

JULIO de 2013

GRADO EN
ARQUITECTURA
TÉCNICA

PFG: HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN ENERGÉTICA EN EDIFICIOS.



MODALDAD CIENTÍFICO-TÉCNICO

Autor: Jose Ignacio Ayensa Sevilla | Tutor: José Luis Vivancos Bono

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	Página 2
2. OBJETIVOS Y DESARROLLO	Página 4
Simulación interfaz	Página 4
Detalles constructivos	Página 7
Rehabilitación	Página 9
Costes	Página 22
3. APLICACIÓN WEB	Página 30
4. ANEXOS	Página 33

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto E4R es un proyecto financiado por el programa europeo SUDOE, empezaremos por explicar un poco de que se trata el proyecto SUDOE.

Dicho proyecto, es un Programa de Cooperación Territorial del Espacio Sudoeste Europeo (SUDOE), que apoya el desarrollo territorial a través de la cofinanciación de proyectos transnacionales por medio del Fondo Europeo de Desarrollo Regional)

En este programa ha sido elaborado por los cuatro estados miembros, España, Francia, Portugal y Gibraltar del Reino Unido y su objetivo es consolidar el sudoeste europeo como un espacio de cooperación territorial en los ámbitos de la competitividad y la innovación, el medio ambiente, desarrollo sostenible y la ordenación espacial.

A través de este programa europeo se desarrolla el proyecto E4R. ``Herramientas de Evaluación de Eficiencia Energética de Edificios. Rehabilitación en el Espacio SUDOE``

Que tiene como objetivo impulsar y promover la rehabilitación de edificios, desde un punto de vista de eficiencia energética, en edificios existentes en el espacio SUDOE, antes mencionado, con la implicación de todos los agentes del sector.

EL proyecto E4R está dirigido a todos los agentes del sector de la rehabilitación energética, como la Administración Pública, los proyectistas, fabricantes de productos, constructores, instaladores, promotores e incluso los usuarios finales de los edificios. A través de la creación de un aplicación web de evaluación de la rehabilitación energética de edificios, que permita cuantificar las mejoras energéticas de cada estrategia de ahorro y priorice entre las más eficientes tanto energética como económicamente.

Básicamente se trata de un portal web en el que desde un usuario, hasta un profesional, puedan conocer la demanda energética de una vivienda a través de una aplicación en la que introduces una serie de parámetros de tu edificio y a través de un motor de cálculo, de la propia página, se calcula el consumo energético de dicha vivienda o edificio y se proponen una serie de mejoras adecuadas para tu objeto de estudio.

El problema reside en que los edificios existentes son grandes consumidores de energía, lo que deriva en una gran producción de CO2 y otros gases que contribuyen al efecto invernadero, aparte de que se produce un consumo en torno al doble, de los edificios que se construyen actualmente, lo que se traduce en un gasto mucho mayor para el usuario de la vivienda. Hay que tener en cuenta que estamos hablando aproximadamente del 90% del parque edificatorio actual, esta situación hace que la

intervención en materia energética en este sector, sea un elemento clave para cumplir las políticas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Se estima que en cualquier edificio de más de 20 años se puede conseguir un ahorro de hasta el 50% de la energía consumida en climatización, a parte de la mejora en el confort en el interior de los edificios, además de que existen subvenciones que fomentan la rehabilitación energética.

La importancia de la creación de una aplicación web que cuantifique la mejora energética es muy grande, ya que con esto, se escogerá la solución más eficiente y la más rentable, o se dará la opción de conocerlas y la de elegir una solución óptima para cada usuario y edificio. Facilita a arquitectos o ingenieros la realización de un estudio preliminar y una estimación real de ahorro energético.

2. OBJETIVOS Y DESARROLLO

El objetivo de éste proyecto es plasmar el resultado de unas prácticas realizadas para la empresa AIDICO, en las que se nos encomendó la tarea de realizar y aportar mejoras para la interfaz de usuario de la aplicación web, que ya se encontraba en fase de realización.

En primer lugar se nos encomendó la tarea de realizar una interfaz sin que hubiéramos visto la que ellos estaban realizando, de esta manera podríamos realizar dicha tarea sin estar influenciados por el trabajo ya realizado, así cualquier objeto de estudio que se nos ocurriese y que fuera de interés podría introducirse en la aplicación.

