera. Se fija mecánicamente los paneles al soporte actual. También hay algunos paneles sandwich que llevan otros acabados como cartón yeso en la cara interior.



## AISLAMIENTO POR INYECCIÓN EN CÁMARA

La opción de rehabilitar una fachada con una inyección del aislamiento en la cámara es una de las más sencillas y baratas si no existe necesidad de cambiar la condición estética del envolvente existente y/o corregir patologías.

Es adecuado para actuaciones puntuales en viviendas en las que no se puede ejecutar un aislamiento continuo en toda la envolvente. La eficiencia energética de la misma es deficiente en muchos casos, ya que no soluciona los puentes térmicos de los frentes de forjado y cercos de ventanas, además de las patologías producidas por las infiltraciones en las uniones de huecos y vanos que este sistema no resuelve.

Se puede realizar la instalación a la vez que los usuarios utilicen el edificio y no les resulta en una pérdida de superficie de su vivienda y sólo ayuda a aportar rigidez a la fachada y reduce la humedad por capilaridad a través de la cámara de aire.

Se puede inyectar en cualquier fachada de doble hoja donde exista una cámara de aire y lo normal es que se rellene de espuma de poliuretano o celulosa.

Una buena ejecución tiene que tener en cuenta que el llenado del volumen de la cámara puede verse entorpecido por elementos internos y por este razón las inyecciones se realizarán a través de taladros espaciados, de 50 cm a 150 cm entre sí, al tresbolillo.

Al rellenar bien la cámara entera se puede evitar cualquier infiltración de aire en el vano de la fachada original, no evita las infiltraciones en los huecos. Las inyecciones se realizan por pequeños taladros que luego se sellan.

El aislamiento de espuma de poliuretano, PUR está compuesto básicamente por derivados del petróleo y azúcar.

Su valores térmicos son muy buenos con una conductividad baja, de:  $0.028 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{K})$  y se adapta a cualquier superficie, al ser un derivado del petróleo tiene una mochila ecológica mayor.

Aunque en el caso de relleno de cámara su espesor está garantizado al tener borde constante, en otros casos se puede variar si no se ejecuta adecuadamente.

La gran desventaja de este aislamiento es además de que en su producción es poco ecológico, tiene un alto grado de combustión y por lo tanto problemas para cumplir el CTE-SI.

Por esta razón, empiezan a aparecer en el mercado productos más sostenibles, como la celulosa proyectada. Este aislamiento hecho de papel reciclado tiene una conductividad de  $0,039 \text{ W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{K})$  y casi no consume energía para su elaboración. También existe la lana mineral que es incombustible y tiene una conductividad de  $0,034 \text{ W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{K})$ .

### **CUBIERTA O FACHADA AJARDINADA**

Esta guía se centra en la fachada como objeto de estudio, pero no queremos dejar de aconsejar el empleo de las cubiertas verdes o ajardinadas. Esta solución es una forma de aislar la cubierta con unos resultados muy sostenibles. Ecológicamente, reduce el calentamiento atmosférico local creando así un clima más agradable.

Una cubierta ajardinada ofrece un sistema transitable verde (posibilidad de plantar césped, árboles, arbustos etc.) sobre estructuras existentes.

Este sistema requiere un estudio pormenorizado en cada caso debido a las cargas estructurales que supone y a la dependencia de la geometría y estado de la cubierta existente.

Las fachadas verdes también requieren un análisis específico de cada caso teniendo en cuenta el soporte y el sistema de riego y mantenimiento con el gasto económico que pueda suponer.



Fuente: PAG. WEB Tborjacanarias



## HUECOS/CARPINTERÍAS - MEDIDAS DE REHABILITACIÓN

La envolvente de un edificio es continua, por lo que el aislamiento en los vanos y las carpinterías deben de situarse en el mismo plano para que tenga continuidad la envolvente (regla del lápiz) y romper puentes térmicos e infiltraciones.

Las carpinterías convencionales son los elementos más débiles de la envolvente de un edificio, y por ellos se producen las mayores pérdidas de energía y confort del usuario. La unión y el sellado del marco o premarco con la parte maciza de la fachada es fundamental para evitar infiltraciones.

Para reducir la demanda energética y conseguir ahorros energéticos y económicos globales, la renovación de toda la carpintería, los vidrios y marcos es una de las claves. También cabe la posibilidad de instalar una doble carpintería manteniendo la existente. Por lo que el resumen de las acciones a ejecutar es el siguiente:

- Cambiar el vidrio.
- Cambiar toda la carpintería.
- Instalar doble ventana manteniendo la carpintería existente.

Describimos la trascendencia térmica de los posibles cambios de vidrios dobles o simples por una solución de triple acristalamiento con doble cámara:

La  $U_g$  es la transmitancia del vidrio, la  $U_f$  es la del marco y la  $U_w$  es la transmitancia media de la ventana.



1. Antigua ventana con vidrio **simple**:  
 **$U_g$ : 5,6 W/m<sup>2</sup>K /  $U_w$ : 4,5 W/m<sup>2</sup>K**
2. Antigua ventana con vidrio **doble**:  
 **$U_g$ : 3,0 W/m<sup>2</sup>K /  $U_w$  : 3,2 W/m<sup>2</sup>K**
3. Antigua ventana con vidrio **doble**(bajo emisivo):  
 **$U_g$ : 1,8 W/m<sup>2</sup>K /  $U_w$  : 2,1 W/m<sup>2</sup>K**
4. Nueva ventana con vidrio **triple**:  
 **$U_g$ : 0,7 W/m<sup>2</sup>K/  $U_w$ : 1 W/m<sup>2</sup>K**

### **Rehabilitación en Alemania**

**Fuente: PAG. WEB Gaulhofer**

Además de las características del vidrio en cuanto a su capacidad térmica existe la posibilidad de introducir una lámina LOW E de baja emisividad, que disminuye la pérdida de calor por radiación desde el interior.

El factor solar “g” es el porcentaje de sol que entra en el espacio interior a través del vidrio. Cuanto menor sea este porcentaje menos calor entra y desde el punto de vista de la refrigeración en un clima cálido es un factor solar mejor.

Pero puede darse la circunstancia de que en una fachada sur queramos captar sol en invierno y en otra queramos protegernos de la radiación solar por lo que nos interesen vidrios con diferente factor solar.

El sellado de las uniones entre marco o premarco y vano es fundamental. Existen muchas soluciones comerciales de sellados y juntas de estanqueidad para reducir infiltraciones.



**Sellados de estanqueidad en CASA FUV del arquitecto RAMÓN RUIZ-CUEVAS.**

Las antiguas ventanas pierden 3 o 5 veces más energía que las nuevas ventanas con una U mucho menor, eficientes y bien selladas.

A continuación exponemos las distintas variaciones de la transmitancia del marco ( $U_f$ ) según materiales y sistemas. Establecemos un rango de variación dentro de las diferentes opciones más normales dentro del mercado y del estado actual real, ya que la U depende de espesores, número de cámaras en el caso del PVC etc.

Es recomendable comparar la transmitancia del marco  $U_f$  porque la transmitancia global de la ventana  $U_w$  al incluir el vidrio puede llevar a errores a la hora de comparar diferentes sistemas.



Marcos metálicos sin Rotura de Puente Térmico= **Uf:** 5-6 W/m<sup>2</sup>K

Madera deteriorada = **Uf:** 2- 4 W/m<sup>2</sup>K

Metálico con RPT = **Uf:** 1,3 - 4 W/m<sup>2</sup>K

Madera nueva = **Uf:** 1 -3 W/m<sup>2</sup>K

PVC = **Uf:** 0,8 -2,4 W/m<sup>2</sup>K

Madera y aluminio (passivhaus) = **Uf:** 0,8-1,1 W/m<sup>2</sup>K

### Carpintería de madera y aluminio

Fuente: PAG. WEB Gaulhofer

La carpintería que vemos en la foto es de madera y aluminio con un estándar passivhaus y un vidrio triple con gas argón en sus cámaras y sus transmitancias son las siguientes:

**Uf:** 0,87 W/m<sup>2</sup>K ;

**Ug:** 0,5 W/m<sup>2</sup>K ,

**Uw:** 0,83 W/m<sup>2</sup>K

Hay que comprobar si la sección de la carpintería permite el cambio ya que incrementa el espesor de la composición y la unión con el marco es crítica si no se puede producir infiltraciones indeseadas. También se podría utilizar parte de la antigua carpintería como premarco e instalar una carpintería nueva.



**3.2.2 DESARROLLO DEL CASO CONCRETO DE LA ENVOLVENTE DE FACHADA DE LA DE CALLE LAGUARDIA EN EL BARRIO DE ZARAMAGA DE VITORIA-GASTEIZ.**



**Proyecto de Rehabilitación Energética Integral de ZARAMAGA. (Luzyespacio arquitectos y IMV arquitectos)  
Infografías (Iker Ramírez de Piscina)**

Al enfrentarnos al problema de la elección de los materiales de una nueva envolvente global como la del edificio de Zaramaga tuvimos en cuenta varios factores:

- Reducción de la demanda
- Precio
- Problemas de colocación
- Estética de las edificaciones circundantes
- Impacto ambiental de los materiales empleados

En el ejemplo de Zaramaga, que ilustra esta guía, se dan las siguientes soluciones:

**Vano:** SATE blanco o Fachada Ventilada cerámica imitando el tipo de ladrillo.

**Hueco:** Cambiar carpinterías o mantenerlas ejecutando una doble ventana.

Se ha optado por estos sistemas y materiales y no otros por las siguientes razones, derivadas de los criterios anteriormente indicados.

#### ZONA CON FACHADA VENTILADA

En la parte de fachada que se resuelve con una fachada ventilada se respetan las carpinterías existentes y en la nueva envolvente se proyectan unas nuevas ventanas correderas que están ubicadas en el plano del aislamiento de la nueva fachada. La razón de que sean correderas es la facilidad para su limpieza si se hubiera optado por carpinterías batientes es muy complicado limpiar las dos carpinterías. Son marcos de aluminio con rotura de puente térmico y vidrio con una cámara y un tratamiento de baja emisividad en su cara tres. La barrera de estanqueidad se realiza en esta nueva carpintería sellando sus uniones a la cara exterior de la fábrica existente. La carpintería se ubica en el plano del aislamiento (ver detalle en la figura anexa).

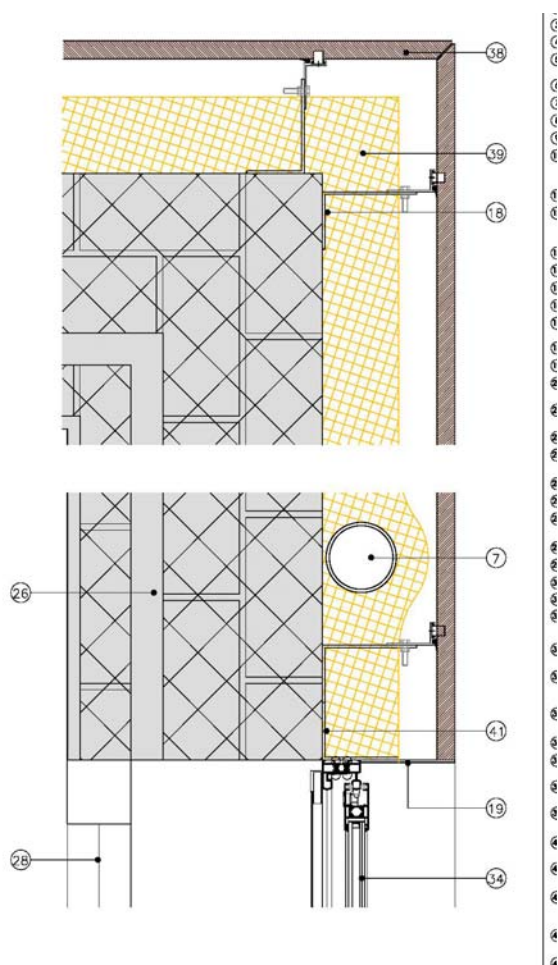
Para calcular la transmitancia del conjunto tomamos la carpintería existente (que en algunos casos ya había sido sustituida por otra más moderna con vidrio doble), la carpintería nueva y el espacio colchón de aire entre ambas. Esta solución tiene la desventaja de la incomodidad de tener dos carpinterías, pero por el contrario posee las ventajas del aprovechamiento del material y el ahorro en obras interiores. El espacio colchón intermedio entre ambas carpinterías se puede aprovechar para tener plantas durante todo el año, aún en un clima duro como el de Vitoria.

La U (transmitancia) global del sistema de la carpintería (ventana doble), es de **Uw max. = 0,98 W/m<sup>2</sup>K**

El vano en esta zona de la fachada consiste en una fachada ventilada cerámica con un tono similar al del ladrillo del resto del barrio de Zaramaga para que el propio material de las fachadas siga conservando el carácter del barrio. Se emplea un aislamiento de 12 cm. de lana de roca. Es muy importante elegir un material aislante que se comporte muy bien ante el fuego, ya que en un posible incendio la cámara de aire de la fachada ventilada hace de tiro y puede difundir el fuego y el humo con mucho peligro para las vidas humanas. El código técnico CTE-SI prescribe para una fachada ventilada, hasta 18m de altura, una clase mínima "B-s3-d2". Nuestra fachada ventilada tiene un aislamiento, lana de roca, que es A1 por lo que su comportamiento es mucho mejor al exigido por la norma.

Los materiales son naturales y reciclables y reutilizables, el único factor que empeora su análisis de ciclo de vida es el calor de los hornos en el proceso de fabricación de la cerámica y de la lana de roca del aislamiento. Por otro lado las fábricas están cerca y esto favorece la mochila de carbono del transporte.