Nos pusimos entonces con la creación de un diagrama de red que incluyese todos los parámetros que consideramos pueden influir en el cálculo de las pérdidas y el consumo de una vivienda.

Terminado el diagrama pasamos a realizar un archivo con el programa PowerPoint que simulase la interfaz de la herramienta web, con los datos y parámetros que habíamos creído conveniente incluir en el diagrama de red anterior y que permitiría que un usuario o técnico pudiera seleccionar las características de la vivienda objeto de estudio.

En la figura 2.1 vemos como queda el diseño de página de nuestro archivo y cómo pinchando en cada opción de las que aparecen nos direccionará a una determinada página y en ella seguiremos definiendo nuestro edificio.

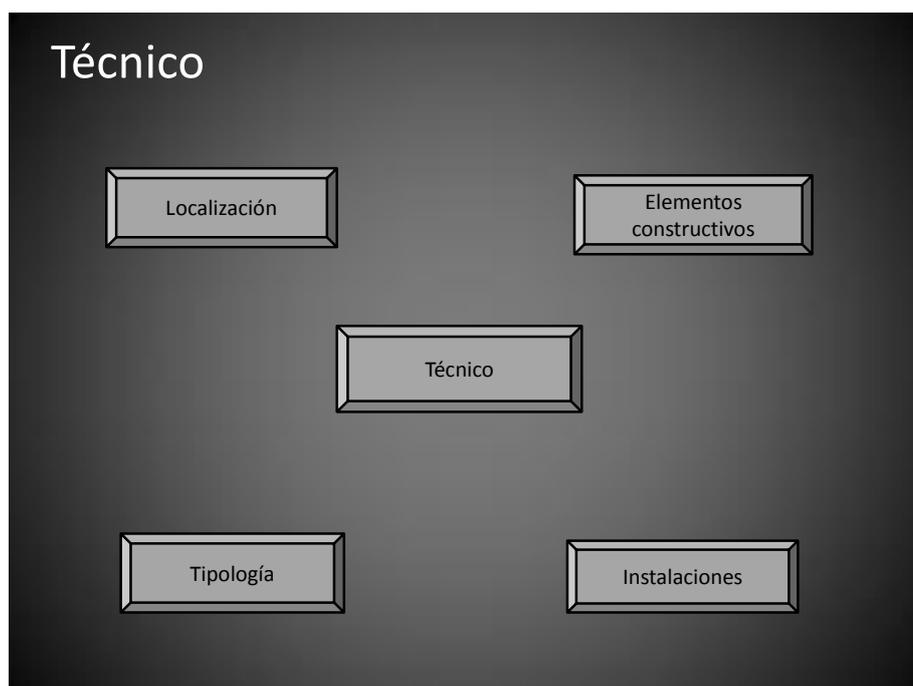


Figura 2.1 Página PowerPoint

En nuestra herramienta de PowerPoint, en los datos de la localización de la vivienda no entramos, debido a que era una parte que ya tenían desarrollada y en la que estaba trabajando un compañero de nuestra facultad.

En el apartado de anexos veremos todas las imágenes, mostrando la navegación a través de los distintos niveles y configurando nuestra vivienda de manera que podamos realizar una calificación energética adecuada. A continuación se indica de manera esquemática todos los puntos a analizar en dicha configuración.

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

- Carpintería
- Suelos
- Cerramientos
- Cubierta

TIPOLOGÍA

- Volúmenes adosados
- Volúmenes aislados
- Usos

INSTALACIONES

- Calefacción
- Agua caliente sanitaria
- Aire acondicionado

De esta forma se realizaría una definición de nuestro tipo de vivienda, que permita al motor de cálculo obtener los datos de consumo de la misma. En este caso lo realizamos desde el perfil de técnico, ya que en el perfil de usuario, no convenía meter ese nivel de definición de los parámetros, sino que debería ser más intuitivo para que cualquiera pueda definir su vivienda sin un nivel de estudios ni conocimientos sobre la construcción.

Tras esto, el siguiente paso, era la realización de una base de datos con todas las soluciones posibles de cerramientos. Se realiza entonces una hoja Excel en la que a partir de una serie de preguntas pudieras confeccionar el cerramiento de tu vivienda simplemente escogiendo las respuestas y finalmente apareciendo la solución escogida.

Básicamente la idea principal era similar a la de la realización del anterior PowerPoint, pero en este caso se detallaría exclusivamente en la confección del cerramiento de fachada, ya que a la hora del cálculo del consumo energético es uno de los parámetros más importantes. Teniendo en cuenta que en la mayoría de los casos, el estudio de viviendas en bloques edificatorios, el cerramiento y los huecos en fachada determinan en gran medida la calificación energética final y existe en este apartado una gran variedad de soluciones constructivas que es necesario definir.

Así a través de esta hoja de Excel se intentaban incluir las tipologías mas comunes en la realización de fachadas.

Tipologia Cerramiento		Tipologia Carpinteria		Tipologia Intrados	
Ladrillo		Madera		Placa Yeso Laminado	
¿Ladrillo Revestido? Si/No No					
¿Existe camara de aire? Si					
Tipologia Resultante					
Caravista	sin revestir	con intrados de placa de yeso laminado	y carpinteria de madera	con aislamiento y camara de aire	

Se abre entonces un abanico de posibilidades de creación de fachada que se intenta facilitar a través de la anterior tabla, y del que se muestra en los anexos.

La siguiente tarea que tuvimos que realizar fue la realización de detalles técnicos de cerramientos con cada tipología constructiva, que se introducirían en las bases de datos para el motor de cálculo y en las posibles soluciones que la herramienta aportaría una vez calculado el consumo y que mejorarán el comportamiento de esa vivienda en materia energética. De esta manera el técnico podría seleccionar la composición del cerramiento a estudiar y una vez seleccionado aparecería el detalle con su elección.

Se realizaron detalles de la mayoría de tipologías constructivas haciendo hincapié en las más comunes, así se dejaron cubiertas todas las tipologías que utiliza el programa de cálculo.

Dependiendo del año de construcción de cada vivienda, el programa ya tendrá una serie de soluciones constructivas adecuadas para ese tiempo, con lo que el usuario no deberá buscar entre muchas opciones sino que se le servirán las óptimas, reduciendo así en gran medida el abanico de posibilidades.

A continuación podemos observar uno de los detalles constructivos realizados y de las fichas de tipologías que se incluyen en la base de datos que utiliza el programa para el cálculo. En la parte de anexos se incluirán el resto de los detalles realizados.

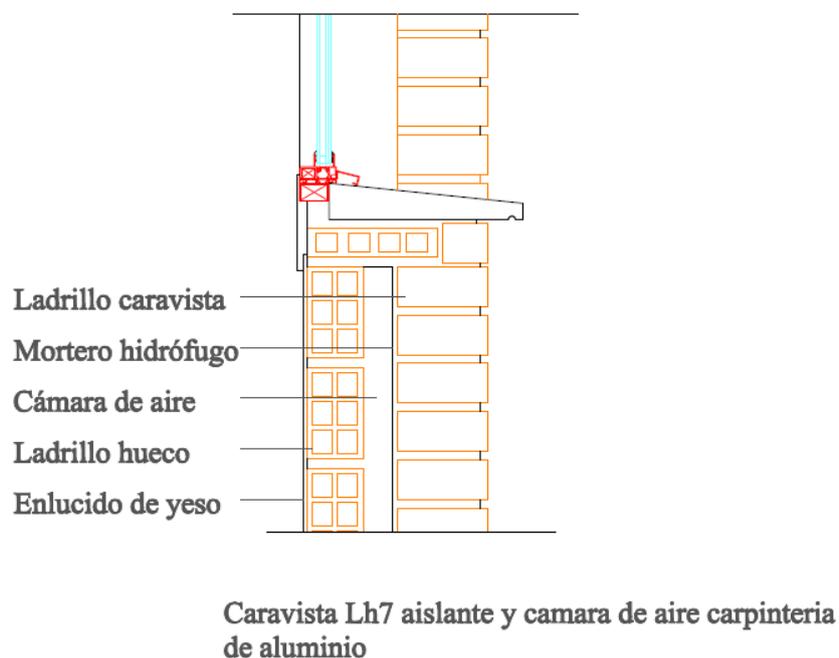


Figura 2.2 Detalle de cerramiento

Y aquí una de las fichas. Éstas no han sido elaboradas nosotros y son las utilizadas por la empresa para el cálculo a través de la herramienta. Nosotros nos basamos en estas fichas para la realización de los detalles constructivos que les presentamos.