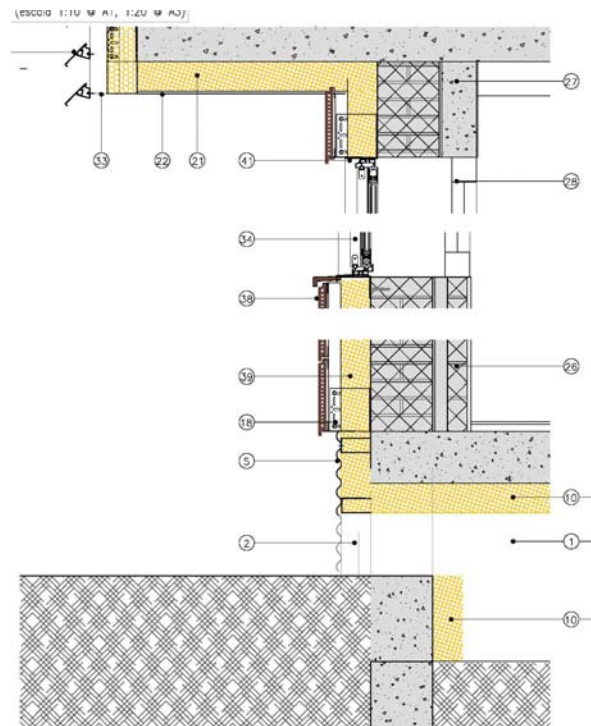
La U global del sistema de cerramiento (FACHADA VENTILADA) en la zona maciza (vano) es de **U max. = 0,23 W/m2K**



**Detalles Constructivos (FV) del Proyecto de Rehabilitación Energética Integral de ZARAMAGA.**

**(Luzyespacio arquitectos y IMV arquitectos)**





**Detalles Constructivos (FV) del Proyecto de Rehabilitación Energética Integral de ZARAMAGA.  
(Luzyespacio arquitectos y IMV arquitectos)**

**ZONA DE FACHADA CON SATE (ETICS)**

En las partes de las fachadas donde empleamos SATE, que coincide con la zona de balcones ya que tenemos menos espacio y se debe utilizar la terraza. El SATE es el sistema de aislamiento por el exterior más económico. Nuestro caso se prescribe un aislamiento de lana de roca de 12 cm. por motivos de comportamiento al fuego y mochila de carbono. En el caso del SATE, su comportamiento frente al fuego es menos determinante que en la fachada ventilada.

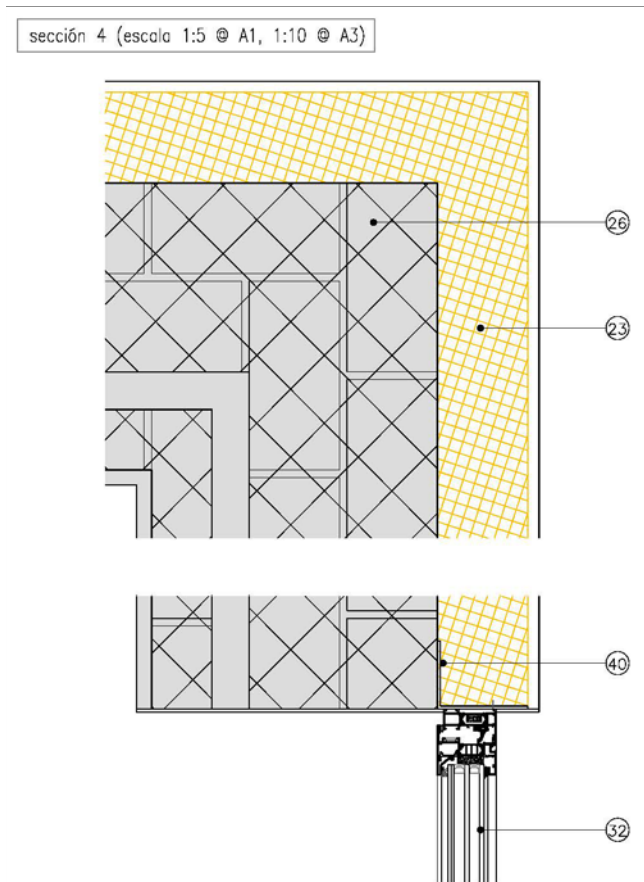
La incomodidad y poca funcionalidad de ejecutar una doble carpintería provoca que se opte por sustituir la actual por otra, única, pero con mayores prestaciones y doble cámara. La nueva carpintería se ejecuta en el plano del nuevo SATE y la barrera de estanqueidad se realiza entre la misma y el cerramiento existente en su cara exterior.

El vidrio triple se está generalizando en Europa Central, y por lo tanto su precio es cada vez más asequible, el nuestro se fabrica en Tudela. En otro clima más benigno que el de Vitoria-Gasteiz, se podría optar por un vidrio doble, con una sola cámara. Aunque el objetivo en 2020 es el edificio que se acerque a cero emisiones, por lo que debemos buscar la excelencia térmica.

Hay muchos tipos de carpinterías, cada vez más eficientes, las de madera/aluminio, por ejemplo tienen una U menor, pero en el caso de Zaramaga, por motivos económicos se opta por una solución de aluminio de buenas prestaciones con rotura de puente térmico y fabricación nacional.

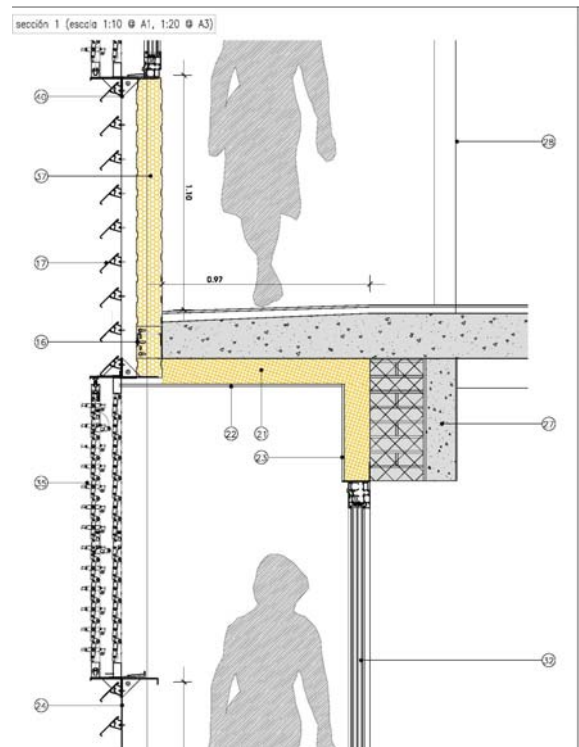
La U global de la carpintería (vidrio triple), **Uw max. = 0,93 W/m2K**

La U global del sistema de cerramiento (SATE) en la zona maciza (vano) es de **U max. = 0,25 W/m2K**



**Detalles Constructivos (SATE) del Proyecto de Rehabilitación Energética Integral de ZARAMAGA.  
(Luzyespacio arquitectos y IMV arquitectos)**





**Detalles Constructivos (SATE) del Proyecto de Rehabilitación Energética Integral de ZARAMAGA.  
(Luzyespacio arquitectos y IMV arquitectos)**

En esta parte de la fachada, la correspondiente a los balcones, se proyecta un sistema de sombreado mediante lamas que cumple una doble función:

La primera, gestionar el sol en las orientaciones este y oeste a la que corresponden esas fachadas, y la segunda la de envolver con un cierto orden todas las alteraciones formales que han sufrido las fachadas durante años.

La composición de esta zona de sombreado se divide en dos franjas; una fija en el antepecho del balcón y frente de forjado, y otra móvil en la franja de las ventanas. Es en esta franja donde además de poder asomarse a la calle, es posible la captación solar en invierno y protegernos de él en verano, permitiendo así dos posibles movimientos en las lamas.

### **3.3. Nuevas soluciones de instalaciones.**

## **INTRODUCCION:**

Las instalaciones nuevas se diseñan en función de la reducción de la demanda y el tipo de actuación. En una rehabilitación energética de una sola vivienda, dentro de un bloque, las estrategias se reducen casi exclusivamente al cambio de caldera y/o combustible, además del sistema de distribución de calor interior con su correspondiente regulación.

Cuando la rehabilitación se realiza en todo un edificio de forma global el margen de actuación se amplía. Además de las estrategias ya citadas se puede centralizar el sistema y aportar energías y combustibles renovables

Las nuevas instalaciones en una rehabilitación energética integral (REI) de un bloque tipo del periodo desarrollista se ven reflejadas en el proyecto de Zaramaga.

Antes de describir de forma breve las instalaciones definitivamente proyectadas, resumimos el proceso de diseño y descarte de otras posibles soluciones.

Un factor externo determinante en este caso concreto, son las ayudas de Europa, canalizadas a través de la Empresa Pública Visesa. Para obtener estas ayudas las instalaciones deben de ser renovables y se prima la biomasa, aunque las instalaciones solares también se subvencionan.

La microgeneración se descartó porque no es renovable (Directiva 2009/28/CE); otro problema es que se deben analizar las curvas eléctrica y térmica y en España hay muchos meses en los que los consumos térmicos son muy bajos en cuyo caso deben pararse los equipos de cogeneración.

Si se opta por la solar térmica, como es el caso, no es conveniente la microgeneración, a no ser que se trate de edificios con gran consumo como por ejemplo polideportivos con piscinas; ya que las aportaciones solares dificultan el uso del calor de los motores. Por ese motivo no se contemplo esta opción.

La primera solución que se estudió como posible alternativa, fue la biomasa. En nuestro caso siempre se pensó en una instalación centralizada, que podía ser por portal o centralizando los tres portales. Esta última opción resultaba más apropiada si se hubiera hecho una nueva sala de calderas de biomasa con un silo común. La negativa municipal a ocupar suelo público para esta instalación junto con la incomodidad y mochila ecológica en el transporte del combustible (pelets) en camiones hasta el centro de una ciudad como Vitoria-Gasteiz desaconsejaron esta solución.

Otro factor que influyó fue que las comunidades de vecinos estaban constituidas portal por portal y la construcción de una sala de calderas común requería la constitución de una comunidad de propietarios única para los tres portales. La participación es fundamental hasta para una decisión técnica como la centralización de la instalación.

Descartada la biomasa y siempre con el objetivo de que la instalación produjera la menor cantidad de emisiones posible, se optó por una caldera de condensación centralizada por portal con apoyo solar para el ACS. Se plantea una nueva instalación de producción de electricidad fotovoltaica y la renovación del resto de las instalaciones.

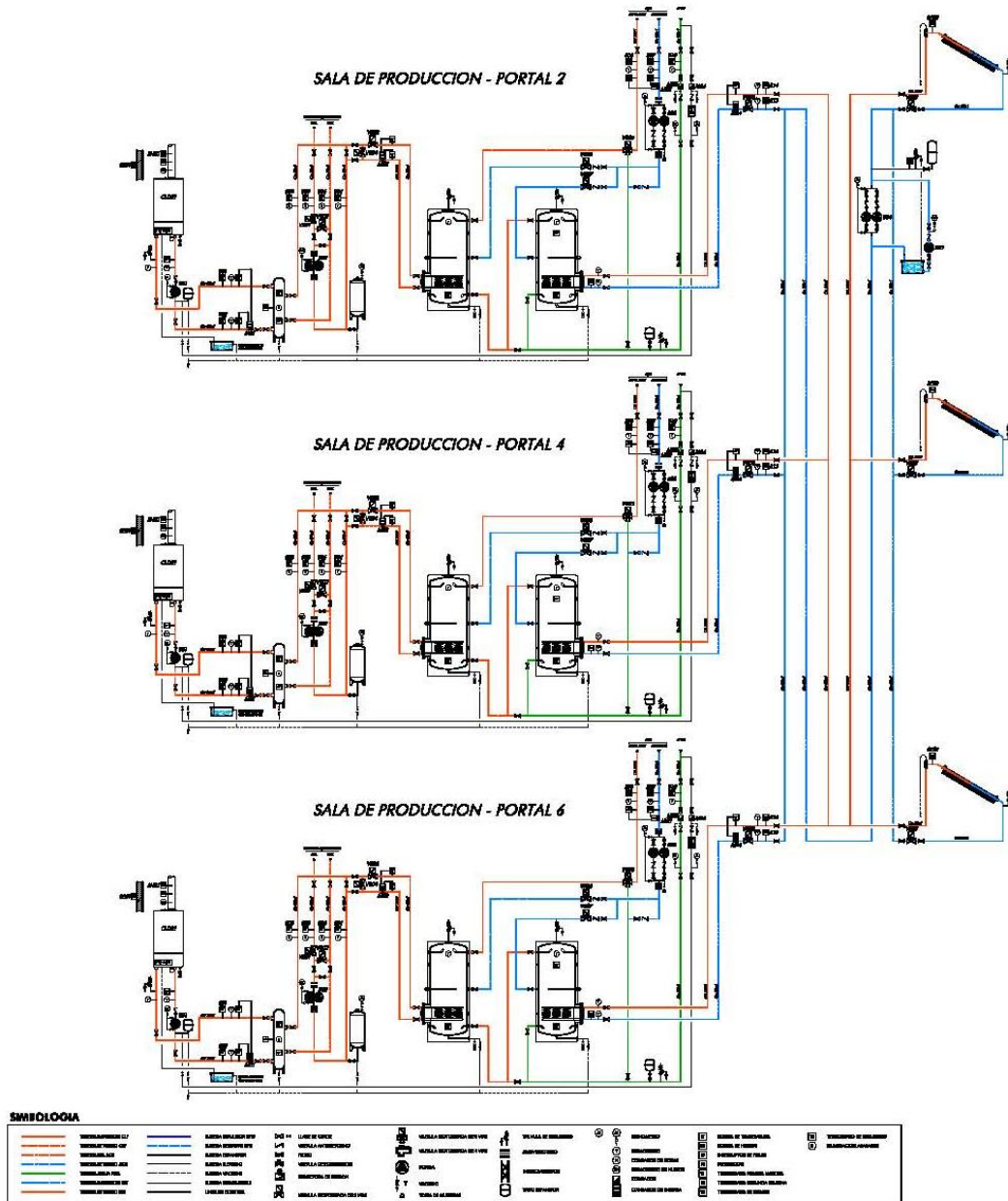
## **NUEVAS INSTALACIONES EN EL PROYECTO DE REHABILITACION ENERGETICA DE 30 VIVIENDAS EN LA CALLE LAGUARDIA DEL BARRIO DE ZARAMAGA EN VITORIA -GASTEIZ:**

### **CALEFACCIÓN Y ACS.**

Se prevé una instalación centralizada para calefacción y ACS, la solución propuesta consta de tres centrales, una en cada portal, con calderas de condensación modulantes, con una potencia inferior a 70 kW, por lo que los locales dónde se ubiquen no tienen las exigencias de sala de calderas.

Desde la cubierta se llevan las distribuciones generales de calefacción y ACS, en cada rellano se sitúan los sistemas de regulación y control de cada vivienda; a partir de ese punto la instalación se conecta con las distribuciones interiores actualmente existentes, la conexión se realiza en el punto donde se encuentre la caldera de cada vivienda.

Para el reparto de gastos en cada vivienda se dispone un contador de energía para calefacción y un contador volumétrico para ACS.



**ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.**

Los consumos de ACS previstos en cada portal dependen del número de dormitorios. Resumimos los datos a solo los del portal nº 6 de la calle Laguardia que sirve como ejemplo.