F.HD.AT.1	Hoja doble con aislante interior al soporte	1960-1979	1			
Descripción	Fachada de pared de obra de fábrica de ladrillo cerámico perforado, de cara vista de 11,5cm de espesor, con revestimiento intermedio, juntas de mortero de cemento, y aislamiento térmico de fibre de vidrio de 3 cm de espesor. Trasdosado autoportante de obra de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble de 9cm de espesor, con revestimiento interior de guarnecido de yeso					
Imagen	<p> LP LADRILLO CERÁMICO PERFORADO CARAVISTA e=11,5 cm J JUNTA DE MORTERO DE CEMENTO e= 1,0 cm RM REVESTIMIENTO INTERMEDIO. MORTERO e= 1,0 cm AT AISLAMIENTO TÉRMICO. FIBRA DE VIDRIO e= 3,0 cm J JUNTA DE MORTERO DE CEMENTO e= 1,0 cm LH LADRILLO CERÁMICO HUECO e= 9,0 cm Enl ENLUCIDO DE YESO e= 1,0 cm </p>					
Tipo de cerramiento	Fachada	(Rse+Rsi)	0,17			
Material (de ext a int)	2 e (m)	3 λ (W/mK)	4 R _t (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	C _p (J/Kg.K)	μ
Ladrillo cerámico perforado caravista	0,115	0,639	0,18	1140	1000	10
Mortero de cemento	0,01	1,8	0,01	1900	1000	10
Fibra de vidrio	0,03	0,033	0,91	50	700	50
Ladrillo cerámico hueco doble	0,09	0,438	0,21	930	1000	10
Enlucido de yeso	0,01	0,57	0,02	1150	1000	6
Material 6						
Material 7						
Material 8						
Material 9						

Figura 2.3 Ficha técnica, AIDICO

1. Vemos en la parte superior de la tabla las fechas 1960-1979, que indican el periodo en el que se realiza este tipo de cerramiento, y que servirá para catalogarlo en la base de datos y que a la hora de que un usuario utilice la herramienta facilite la selección de su tipo cerramiento.

2. Espesor de cada capa de la fachada. Importante a la hora del cálculo, se tendrán una serie de espesores definidos para agilizar.

3. Conductividad térmica, ese valor nos indica la capacidad de conducción del calor de cada material que compone el cerramiento.

4. Resistencia térmica, es la capacidad de un material a oponerse al flujo de calor. La resistencia térmica total, es el valor suma de todas las resistencias térmicas de los materiales que componen un conjunto constructivo, en este caso la parte opaca de un cerramiento y es el valor que se utilizará en los cálculos.

Esta serie de valores, específicos de cada material y con sus espesores, se introducen en el motor de cálculo junto con otra serie de factores, que explicaremos mas adelante, nos dará el resultado de la calificación energética de nuestro edificio.

REHABILITACIÓN

Tras la realización de los detalles constructivos con los tipos de cerramientos más comunes y catalogándolos según sus años de construcción aproximados, pasamos a la realización de soluciones constructivas para la reforma de cerramientos de fachada que a día de hoy no cumplirían con el CTE DB-HE Ahorro de energía.

Para ello realizamos un trabajo de documentación para encontrar las mejores soluciones constructivas posibles, intentando que estuvieran también dentro de un rango de precios razonable, con una posibilidad de montaje para nuestro cerramiento primitivo y valorando también que al tratarse de un cerramiento exterior, cabe la posibilidad que en determinados edificios no podrá realizarse ningún cambio en el aspecto exterior de la fachada por encontrarse situado en zonas protegidas, dentro de por ejemplo el casco histórico de una población.

INTRADÓS DE YESO LAMINADO Y AISLANTE.

Una de las soluciones escogidas, una vez el programa te haya dado una certificación energética y se desee mejorar el comportamiento del edificio, será la colocación de un entramado auto portante con placa de yeso laminado y en su interior la colocación de un aislante. Esta solución mejorará el comportamiento del cerramiento frente a las condiciones climáticas, pero tiene el problema de que se coloca en el interior de la vivienda, con lo que se pierde espacio dentro de la misma, aunque dependiendo del tipo de vivienda puede no suponer un problema. Este tipo de solución encajaría bien en edificios en los que hubiera que respetar la fachada.

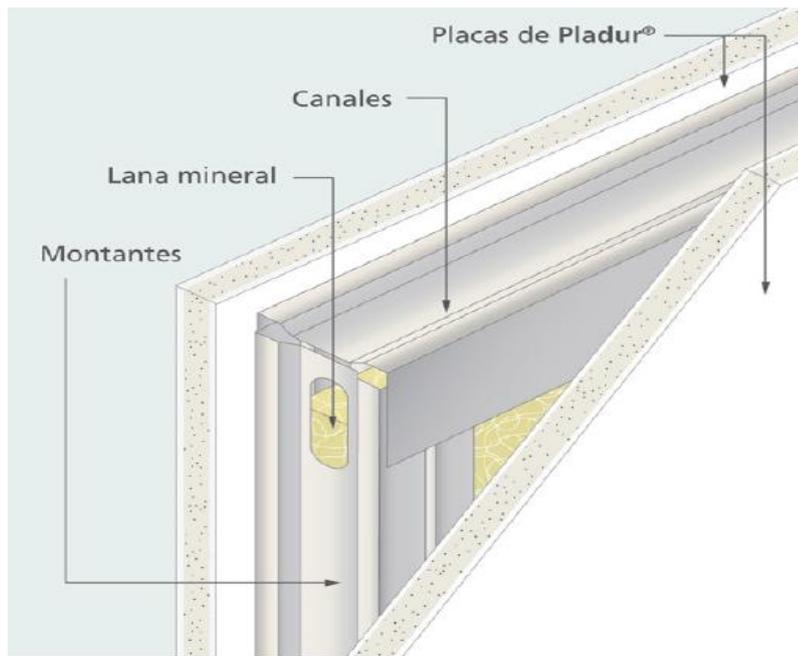


Figura 2.4 Perspectiva entramado. Fuente: Pladur^R

El espesor total del entramado variara dependiendo de su composición y del espesor que se le quiera dar al aislante interior, pero se encontrará entre 7 y 12 cm.

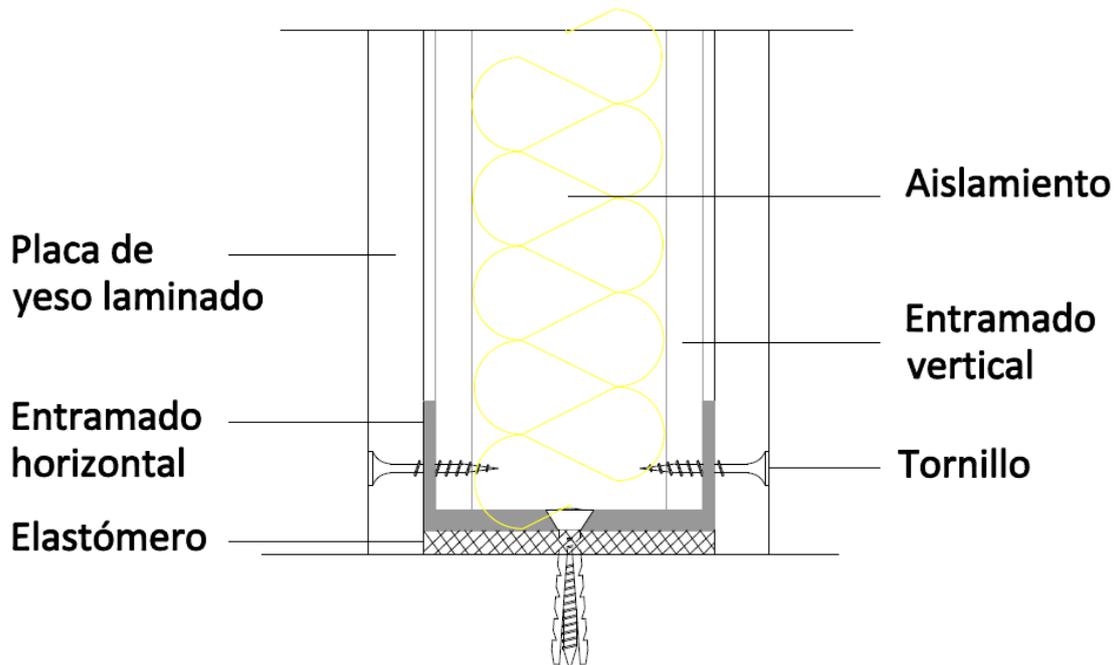


Figura 2.5 Detalle entramado

Esta sección la utilizamos para nuestras posibles elecciones de fachadas, para como hemos dicho antes, dar solución a los posibles malos comportamientos de un cerramiento.