ESTIMACION CONSUMOS	Nº de DORMITORIOS	USUARIOS	PERS/VIV.	PERSONAS
DORMITORIO	2	1	3	3
DORMITORIO	3	9	4	36
Nº TOTAL	Viviendas Multifamiliares 10		PERSONAS	39
LAGUARDIA 6	CONSUMO ACS a 60°C		22 l/día·persona	
			86 l/día vivienda	
			858 l/día	

Para el precalentamiento del ACS se dota a cada portal de una instalación de energía solar térmica, para liberar la orientación sur que se destinará a la instalación de energía solar fotovoltaica, los captadores se colocan en la cubierta en la pendiente SO. Ello obliga a incrementar en cierta medida el campo de captación para compensar las pérdidas por orientación.

De esta manera se tiene una situación de superposición, lo que facilita la integración arquitectónica de la instalación solar. Las pérdidas totales son inferiores al 20% no existiendo pérdidas por sombras.

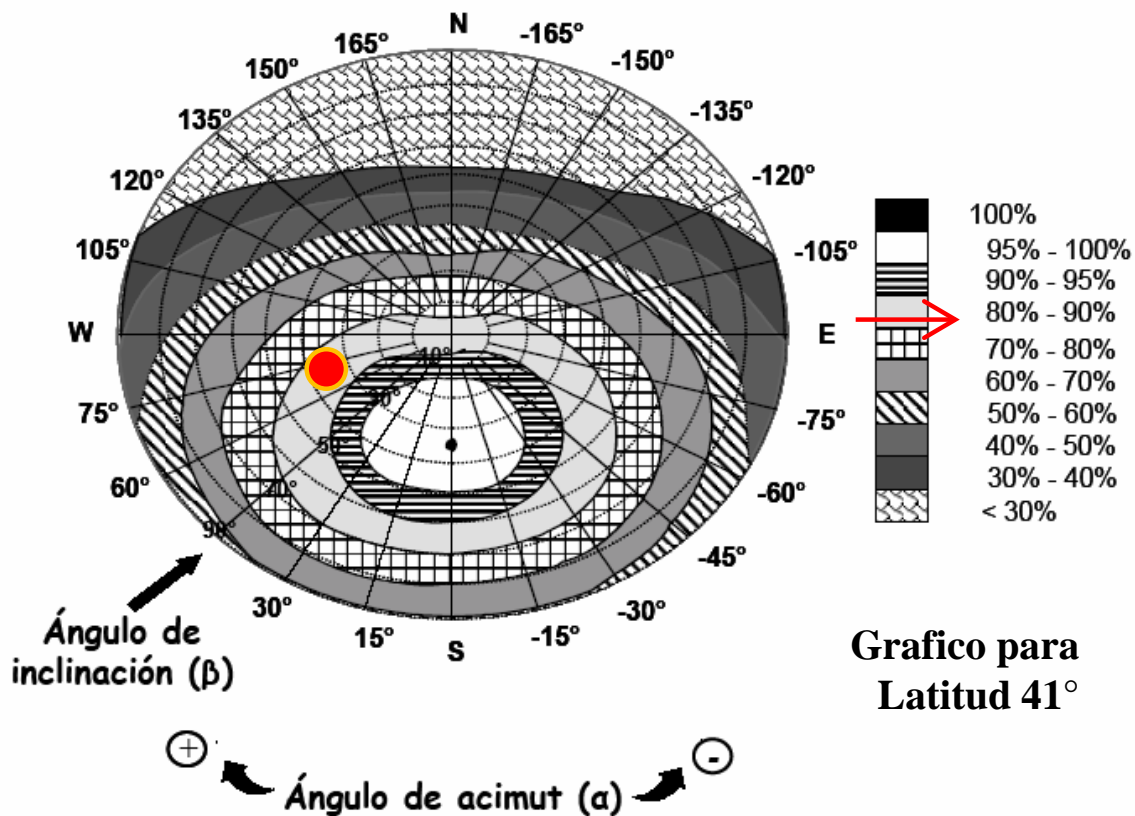


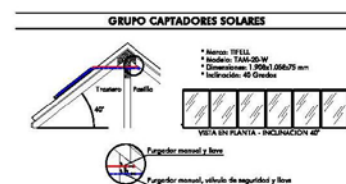
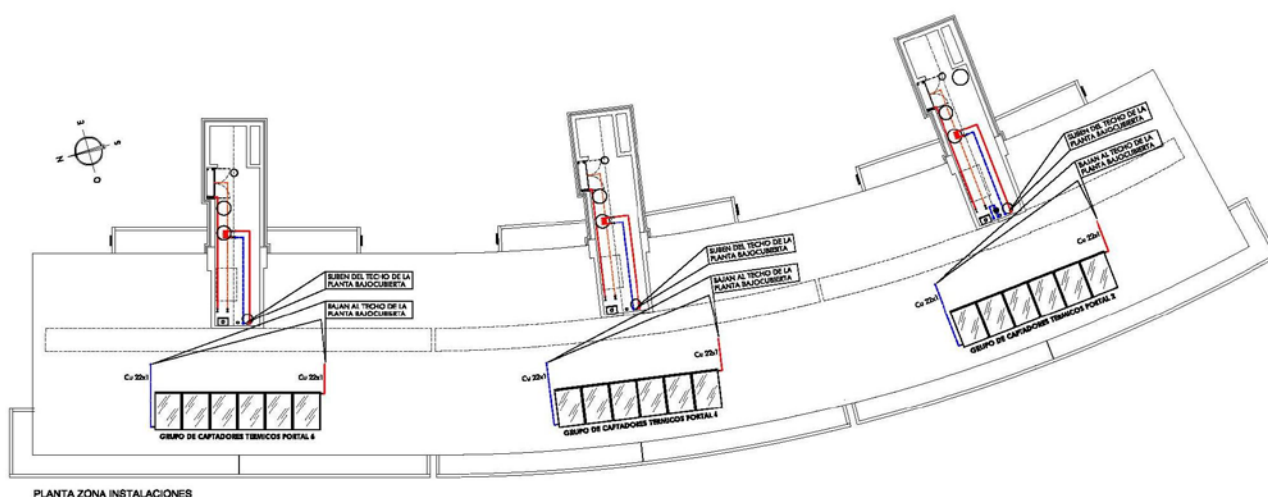
Figura 3.3

Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación.

Con el objeto de lograr un mejor funcionamiento de las instalaciones se interconectan los primarios del ACS, de manera que si en un portal se tienen una época de poco consumo, los captadores solares aportarán energía al portal que en cada momento esté solicitando mayor energía.

Se prevén 6 captadores de 2 m<sup>2</sup> con un depósito de 500 L, en cada portal, con una fracción solar prevista del 32% en el portal 6 y del 35% en los otros dos.

LAGUARDIA 6						
MES	Nº DIAS	Tª MEDIAS		I <sub>ACS</sub> /día	I <sub>ACS</sub> /mes	FRACCION SOLAR
		Exterior	Agua Red			
ENE	31	10,9	9,0	858	26.598	8%
FEB	28	12,2	10,0	858	24.024	17%
MAR	31	12,9	10,0	858	26.598	29%
ABR	30	14,0	11,0	858	25.740	40%
MAY	31	16,9	13,0	858	26.598	50%
JUN	30	19,1	15,0	858	25.740	56%
JUL	31	22,0	17,0	858	26.598	57%
AGO	31	22,2	17,0	858	26.598	52%
SEP	30	21,3	16,0	858	25.740	41%
OCT	31	18,5	14,0	858	26.598	26%
NOV	30	14,1	11,0	858	25.740	14%
DIC	31	11,7	10,0	858	26.598	4%
<b>TOTAL</b>	<b>365</b>	<b>16,3</b>	<b>12,8</b>	<b>858</b>	<b>313</b>	<b>32%</b>
<b>η CAPTADORES</b>						<b>39%</b>



## ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.

Se dota a cada portal de una instalación solar fotovoltaica, en esta fase del proyecto y en espera de que se publiquen las reglamentaciones de fomento de las energías renovables, la instalación se diseña para consumo propio en las zonas comunes (ascensores, iluminación de portal y escaleras, bombas de calefacción y ACS).

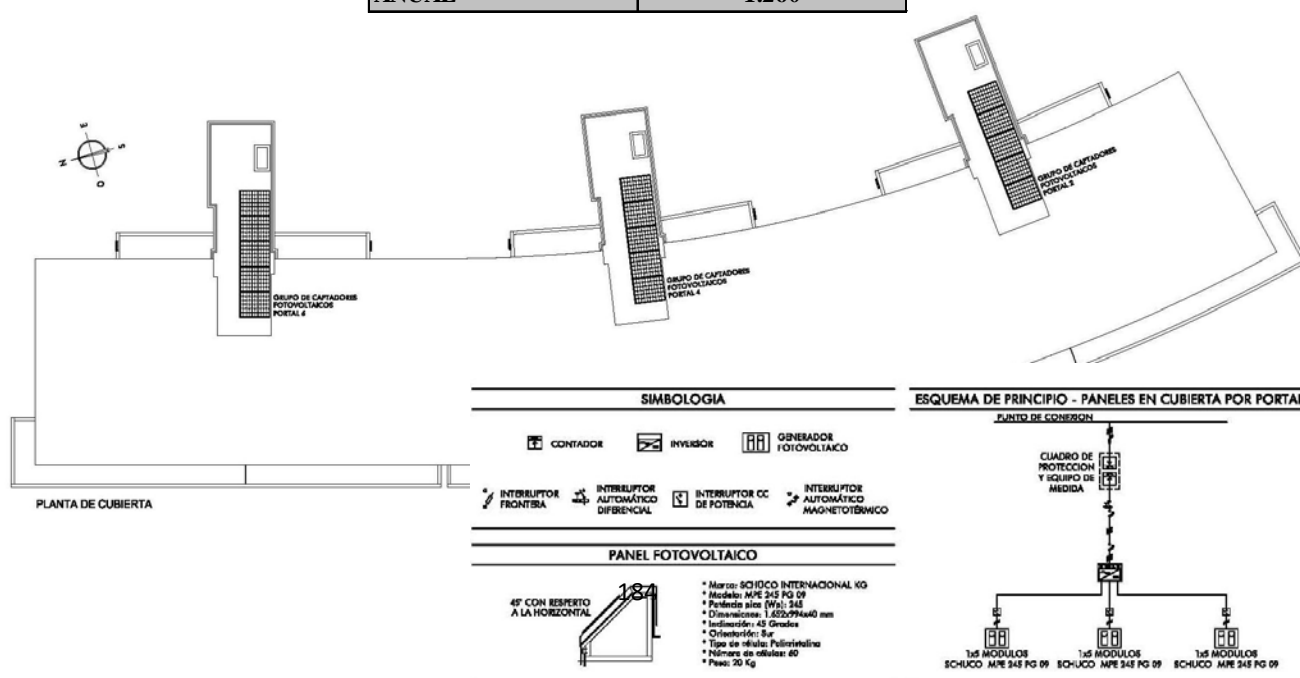
El criterio de dimensionamiento de la potencia pico se seleccionó por el espacio disponible en la cubierta de cada portal.

En fotovoltaica si se vierte a la red no hay problemas de potencia, si se autoconsume la situación cambia, ya que si no se quieren instalar baterías hay que comprobar la curva de consumo de los servicios comunes; en este caso se opto por la potencia posible en función de la superficie con orientación optima.

Cada instalación consta de 5 módulos fotovoltaicos de 245 Wp, cada uno, con unas dimensiones de 982 mm de ancho por 1.638 mm de alto.

La potencia pico total instalada en cada portal es de 1.225 Wp con una estimación de producción de 1.260 kWh/año por portal.

TEMPORADA	kWh
ENERO	55
FEBRERO	71
MARZO	110
ABRIL	114
MAYO	132
JUNIO	136
JULIO	161
AGOSTO	150
SEPTIEMBRE	126
OCTUBRE	97
NOVIEMBRE	65
DICIEMBRE	43
<b>ANUAL</b>	<b>1.260</b>



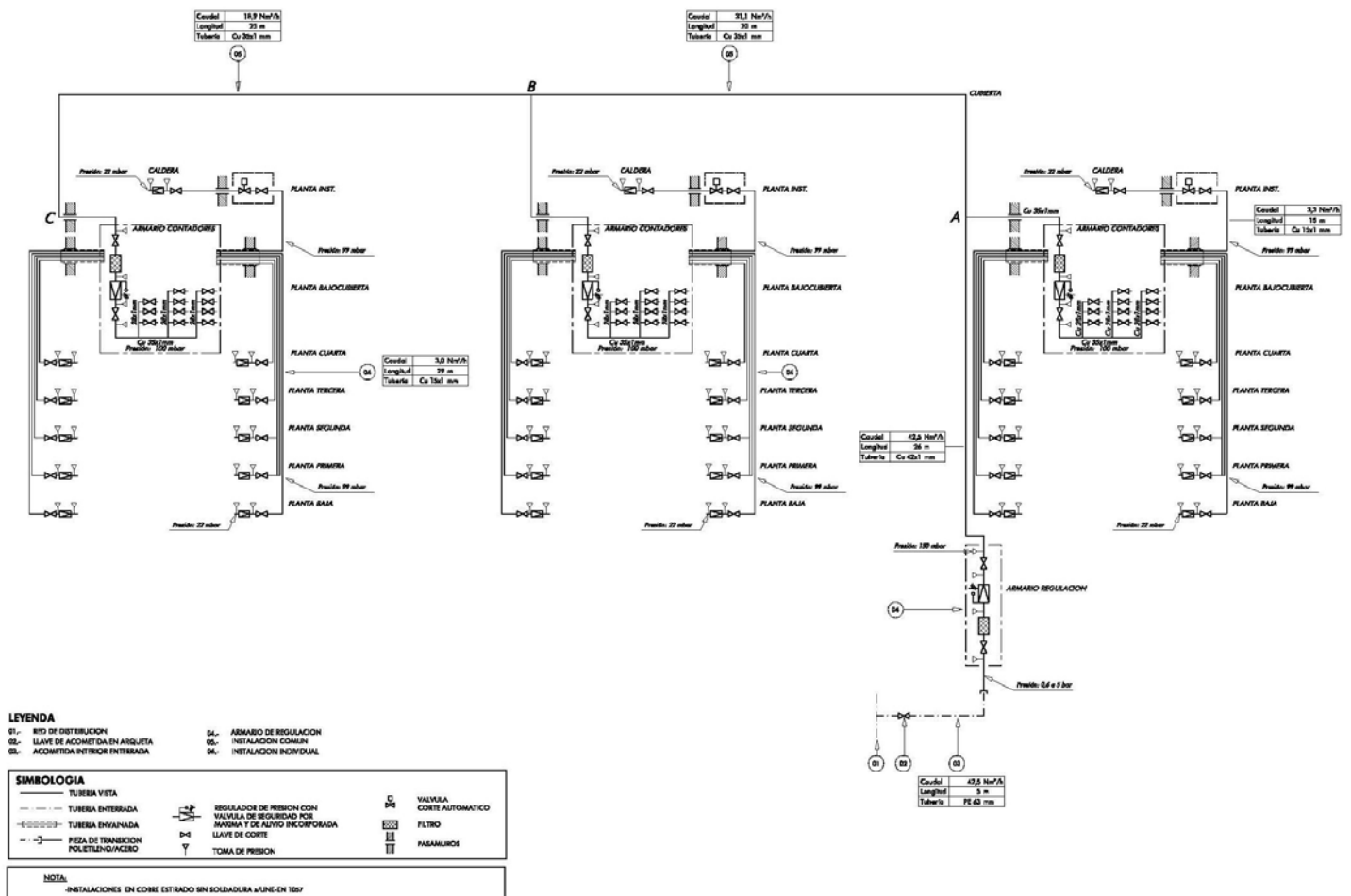


## INSTALACIÓN RECEPTORA DE GAS.

El edificio dispone de instalación receptora de gas, con armario de regulación en fachada y contadores en viviendas.



En cada portal se prologará la montante vertical hasta la sala de producción térmica.







## TELECOMUNICACIONES.

Se dota de una infraestructura común con RITS y RITI.

Actualmente disponen de antenas colectivas por portal y red de telefonía por fachada.

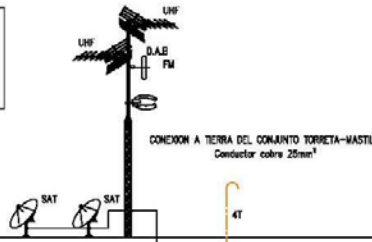


Alguna vivienda dispone de antena parabólica.



RED DE DISTRIBUCIÓN RTV: 2 x CABLE COAXIAL 5-2150 MHz UNE EN 50117-5 EN MONTANTE  
 RED DE DISPERSIÓN RTV: 2 x CABLE COAXIAL 5-2150 MHz UNE EN 50117-5 A CADA VIVIENDA  
 RED INTERIOR RTV: 1 x CABLE COAXIAL 5-2150 MHz UNE EN 50117-5 A CADA BASE DE TOMA  
 RED DE DISTRIBUCIÓN TSH+RES: 1 MANILERA MULTIPAR DE 50 PARES  
 RED DISPERSIÓN TSH+RES: 1 x CABLE 2 PARES A CADA VIVIENDA (TRENZADOS Cu ELECTROLITICO CALIBRE > 0,5 mm)  
 RED INTERIOR TSH+RES: CABLE UN PAR TRENZADO A CADA BASE DE TOMA (Cu ELECTROLITICO CALIBRE > 0,5 mm)

**DISTANCIAS DE SEPARACIÓN ENTRE CANALIZACIONES DE TELECOMUNICACIÓN Y OTROS SERVICIOS**  
 10 cm EN TRAZADOS PARALELOS  
 3 cm EN CRUZES (las canalizaciones de telecomunicación preferentemente por arriba de las de otro tipo).



PLANTA CUBIERTA

PLANTA BAJO CUBIERTA

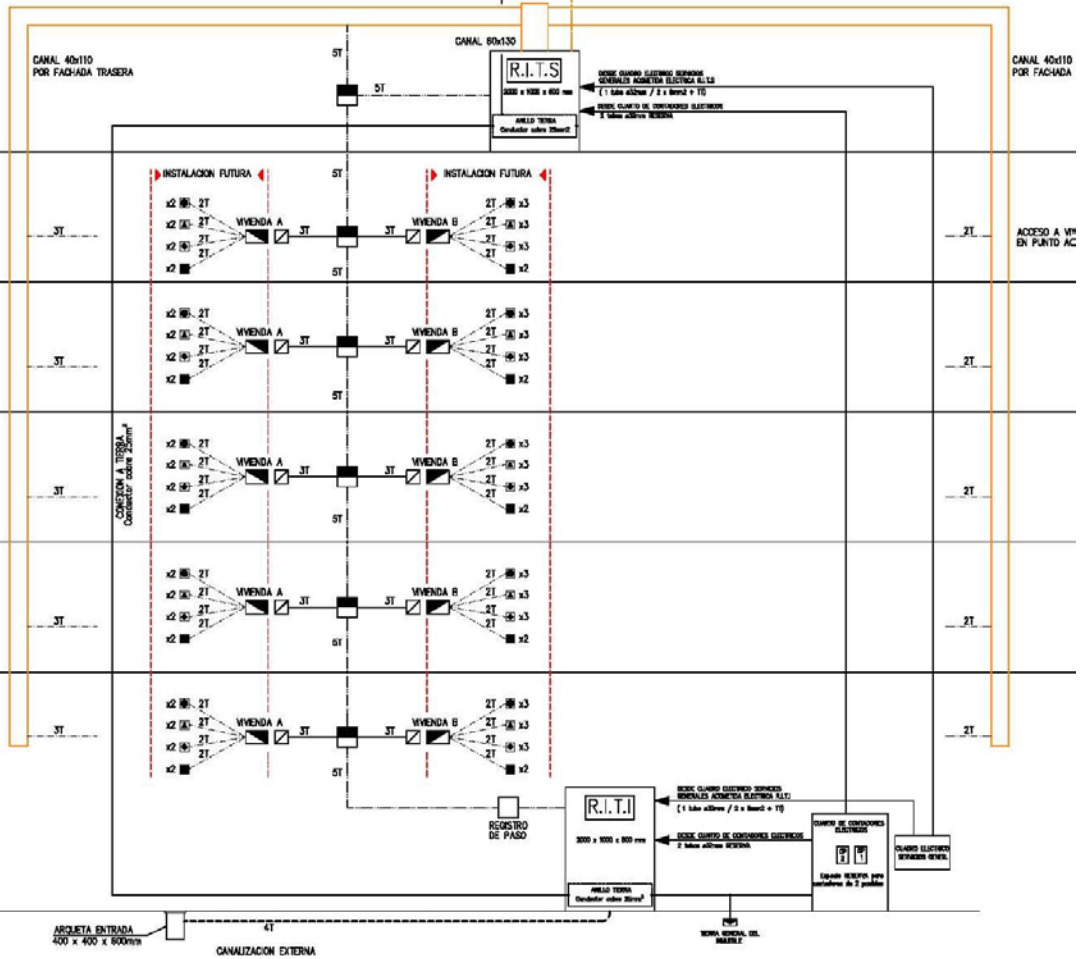
PLANTA 4ª

PLANTA 3ª

PLANTA 2ª

PLANTA 1ª

PLANTA BAJA



LEYENDA INFRAESTRUCTURA I.C.T.	
	<b>ARQUETA DE ENTRADA</b> Dimensiones: 400 x 400 x 600mm Módulo para canalizaciones de fibra óptica y otros servicios.
	<b>CANALIZACION EXTERNA</b> Tipo: 40x110mm Protección de fibra óptica y otros cables.
	<b>CANALIZACION ENLACE</b> Tipo: 40x110mm Protección de fibra óptica y otros cables.
	<b>CANALIZACION PRINCIPAL</b> Tipo: 40x110mm Protección de fibra óptica y otros cables.
	<b>CANALIZACION SECUNDARIA</b> Tipo: 40x110mm Protección de fibra óptica y otros cables.
	<b>CANALIZACION INTERIOR USUARIO</b> Tipo: 40x110mm Protección de fibra óptica y otros cables.
	<b>REGISTRO SECUNDARIO</b> Dimensiones: 200 x 200 x 50mm Tipo: 40x110mm Protección de fibra óptica y otros cables.

	<b>REGISTRO TERMINACION RED</b> Dimensiones: 200 x 200 x 50mm Tipo: 40x110mm Protección de fibra óptica y otros cables.
	<b>REGISTRO DE PASO</b> Dimensiones: 200 x 200 x 50mm Tipo: 40x110mm Protección de fibra óptica y otros cables.
	<b>REGISTRO DE ACCESO A VIVIENDA</b> Dimensiones: 200 x 200 x 50mm Tipo: 40x110mm Protección de fibra óptica y otros cables.
	<b>REGISTRO PARA TOMA TELEVISION</b> Dimensiones: 200 x 200 x 50mm Tipo: 40x110mm Protección de fibra óptica y otros cables.
	<b>REGISTRO PARA TOMA TELEFONIA</b> Dimensiones: 200 x 200 x 50mm Tipo: 40x110mm Protección de fibra óptica y otros cables.
	<b>REGISTRO PARA TOMA TICA-SAT</b> Dimensiones: 200 x 200 x 50mm Tipo: 40x110mm Protección de fibra óptica y otros cables.
	<b>REGISTRO PARA TOMA RESERVA</b> Dimensiones: 200 x 200 x 50mm Tipo: 40x110mm Protección de fibra óptica y otros cables.

(\*) LAS DIMENSIONES MENEN DADAS EN (alto x ancho x profundo)



## RECOGIDA DE PLUVIALES.

La recogida de pluviales discurre por fachada, la misma quedará absorbida por la fachada ventilada. En los casos en los que dicurra por fachada tipo sate las bajantes se integran arquitectónicamente en color blanco y con un criterio compositivo adecuado.

Se amplia el canalón principal de la cubierta y se renueva la red horizontal de pluviales y fecales.



## VENTILACIÓN MECÁNICA CONTROLADA.

En cada vivienda se instalará una caja de ventilación con dos ventiladores (impulsión y extracción) y un recuperador de calor; la impulsión se lleva a los salones y dormitorios, y la extracción se realiza desde las cocinas y baños. Esta instalación se ubica en el falso techo del descansillo de la escalera, siendo registrable para el mantenimiento de los filtros. La toma de aire exterior se efectúa en cada planta, mientras que la extracción conjunta de todas las viviendas se lleva a cubierta en un conducto común ubicado en el torreón del nuevo ascensor.

El equipo que se ha dimensionado en Zaramaga tiene un rendimiento del 95%. Para hacernos a la idea del ahorro que supone esta recuperación pondremos un ejemplo; si en el interior tenemos una temperatura de consigna de 20°C y el exterior se encuentra a 0°C, al extraer el primero y circularlo por un recuperador de calor cruzándose con el aire exterior con el rendimiento anteriormente mencionado, el aire impulsado dentro de la vivienda estará a 19°C, siendo el salto térmico que tienen que abastecer los equipos generadores (calderas) para llevar el aire impulsado a la temperatura de consigna de 1°C. Este salto térmico dista mucho de los 20°C en caso de que no existiera este equipo.

El consumo del equipo depende del caudal, a 150 m<sup>3</sup>/h tiene un consumo de 26W esto es 0,17 W/(m<sup>3</sup>/h). Esto equivale a un consumo medio anual de 228 kWh/año. Menor que un frigorífico de alta eficiencia. Lo cual supone un gasto anual (precio actual de la energía eléctrica de red convencional) de 32 €/año. Esta cifra se ve compensada por la energía que este equipo ahorra en comparación al gasto que este supone.



El sistema permite un aprovechamiento pasivo de la ventilación natural en verano mediante un bypass que funciona tal y como se explica a continuación:

Para mantener una temperatura de consigna de 24°C, si la temperatura exterior baja de 19°C, el aire nuevo mediante el by-pas evita el paso por el intercambiador y penetra de forma natural refrescando. Este by-pas funciona hasta los 15°C. Durante los días calurosos de verano el intercambio se mantiene para preservar el frescor interior.

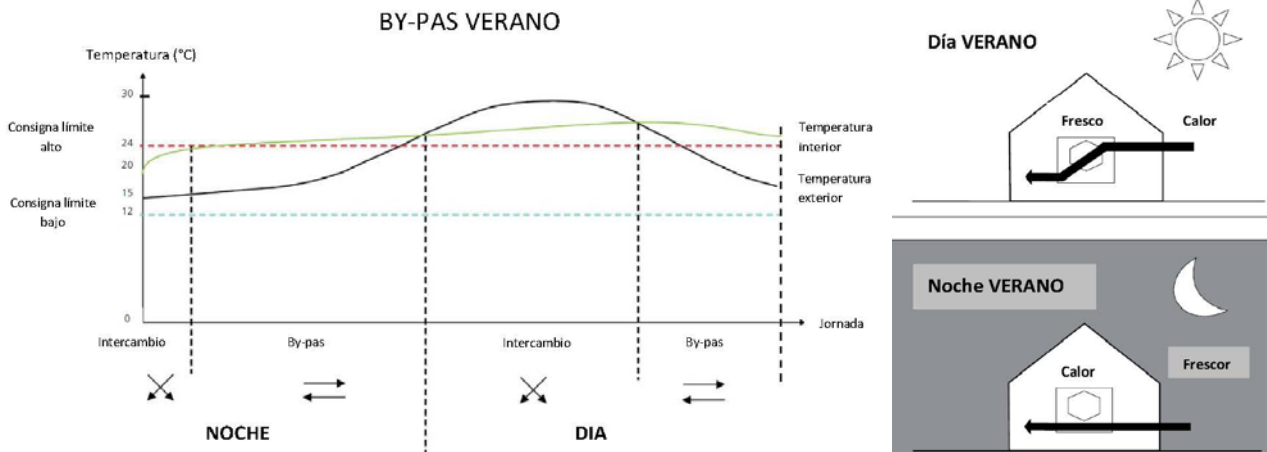


Gráfico 19 (FUENTE SIBER VENTILACIÓN)

En las épocas intermedias del año, primavera y otoño, podemos obtener un calentamiento gratuito en las horas centrales del día, por lo que para una temperatura de consigna de 24°C el by-pas funciona a partir de que la temperatura exterior sea superior a 24°C, entonces el aire exterior entrará libremente en esas horas centrales del día, volviendo a actuar el recuperador cuando esta temperatura exterior disminuye.

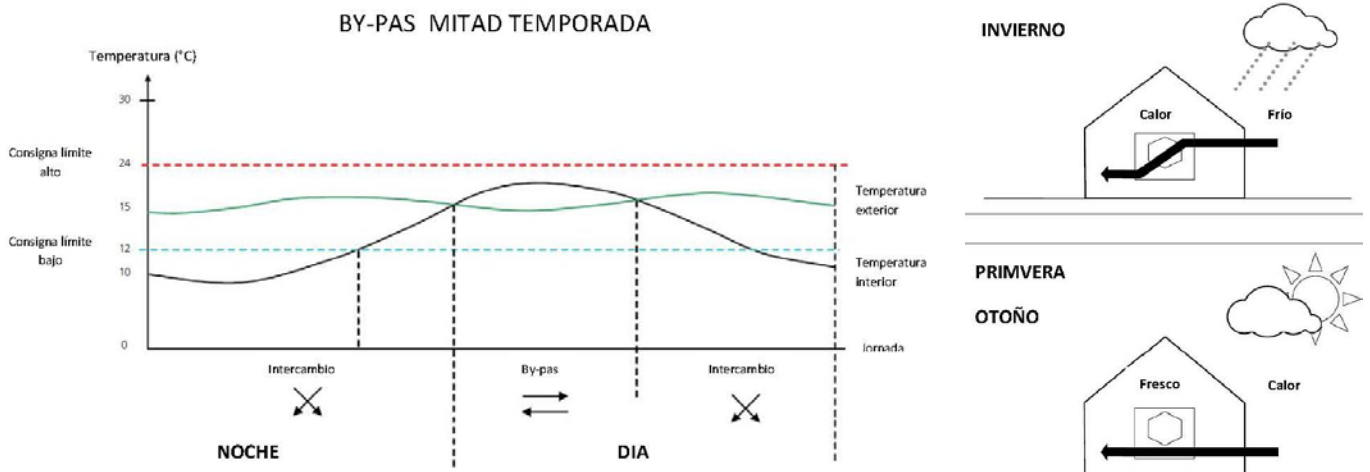


Gráfico 20 (FUENTE SIBER VENTILACIÓN)

## ASCENSORES.

Se proyecta un ascensor **Orona 3G 1010** por portal que consume un 70% de energía menos que un hidráulico y un 50 % menos que un eléctrico 2 velocidades de similares características. Dicho consumo estándar es optimizable con la aplicación de opcionales ECO:

- Opción iluminación bajo consumo
- Opción apagado (stand-by)
- Opción control de luz de escalera

*Velocidad 1,00 m/s, 450 kg, 6 personas, 15 m. recorrido, 6 paradas, Estética C2*





### **3.4. Calificación energética. Estado reformado del ejemplo de Zaramaga.**

En este capítulo, vamos a abordar la calificación energética del estado reformado del edificio objeto, ésta nos servirá para calcular en proyecto como mínimo hasta dónde podremos llegar en la certificación energética.

Comenzamos incorporando la calificación energética del edificio rehabilitado.



Como podemos comprobar, que en proyecto nos encontramos ante una calificación B, consiguiendo escalar tres franjas respecto al edificio existente. Los datos de consumos y emisiones del edificio objeto en proyecto son las siguientes:

	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	B	28,4	55291,0	D	74,3	144459,2
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	B	7,4	14381,8	D	23,8	46255,0
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	1,3	2526,5	D	3,7	7107,6
Emisiones CO <sub>2</sub> totales	B	15,4	29929,7	D	31,2	60553,4
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	B	31,7	61545,8	D	107,8	209465,8
Consumo energía primaria refrigeración	-	-	-	-	-	-
Consumo energía primaria ACS	A	6,6	12839,9	D	15,1	29365,4
Consumo energía primaria totales	B	65,0	126289,3	D	138,0	268186,8

A continuación vamos a incorporar los datos más significativos de valores de transmitancia térmica de cerramientos del edificio rehabilitado. . Las unidades que aparecen en las siguientes tablas serán:

**espesor (m), conductividad (W/mK), densidad (Kg/m<sup>3</sup>), Cp (calor específico J/KgK), Res. Térmica (m<sup>2</sup>K/W).**

**Fachada Ventilada: U= 0,23 W/m<sup>2</sup>K**

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020	1,000	2000	800	
2	Cámara de aire ventilada, flujo ascendente					0,060
3	Ventirock DUO	0,120	0,034	100	1000	
4	1 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80	0,250	0,634	1150	1000	
5	Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm					0,170
6	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,040	0,556	1000	1000	
7	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015	0,570	1150	1000	

**SATE: U= 0,25 W/m<sup>2</sup>K**

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,700	1350	1000	
2	Rock SATE	0,120	0,038	150	1000	
3	1 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60	0,250	0,743	1220	1000	
4	Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm					0,170
5	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,040	0,556	1000	1000	
6	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015	0,570	1150	1000	

**Forjado en contacto con cámara sanitaria: U= 0,25 W/m<sup>2</sup>K**

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Ventirock DUO	0,120	0,034	100	1000	
2	Forjado existente ZARAMAGA	0,200	0,893	1220	1000	
3	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,700	1350	1000	
4	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020	1,000	2000	800	

En el apartado de carpinterías como se ha explicado en apartados anteriores, hay dos tipos tipologías claramente diferenciadas:

1.- Ventanas dobles: cara interior carpintería existente y cara exterior ventana corredera con vidrio doble bajo emisivo y un marco de aluminio con rotura de puente térmico, nos da una U total calculada con el programa informático THERM 7 de **Uw = 0,98 W/m<sup>2</sup>K**.

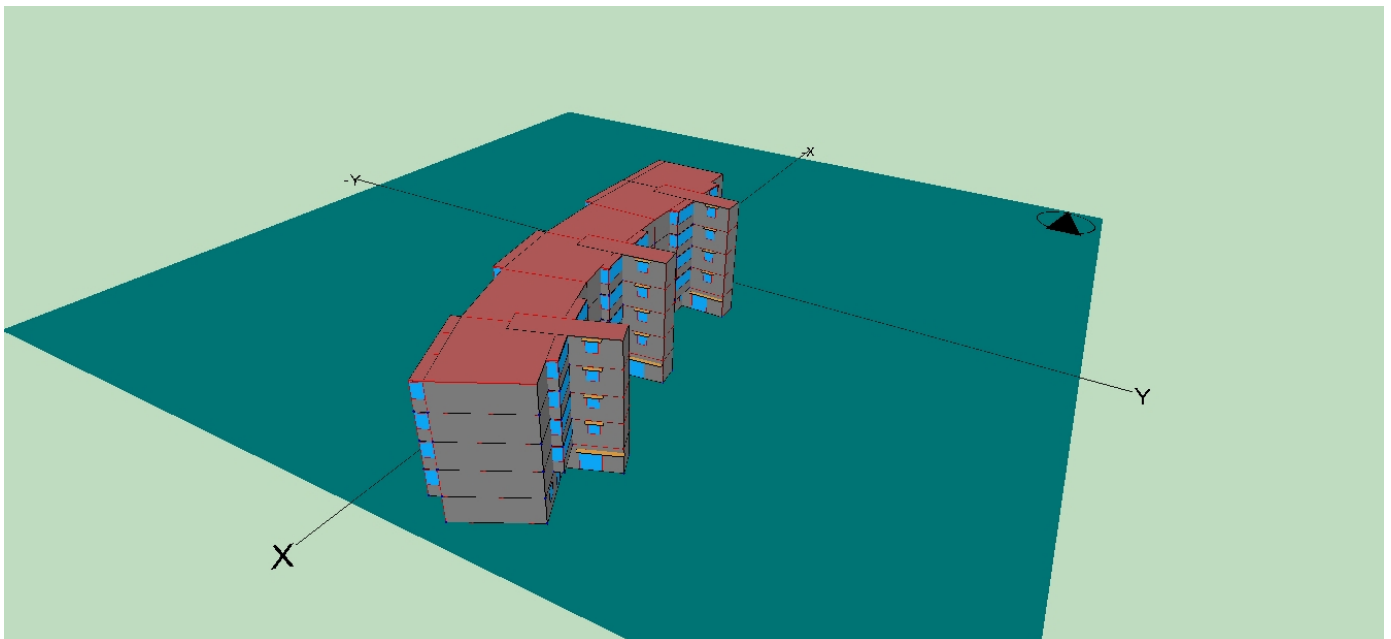
2.- Carpinterías con vidrio triple: carpinterías con unas prestaciones muy altas, que van situadas en huecos en los cuales solo habrá una ventana. Con una  $U_w = 0,93 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

A continuación pasamos a analizar los datos extraídos de la simulación:

Comprobamos que con las medidas de mejora propuestas en la envolvente conseguimos reducir la demanda de calefacción del edificio objeto de  $160,4 \text{ kWh/m}^2\text{año}$ , a  $28,4 \text{ kWh/m}^2\text{año}$ . Lo cual supone una demanda 5,7 veces menor. Esto aparte de la mejora de los cerramientos, se debe en gran parte a la eliminación en la medida de lo posible de todos los puentes térmicos, lo cual termina de definir una envolvente eficiente energéticamente.

Por último queda por analizar las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por la demanda anteriormente justificada. Nos encontramos ante unas emisiones de calefacción situadas en la franja B y unas de ACS situadas en la franja A. Con estos resultados se llega fácilmente a la conclusión de que las instalaciones del edificio rehabilitado son tan eficientes como la envolvente diseñada para albergarlas a causa de: centralizar por portal las instalaciones de calefacción, el diseño realizado para que funcionen a baja temperatura, el aporte de energía térmica solar, y unas calderas de condensación con unos rendimientos altos de combustión. Hacen que el rendimiento de la instalación sea muy alto.

Imagen del edificio calificado con la herramienta homologada por el ministerio de Industria Calener VYP.



### **3.5. Estudio comparativo económico - energético del caso de Zaramaga.**

Los cálculos, tablas y gráficos que se expondrán a lo largo de este estudio tienen como punto de partida:

**Estado existentes:** extrapolaremos el consumo de energía final (kWh/m<sup>2</sup>año) de la primera vivienda (gastadora) estudiada en el apartado 2.4. (Análisis de consumos actuales de esta guía), a las restantes 29 viviendas que forman el edificio. De esta manera conseguimos un dato real de consumo con el que comparar el estado rehabilitado consiguiendo que los ahorros nunca sean mayores que los gastos actuales, situación que podría darse en caso de que tomaríamos los datos de la calificación del estado existente. Con este dato también calcularemos las emisiones de CO<sub>2</sub> del estado existente.

**Estado rehabilitado:** tomaremos los datos de la calificación energética expuesta en el apartado 3.4 de esta guía. A través de las emisiones (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año) calcularemos la demanda de energía final (kWh/m<sup>2</sup>año) y con esta realizaremos los cálculos y unos datos de amortización.

Estimaremos un incremento anual del precio de la energía del 10 %. Para tener un costo real del kWh en años futuros, se debe actualizar este precio. Para ello se estima una devaluación anual de la moneda (€) de un 3 % anual. Lo que supone que 1 € de 2014, equivale a 0,97 € de 2015 y así sucesivamente. Por último el cálculo del ahorro se realizará según el precio de la energía en el año 2015 (año previsto para el final de la obra). Se ha de destacar que el precio del kWh/año del edificio actual se ha calculado mediante una media ponderada entre el precio del kWh de gas natural y de electricidad, una vez estudiado el porcentaje aportado por cada uno siendo estos 60% gas natural, 40 % electricidad (0,08 €). A través de este porcentaje también hemos calculado el factor de conversión para las emisiones de CO<sub>2</sub> del estado existente.

### 3.5.1 COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO REHABILITADO.

A continuación se adjuntan datos comparando demandas y emisiones del edificio rehabilitado en comparación al edificio existente.

	kWh/m <sup>2</sup> año	kWh/año	€/año
<b>EDIFICIO EXISTENTE</b>	<b>129,0</b>	<b>250.647,00</b>	<b>24.005,90</b>
<b>ZARAMAGA REHABILITADO</b>	<b>49,68</b>	<b>96.528,24</b>	<b>6.065,21</b>

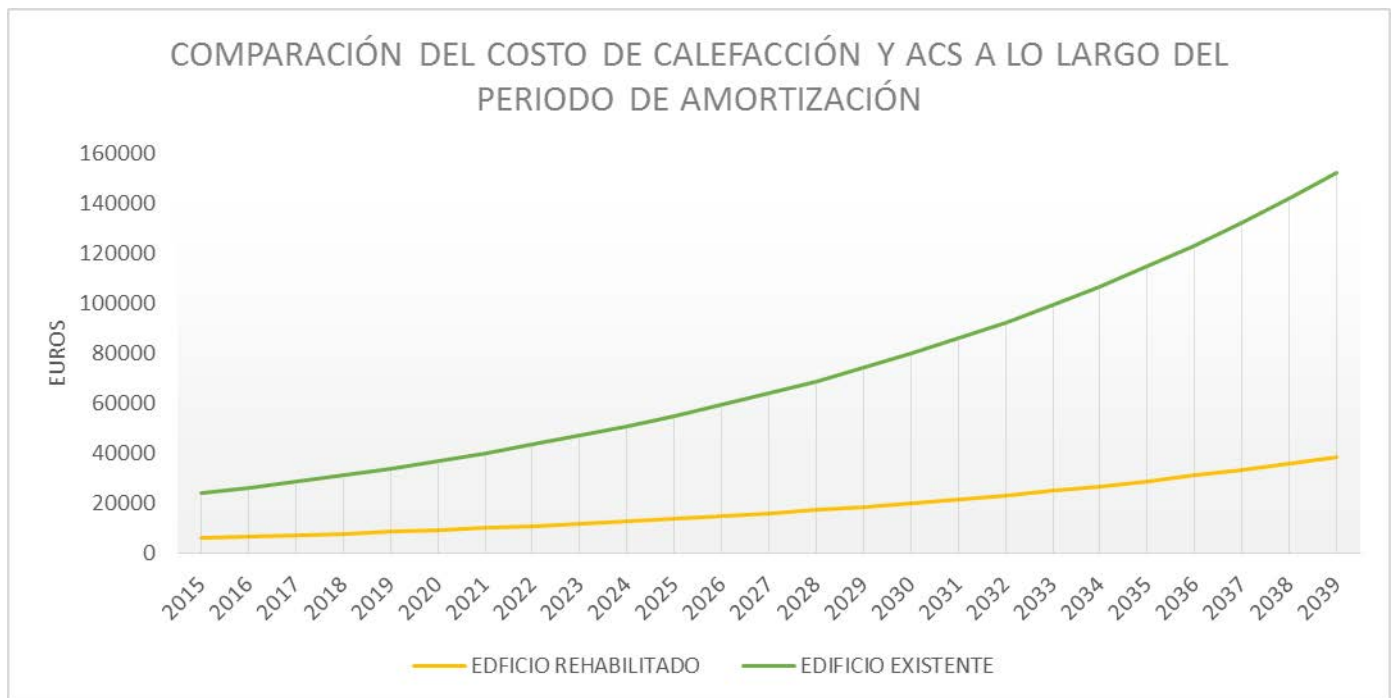
<b>AHORRO TOTAL RESPECTO A:</b>	<b>EUROS</b>	<b>kWh/año</b>	<b>kgCO<sub>2</sub>/año</b>
<b>EDIFICIO EXISTENTE</b>	<b>17.940,69</b>	<b>154.118,8</b>	<b>53.568,5</b>

Como podemos observar, con las mejoras implantadas el edificio en el año 2015 habrá un ahorro de 17.940,69 €. Lo que supone un ahorro por vecino de 598,02 €.

### 3.5.2 PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN.

#### 3.5.2.1 PRIMER PASO.

Para abordar este punto compararemos los consumos del edificio existente y el rehabilitado durante el periodo de amortización, obteniendo el siguiente gráfico.



**Gráfico 21 (ELABORACIÓN PROPIA)**

Como podemos observar debido al incremento del precio de la energía y ser ambos consumos tan distintos, obtenemos durante el periodo de amortización un incremento del ahorro cada vez mayor. Esta será la clave para conseguir amortizar en el menor tiempo posible la rehabilitación energética integral.



### 3.5.2.2 SEGUNDO PASO.

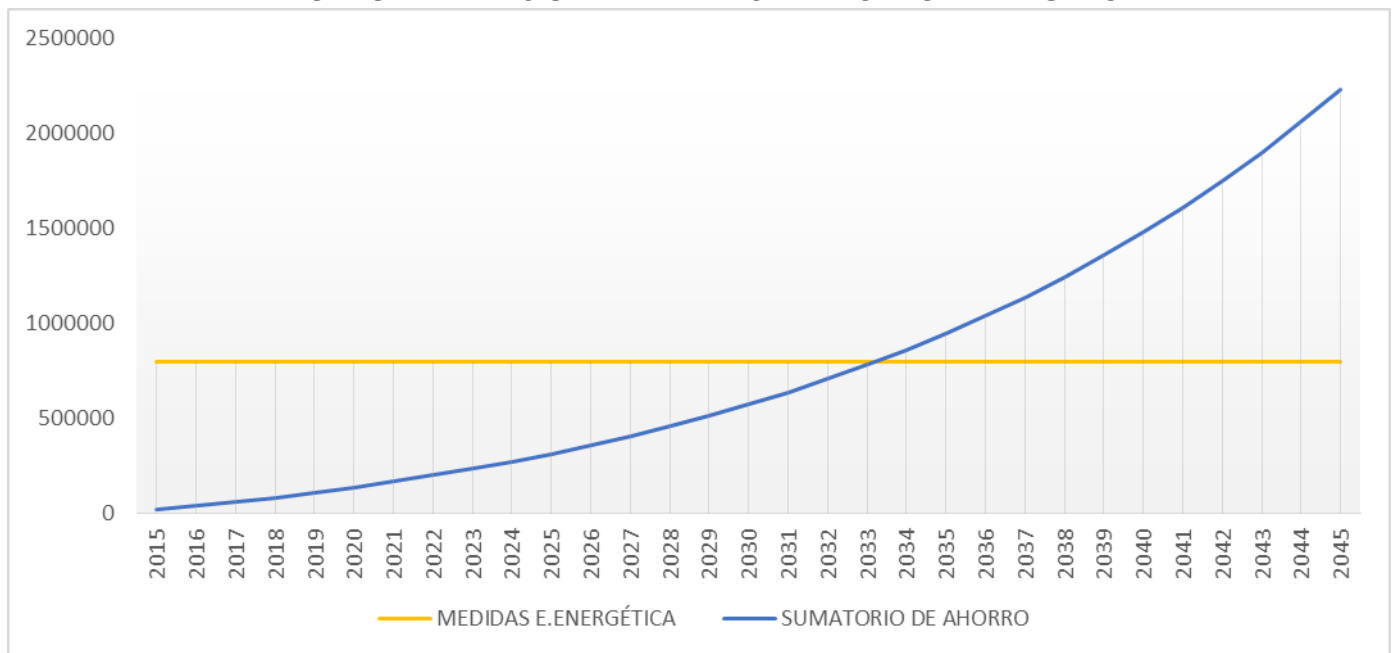
-Será comparar el sumatorio del ahorro a lo largo del periodo de inversión con los costes de la rehabilitación.

-Para ello podemos elegir dos caminos:

1.- Periodo de amortización del coste de eficiencia energética.(Incremento o diferencia del coste mínimo de accesibilidad y accesibilidad más eficiencia energética).

Para ello crearemos un gráfico en el cual la intersección del sumatorio del ahorro anual durante el periodo de amortización, con el incremento en el coste que suponen las medidas en eficiencia energética respecto a si sólo se actuaría en medidas de accesibilidad.

**RETORNO DE INVERSIÓN DE MEDIDAS EN EFICIENCIA ENERGÉTICA**



**Gráfico 22 (ELABORACIÓN PROPIA)**

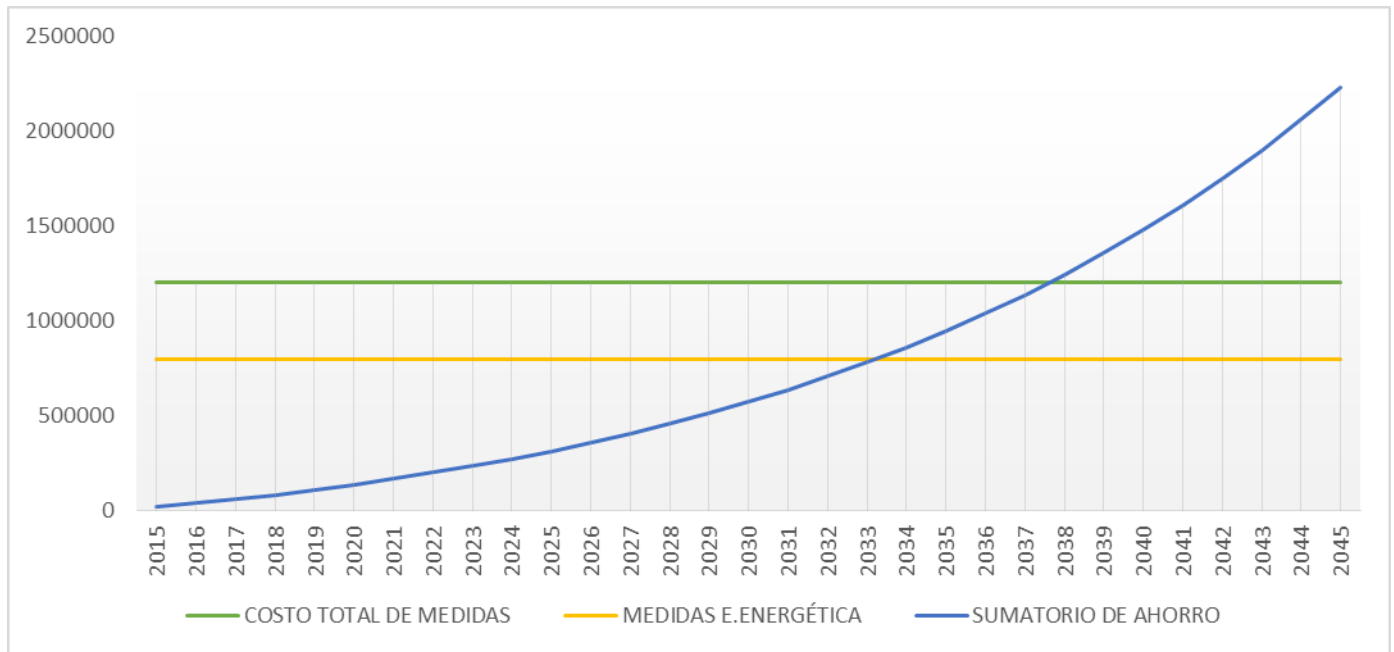
<b>EL RETORNO DE INVERSIÓN SE PRODUCIRÁ EN (AÑOS)</b>
<b>19</b>
<b>EL RETORNO SE PRODUCIRÁ EN EL AÑO</b>
<b>2034</b>

Como podemos comprobar, si lo que queremos amortizar es solamente el incremento del coste entre el mínimo de accesibilidad y accesibilidad más eficiencia energética, este incremento se amortiza en el año 2034, por lo que el periodo asciende a  $2034 - 2015 = 19$  años.

2.- Periodo de amortización del coste de la rehabilitación energética al completo.

Para esta comparativa vamos a calcular el periodo de amortización de la rehabilitación completa. Este periodo será la intersección del sumatorio del ahorro durante el periodo de inversión con el coste total de la obra.

**RETORNO DE INVERSIÓN DE EDIFICIO REHABILITADO RESPECTO DE EDIFICIO EXISTENTE**



**Gráfico 23 (ELABORACIÓN PROPIA)**

**EL RETORNO DE INVERSIÓN SE  
PRODUCIRÁ EN (AÑOS)**  
**23**

**EL RETORNO SE PRODUCIRÁ EN  
EL AÑO**  
**2038**

Como podemos comprobar el periodo de amortización de la rehabilitación se produce en el año 2038, por lo que el periodo de amortización será de  $2038 - 2015 = 23$  años.

No debemos pasar por alto que si lo que buscamos es la amortización total de la rehabilitación, podemos también deducir que el periodo de amortización del anterior punto se reduce, pasando a ser de  $2038 - 2034 = 4$  años, al ser la variable del sumatorio del ahorro durante el periodo de amortización de carácter creciente.

### 3.5.3 Conclusiones

Los edificios tienen más de 50 años y necesitan obras de rehabilitación. Además de la adaptación a las normas básicas de accesibilidad.

Si tomamos la diferencia entre los dos presupuestos de la gráfica superior y dado el carácter creciente de la misma.

**El periodo de amortización del coste de la eficiencia energética es de  $2038 - 2034 = 4$  años.**

### **3.6. Monitorización en uso del edificio basado en caso concreto de Zaramaga**

## INTRODUCCIÓN

La cuantificación de la sostenibilidad es fundamental para justificar y calibrar una Rehabilitación energética Integral. En el capítulo 2.5 de esta Guía se ha descrito la monitorización sobre el estado actual del edificio a rehabilitar y ahora vamos a describir el proceso de monitorización posterior a la obra de rehabilitación.

El protocolo de la monitorización es el siguiente:

### **MEDIR – ANALIZAR – MEJORAR**

En el caso de Zaramaga se tomaran mediciones exhaustivas y se procederá a un proceso de análisis con el objetivo de comprobar las previsiones, aprender de los errores y de los aciertos para mejorar.

#### 1. MONITORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS PASIVAS

Su objetivo es el de analizar el edificio en sí mismo

Se analiza la envolvente del edificio en función de las pérdidas energéticas

#### 2. MONITORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS ACTIVAS

Obtendremos los consumos que tienen los habitantes en energía primaria y el rendimiento de las instalaciones

Estudiaremos el uso de la vivienda

## PLAN REVIVE

Dado que la promoción está sujeta a las ayudas del Plan Revive del Gobierno Vasco, y éste prescribía un protocolo de monitorización posterior a la construcción del edificio; reproducimos el texto del decreto relativo a esta cuestión:

“MONITORIZACIÓN DE LOS SISTEMAS : PARA VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO Y EFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS ADOPTADAS, CON UN SISTEMA QUE PERMITA LA TELE-LECTURA, RECOPIACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE DATOS DE CONSUMOS Y CONDICIONES AMBIENTALES, REALIZADO A DISTANCIA POR EL DEPARTAMENTO DE VIVIENDA, OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES. LA INSTALACIÓN DE MONITORIZACIÓN PREVISTA CONTEMPLARÁ LAS SIGUIENTES PRESTACIONES MÍNIMAS:

El sistema de monitorización empleado deberá ser capaz de monitorizar en continuo y en intervalos de diez minutos, los valores de temperatura ambiente interior, humedad relativa interior y consumo energético para calefacción. Tanto la temperatura como la humedad deben estar discretizadas por vivienda, mientras que el

consumo de energía para calefacción se corresponderá con lo requerido por el tipo de instalación existente en el edificio. Se considera suficiente medir la temperatura y humedad relativa puntualmente en la estancia más representativa de las condiciones interiores de la vivienda.

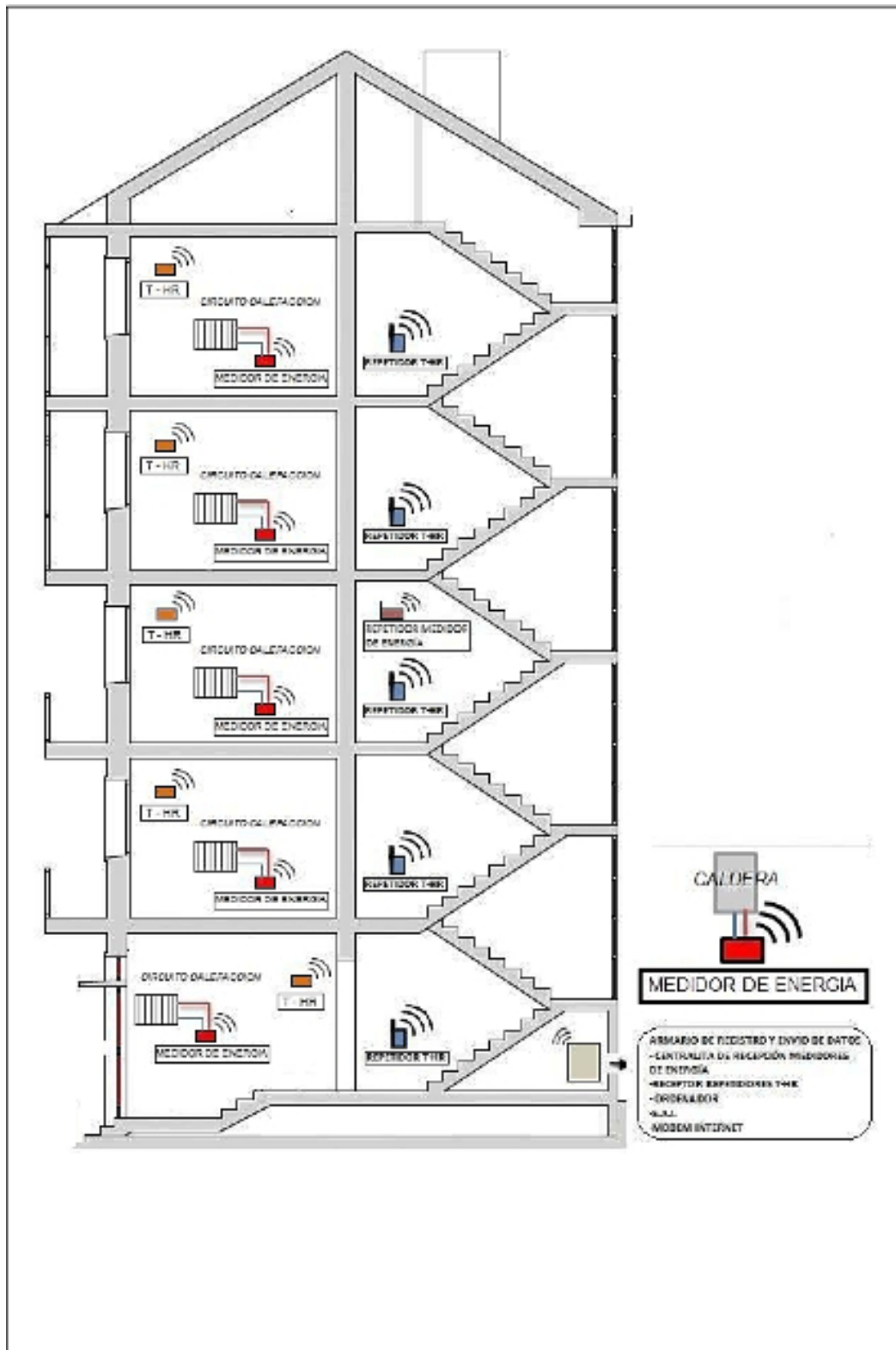
- Los sensores empleados deberán estar dotados de un sistema de transmisión inalámbrico, que no requiera ningún tipo de obra mayor para su instalación y que en el caso de tener alimentación energética propia, esta sea suficiente para funcionar durante toda la campaña de monitorización.
- El sistema de conexiones deberá ser robusto, y dotado de algún sistema de protección ante posibles fluctuaciones en el suministro de corriente eléctrica. En caso de interrupción del registro, el sistema deberá arrancar de manera autónoma.
- Las incertidumbres de medida de las diferentes variables deberán ser inferiores a los siguientes valores:  $\pm 0,5$  °C en temperatura;  $\pm 5$  % en humedad relativa;  $\pm 5$ % en la lectura de flujo de gas y  $\pm 1$  % en la lectura de potencia eléctrica.
- Deberá dotarse a la red de monitorización de los medios necesarios para que los datos adquiridos, puedan ser transmitidos en un formato predefinido a un servidor central reservado para tal fin.
- El instalador de la instrumentación habrá de adoptar todas las medidas necesarias para asegurar que tanto las actuaciones hechas para el montaje de los equipos de medida como el funcionamiento de los mismos, no constituyan un riesgo para la seguridad del edificio o para la salud de sus ocupantes.”

El proyecto de ejecución plantea la futura monitorización propuesta por el LCCE del Gobierno Vasco tal y como se describe a continuación:

Sé monitorizan tres variables por vivienda: temperatura interior, humedad relativa interior y consumo de energía para calefacción. Este propósito se consigue con un medidor THR por vivienda que mide la temperatura y la humedad relativa, un medidor de energía de calefacción por vivienda y una central de comunicación común que gestiona estos datos y los trasmite.

Las variables a medir permitirán realizar una estimación del consumo energético en calefacción directamente ligado a la respuesta termofísicas de la vivienda. En base a esa premisa se considera suficiente monitorizar tres variables por vivienda: temperatura interior, humedad relativa interior y consumo de energía para calefacción. La monitorización se realizará en una única campaña: posterior a la rehabilitación.

El presente trabajo estará enmarcado en un convenio de prestación de servicios con la Universidad del País Vasco UPV/EHU, con una duración de tres años a partir de la puesta en marcha de la red de monitorización.



La monitorización consiste en recopilar datos durante tres años, ya que vía internet, las temperaturas, humedades relativas y flujos de energía de calefacción de cada vivienda de van a enviar diariamente al LCCE del Gobierno Vasco para su estudio.

Estos datos, junto los de los consumos y patrones de uso de las viviendas, anteriores a la rehabilitación; las simulaciones energéticas del estado actual y reformado; proporcionarán una información muy veraz sobre los resultados térmicos, económicos y de reducción de emisiones de esta rehabilitación energética que tiene vocación para ser un ejemplo para otras en un futuro cercano.

Los datos de la monitorización servirán para comprobar los resultados del estudio económico de retorno de la inversión en función del ahorro energético que se ha planteado en el capítulo 3.5 de esta guía.

### **INFORMACION, DIVULGACION Y CONCIENCIACION DEL USUARIO**

Los modernos sistemas de monitorización permiten que vía TICs los usuarios de las viviendas puedan comprobar los gastos energéticos. Se les debe informar y formar para que los vecinos de las viviendas sean conscientes de los ahorros y en función de sus patrones de uso programen y calibren el uso de la calefacción, la iluminación y todos los aparatos eléctricos domésticos. Debemos concienciar a la ciudadanía para que la filosofía del ahorro se instaure en nuestra sociedad, ya que es el único camino hacia una economía sostenible. La monitorización como factor de medición, análisis y disminución del gasto es fundamental, ya que proporciona datos objetivos que son los que realmente influyen en el usuario consumidor de energía y productor de emisiones.



### **3.7. Extrapolación al resto de la CAPV**

En este capítulo pretendemos extrapolar los datos y las conclusiones del estudio económico – energético que hemos realizado en las 30 viviendas de Zaramaga al resto de viviendas susceptibles de rehabilitar en Euskadi.

El objetivo es hacer un estudio de lo que se podría ahorrar, cuanto necesitamos invertir y cuándo retornaría la inversión.

Los resultados económicos se refieren a datos reales y directos de ahorro de consumo (kWh).

No se cuantifican otros beneficios económicos diferidos, como son el empleo, revalorización de las viviendas, mejora de la salud, condiciones de accesibilidad etc.

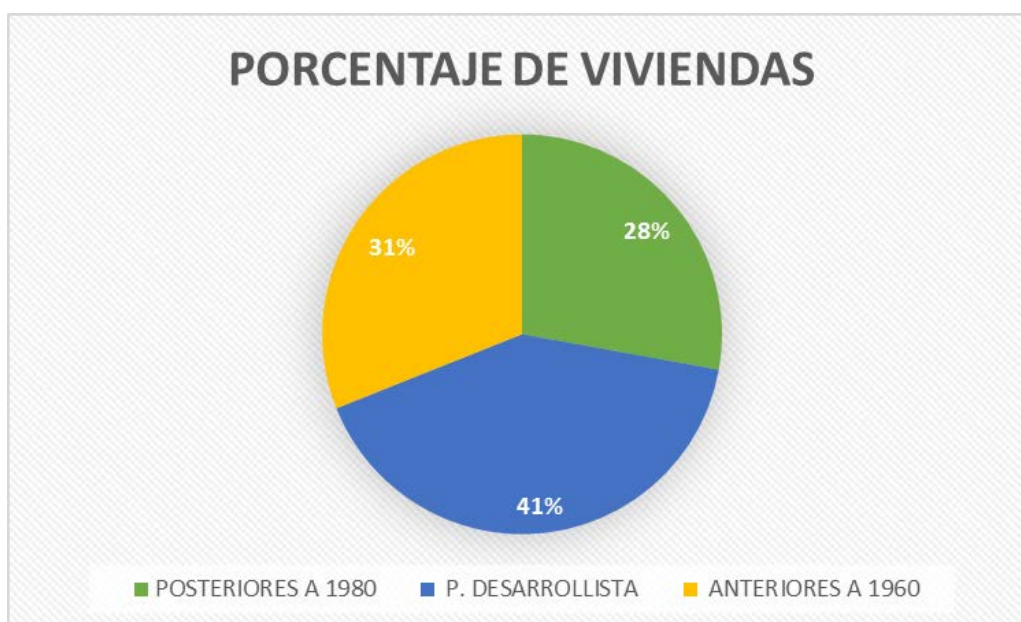
Según los datos del EUSTAT en Euskadi hay 1.004.740 viviendas en 150.387 edificios para 2.179.038 habitantes. Lo que equivale a 6,68 viviendas por edificio y 2,17 personas por vivienda.

El porcentaje de viviendas vacías es del 8%.

La tabla que se expone a continuación, proporciona datos comparativos del total de viviendas en el país vasco con viviendas susceptibles de rehabilitación. Que serán viviendas con más de 50 años (anteriores a 1960) y las que se refieren al periodo desarrollista 1960-1980.

	TOTAL VIVIENDAS	P. DESARROLLISTA(60-80)	ANTERIORES A 1960
ÁLAVA	150.712	55.611	34.222
BIZKAIA	522.464	230.747	174.562
GIPUZKOA	331.564	126.806	103.091
TOTAL	1.004.740	413.164	311.875

A continuación se exponen un gráfico porcentual de los datos anteriormente expuestos.



**Gráfico 24 (ELABORACIÓN PROPIA)**

La primera extrapolación, surge de forma directa extendiendo los resultados a Álava, que tiene unas condiciones climáticas muy similares a las del ejemplo de Zaramaga.

Tomaremos el dato del cuadro de las viviendas del periodo desarrollista en Álava (55.611 viviendas) ya que estas serán las que más se aproximan a las características tanto en envolvente, instalaciones y superficie útil por vivienda del ejemplo que se estudia en esta guía, obtendremos los resultados que se exponen a lo largo de este punto.

La REI (Rehabilitación Energética Integral) de la calle Laguardia la cual es muy completa y aborda toda la envolvente, instalaciones nuevas y muy eficientes que aprovechan energías renovables y accesibilidad. El presupuesto completo con todos los gastos supone 1.200.000 € que equivale a 40.000 € por vivienda.

Si aplicamos los datos de inversión, ahorro de energía (kWh) y ahorro de emisiones de carbono que hemos calculado en el punto 5 de esta Guía a esas 55.611 viviendas obtenemos los siguientes resultados:

- **Inversión total** = 2.224 millones de Euros
- **Ahorro anual mínimo** = 44 millones de Euros
- **Ahorro de emisiones** = 94 millones de kg CO<sub>2</sub>/año
- **Ahorro de recursos, sobre todos el bien suelo** (16,6 m<sup>2</sup>/viv) = 900.000 m<sup>2</sup> de suelo.

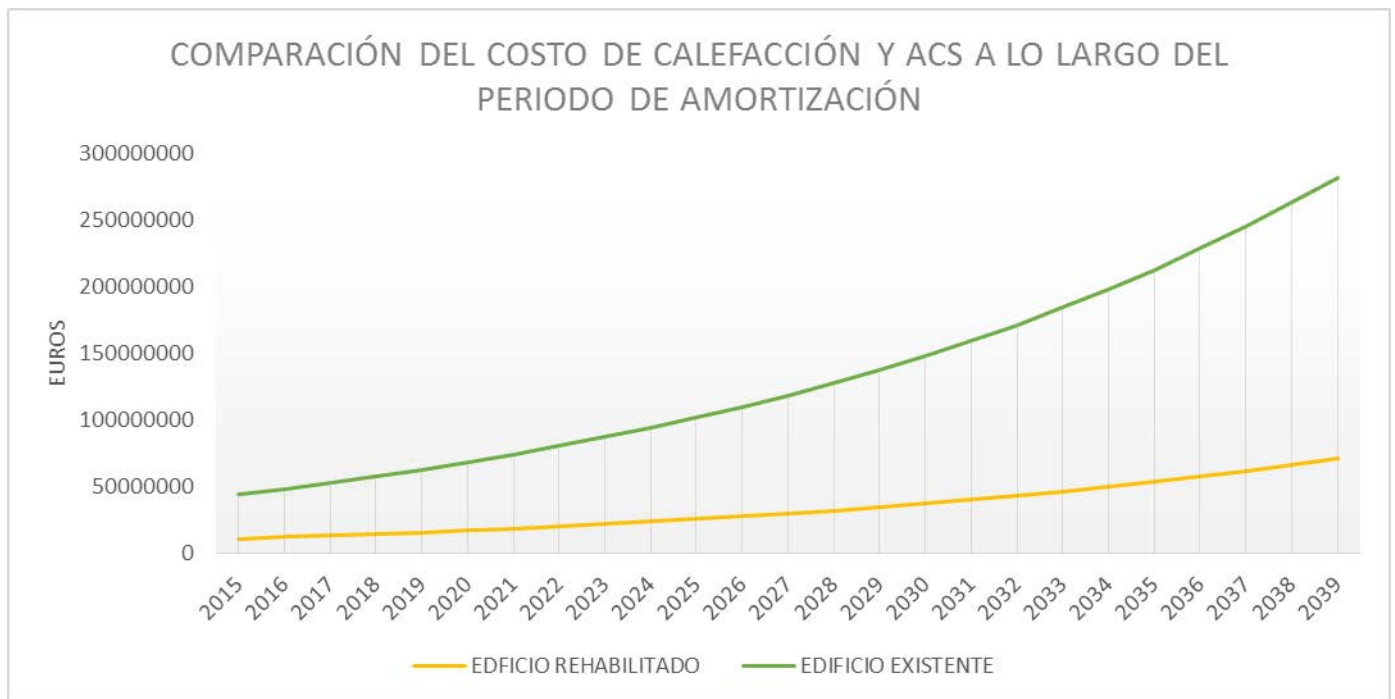
#### CONSECUENCIAS DEL AHORRO EN EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

No es exacto dar un dato sobre cuánto CO<sub>2</sub> absorbe un árbol al año pero diferentes estudios afirman que un árbol absorbe al menos 5 kgCO<sub>2</sub>/año. Tomando este valor, este ahorro en emisiones supone el CO<sub>2</sub> absorbido por unos 19 millones de árboles en un año.



## RETORNO DE INVERSIÓN

Para calcular el retorno de inversión de estas medidas utilizaremos las premisas anteriormente mencionadas de precio actual de la energía, estimación de la subida de la energía y devaluación anual de la energía del punto 3.5 de esta guía dando lugar a los siguientes resultados.



**Gráfico 25 (ELABORACIÓN PROPIA)**

En este gráfico podemos observar la diferencia del costo en calefacción más ACS del estado actual de Álava con el estado rehabilitado de la misma. Como podemos observar a causa de la subida del precio de la energía y a que el precio de la energía del estado rehabilitación es menor ya que el 100% de su demanda está cubierta por gas natural.

RETORNO DE INVERSIÓN DE EDIFICIO REHABILITADO RESPECTO DE EDIFICIO EXISTENTE

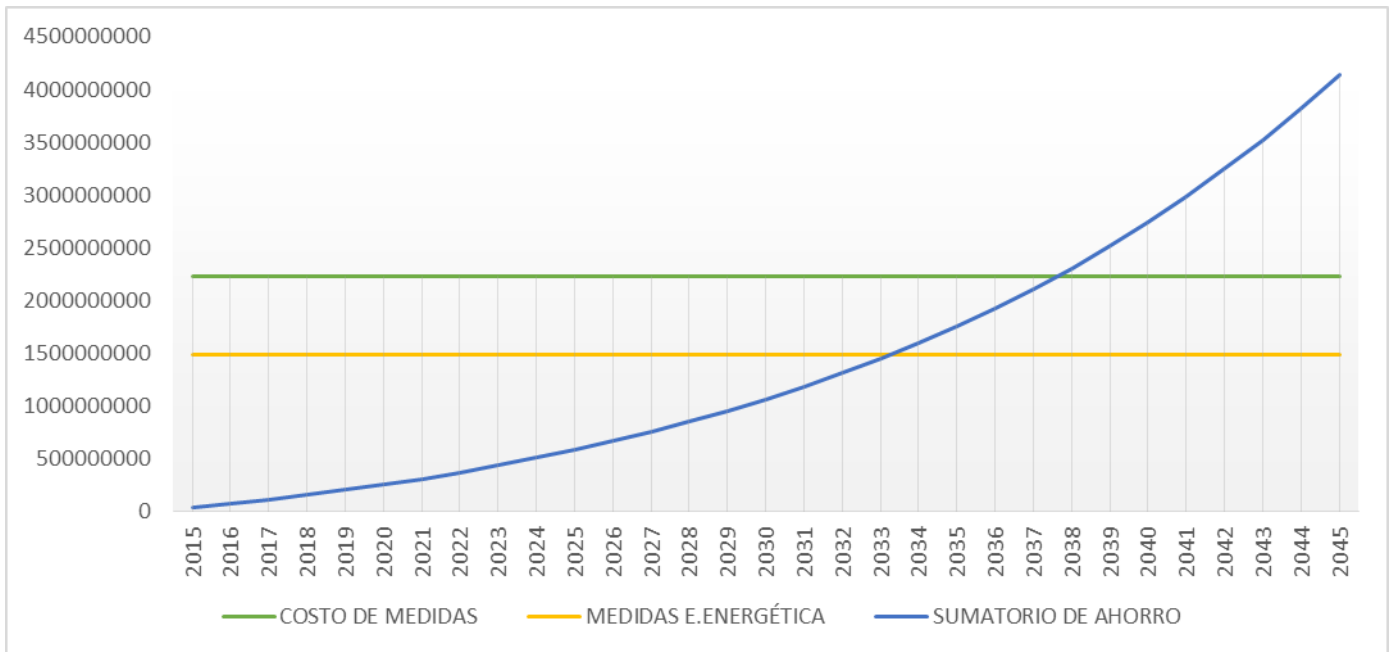


Gráfico 26 (ELABORACIÓN PROPIA)

De este gráfico podemos sacar distintas conclusiones:

Amortización de las medidas en eficiencia energética, la cual se producirá en:

EL RETORNO DE INVERSIÓN SE  
PRODUCIRÁ EN (AÑOS)  
**19**

EL RETORNO SE PRODUCIRÁ EN  
EL AÑO  
**2034**

Amortización de la rehabilitación energética completa:

EL RETORNO DE INVERSIÓN SE  
PRODUCIRÁ EN (AÑOS)  
**23**

EL RETORNO SE PRODUCIRÁ EN  
EL AÑO  
**2038**

No debemos pasar por alto que si lo que buscamos es la amortización total de la rehabilitación, podemos también deducir que el periodo de amortización del anterior punto se reduce, pasando a ser de 2038 – 2034 = 4 años, al ser la variable del sumatorio del ahorro durante el periodo de amortización de carácter creciente. En estas cifras no están incluidos el ahorro de suelo, materias primas y la gestión de residuos que tienen su repercusión económica en este caso como un ahorro y como un adelanto del periodo de amortización.

### **3.8. Conclusiones**



Las conclusiones de este trabajo se reflejan visualmente en el MANUAL DE BUENAS PRACTICAS DE REHABILITACION ENERGETICA INTEGRAL (REI) en el capítulo 4 de esta Guía.

Este Manual plasma las reflexiones y estrategias sobre la REI resumiendo en cada uno de los puntos una serie de conclusiones divididas en cuatro temas que son: la envolvente, las instalaciones, los recursos y lo social.

Se redactan a continuación una serie de conclusiones divididas por temas.

No obstante la primera reflexión importante es la necesidad de generalizar la Rehabilitación Energética, ya que nuestro parque edificatorio es muy ineficiente. Un ahorro energético y de emisiones, que sea acorde con las exigencias de la Directiva 2010/31/UE, no se puede conseguir sin una actuación integral en toda la envolvente y en las instalaciones. Estas obras supondrán una revitalización de la economía local y el empleo. La autoestima social se verá elevada a medida que los barrios mejoren y la ciudad se revitalice. Además del ahorro energético mejora el confort, la accesibilidad y la salud de los vecinos, medidas estas cuyos beneficios son difíciles de evaluar económicamente. Una vivienda rehabilitada puede reducir más de un 70% de la energía que consume, con el consiguiente ahorro económico y retorno de la inversión. La rehabilitación supone un ahorro de recursos como el suelo y las materias primas . El bien suelo es uno de los tesoros a preservar si pensamos en la sostenibilidad de las generaciones futuras.

## **ANALISIS DEL PARQUE EDIFICATORIO EXISTENTE**

El análisis de la situación actual de los cerramientos en la CAPV se ha vertebrado mediante unas fichas de toma de datos que han servido para clasificar los diferentes tipos en función de la época y en cada zona climática.

La realización de 40 fichas nos ha servido como método comparativo de estudio de los diferentes cerramientos. Pensamos que sería muy recomendable seguir clasificando los edificios anteriores a 2006 puesto que muchos de ellos serán objeto de rehabilitación y de estos estudios se derivan conclusiones muy interesantes.

Al visitar y medir los cerramientos de estos edificios existentes se descubre que normalmente cada fachada tiene un tipo de muro. La mejora de la envolvente se debe analizar, en cada caso concreto con una visión integral, ya que una posible mejora en un cerramiento puede no ser la más adecuada en otro cerramiento del mismo edificio.

## MONITORIZACION Y CUANTIFICACION DE LA SOSTENIBILIDAD

Los modernos sistemas de monitorización y simulación permiten que vía TICs los usuarios de las viviendas puedan comprobar los gastos energéticos y los posibles ahorros futuros. Se les debe informar y formar para que los vecinos de las viviendas sean conscientes de los ahorros y en función de sus patrones de uso programen y calibren el uso de la calefacción, la iluminación y todos los aparatos eléctricos domésticos. Debemos concienciar a la ciudadanía para que la filosofía del ahorro se instaure en nuestra sociedad, ya que es el único camino hacia una economía sostenible. La monitorización y simulación energética como factores de medición, análisis y disminución del gasto.

### CASO CONCRETO DE LA C/LAGUARDIA DE ZARAMAGA

Las 30 viviendas de Zaramaga que se estudian pormenorizadamente en esta Guía son un ejemplo típico de edificio del periodo desarrollista. Lo vamos a tomar como ejemplo muy reproducible en miles de viviendas con características muy similares. En el punto 3.7 de esta guía se habla del potencial de ahorro en Euskadi.

El estado actual del proyecto, es muy deficiente tanto en su envolvente como en el rendimiento de sus instalaciones. Tiene una calificación energética "E".

Fachada existente:

Transmitancia estática en el vano  $U = 1,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia del hueco con vidrio simple  $U_w = 5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

Se proponen varias mejoras en la envolvente con diversas soluciones según la orientación de cada fachada y los condicionantes constructivos y una centralización de las instalaciones con apoyo de energías renovables y calderas de condensación de alta eficiencia. Ventilación con recuperadores de calor de alto rendimiento. Tendrá una calificación energética "B" alta por lo que se podría llegar a una "A" en la certificación energética al final de la obra.

Fachada SATE:

Transmitancia estática en el vano  $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia del hueco con vidrio triple  $U_w = 0,93 \text{ W/m}^2\text{K}$

Fachada Ventilada:

Transmitancia estática en el vano  $U = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia del hueco con doble ventana  $U_w = 0,98 \text{ W/m}^2\text{K}$

## ESTUDIO ECONÓMICO ENERGÉTICO

En el punto 3.5 de la guía se realiza un estudio económico energético en función de la certificación energética y los costes de construcción con un análisis del periodo de retorno de la inversión.

Si solo tomamos los importes relativos a la eficiencia energética (envolvente e instalaciones) la inversión se amortiza en 8 años, debido al ahorro que produce.

En esta última reflexión solo se valora el aspecto económico del ahorro energético.

Si tenemos en cuenta las ayudas que reciben los vecinos por parte de las instituciones la amortización de la inversión en eficiencia se reduce a los dos años escasos.

Este estudio lo extrapolamos al resto de edificios con las mismas características de la CAPV en el punto 3.7.

La eficiencia energética es una inversión rentable después de la rehabilitación el precio de mercado de la vivienda se revaloriza más de un 20% .

La conclusión que sacamos es que además de los beneficios estéticos, funcionales, ecológicos, de confort, salud, accesibilidad y de impulso urbanístico del barrio; se obtiene un beneficio económico en muy poco tiempo. Las viviendas en pocos años amortizan la inversión y a partir de ese momento se transforman en ahorradoras a lo largo de su ciclo de vida restante. Ya hemos hablado de la rentabilidad de la inversión, en función de las plusvalías que se obtienen al invertir en rehabilitación, ya que los inmuebles aumentan de valor.

## ACCIONES DESDE EL GOBIERNO VASCO Y DESDE LAS ADMINISTRACIONES LOCALES

Las normas, ordenanzas y ayudas están en manos de la Administración y ésta es un reflejo de la sociedad a la que sirve. Ponemos una serie de ejemplos de actuaciones que se pueden ejercer desde los poderes públicos para que las normas y ayudas vayan en el sentido de la sostenibilidad y la eficiencia energética:

-Hacer pedagogía a través de los medios de comunicación. En Vorarlberg, región autonómica de Austria con la legislación más avanzada a nivel de eficiencia energética; se emitieron hace más de 11 años, 3.000 anuncios en TV, prensa y radios para concienciar a los ciudadanos sobre las nuevas políticas de eficiencia energética en materia de construcción. Hoy en día, todos los colegios, edificios públicos y viviendas de promoción pública de Vorarlberg se edifican en estándar Passivhaus y la mayoría de los proyectos privados siguen las mismas pautas debido a la inercia creada y a la conciencia colectiva que se ha formado.

-Favorecer desde los nuevos planes urbanísticos y desde las ordenanzas edificatorias el aumento de edificabilidad y aprovechamiento para poder sufragar los costes de la rehabilitación energética.

-Redactar ordenanzas que no computen las superficies ocupadas por los aislamientos y los elementos bioclimáticos. Estas ordenanzas se deberán ir actualizando a medida que la tecnología vaya produciendo sistemas de captación y distribución de energías renovables más modernas y eficientes. Cada vez tendrán que exigir más eficiencia para conceder ayudas.

-Penalizar con impuestos a las energías que produzcan muchas emisiones y reducirlos a las energías renovables.

-Favorecer impositivamente la financiación de estas actuaciones de rehabilitación y regeneración urbana.

-Favorecer la educación y formación de los técnicos y gremios para que se formen o reciclen en estas nuevas técnicas constructivas.

-Asesoramiento en ayudas a las empresas vascas para que investiguen (I+D+I) y se reciclen en materia de eficiencia energética. El sector de la construcción necesita de mucha empresa auxiliar. La rehabilitación constituye un impulso para la industria local que incide de forma muy positiva en el empleo.

## **LAS TRES VERTIENTES DE LA SOSTENIBILIDAD.**

La rehabilitación energética satisface plenamente las tres vertientes que sustentan el concepto de sostenibilidad:

### **1-SOSTENIBILIDAD MEDIOAMBIENTAL.**

El ahorro de emisiones es notable tanto desde el punto de vista energético como desde el ahorro de materiales. Pero es quizá el ahorro de suelo el que resulta a largo plazo más sostenible. El bien suelo es insustituible y estratégico para cualquier país y para el mundo en general. La rehabilitación evita el consumo de suelo y respeta ese suelo no urbano más ligado al entorno natural. Esta disminución de la carga urbanizadora produce un ahorro en el suministro de servicios y en el transporte. En resumen ahorramos energía, emisiones, materiales y suelo.

### **2-SOSTENIBILIDAD ECONOMICA**

La rehabilitación energética conlleva varios ahorros económicos, además de los de suelo y materiales ya mencionados. El ahorro en el consumo de energía se traduce, a corto plazo, en un ahorro directo en el presupuesto familiar mensual del ciudadano. El balance económico del país se ve beneficiado por la disminución de la dependencia de la energía importada y sometida a las fluctuaciones geopolíticas y a una futura subida exponencial. La revalorización económica de las viviendas rehabilitadas es un factor muy importante y que se debe de comunicar a la población para fomentar estas obras que suponen una rentabilidad económica.

La financiación debe de ser la herramienta económica para poder acometer un gasto extraordinario.

La rehabilitación energética influye colateralmente en la industria y mano de obra local contribuyendo a la disminución del desempleo y al bienestar económico. La inversión es rentable por el ahorro de energía a lo largo de los años y por la revalorización del precio de las viviendas.

### 3-LA SOSTENIBILIDAD SOCIAL

Las mejoras en las condiciones térmicas y de accesibilidad suponen un aumento en la calidad de vida y la salud de los habitantes. La pobreza energética se erradica prácticamente con la rehabilitación energética. El entorno urbano se renueva, junto con el aspecto estético de las fachadas, provocan una subida de la autoestima y conciencia de barrio. Los densos y vetustos tejidos urbanos de la época del desarrollismo del siglo XX sufren una regeneración social. La participación ciudadana mejora las relaciones vecinales y aumenta la conciencia de barrio y de comunidad. La rehabilitación incrementa el empleo local con lo que este hecho conlleva socialmente.

#### **NUEVO HORIZONTE.**

Hay un nuevo horizonte inmenso en el campo de integración de las nuevas instalaciones en las nuevas envolventes. Nuevos materiales biofundibles y reciclables. Nuevas tecnologías de información y comunicación que transformaran nuestro modo de vida y por tanto nuestros edificios. Empezamos a vivir una nueva época con una nueva arquitectura y un estilo de vida más sostenible. Se requiere de un gran esfuerzo y mucha ilusión para enfrentarse a este nuevo reto de investigación y desarrollo.

Frente a la “globalización” del mercado, la rehabilitación energética integral (REI) supone una “localización” de la economía y de la producción energética en el lugar de consumo.

En resumen, la Rehabilitación Energética produce una independencia energética que aliviará la balanza de pagos del país. La construcción interactúa con muchos sectores económicos en los que producirá un avance en inversión investigación y competitividad.