Aquí vemos el ejemplo del detalle final, habiendo escogido una fachada de una sola hoja, realizada con ladrillo cerámico perforado de 14 cm de espesor.

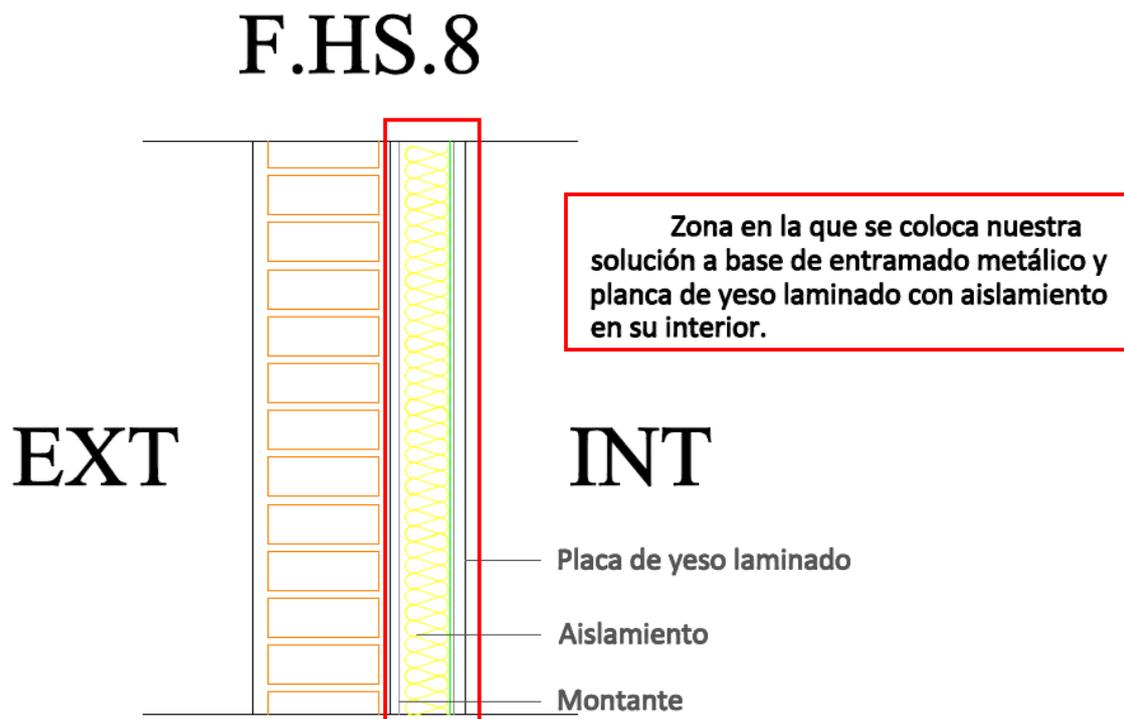


Figura 2.6 Reforma con entramado metálico y aislante.

De esta misma manera, realizamos los detalles de la reforma con entramado metálico y placa de yeso laminado para todos los tipos de cerramientos catalogados en las fichas técnicas de fachadas, se muestran en la parte de anexos.

CREACIÓN DE FACHADA VENTILADA Y ENLUCIDO DE YESO

La siguiente solución escogida, en caso de que se necesitase reforma es la fachada ventilada y en caso de que se quisiera mejorar más, enlucido de yeso en la parte interior del cerramiento.

Consideramos el bajo coeficiente de conductividad térmica del yeso (0,30 W/m.K) como una buena solución a añadir en nuestras reformas ya que para un

pequeño espesor (1,5 cm) ofrece buenos resultados y mejoran si utilizamos yesos celulares, añadiendo aditivos como la perlita o vermiculita, que reducirían el coeficiente de conductividad térmica hasta $0,18 \text{ W/m.k}$ aumentando así su resistencia térmica.

Esta solución solo será posible en el caso de que se quiera reformar todo el edificio y no solo una vivienda.

La fachada ventilada es un cerramiento multicapa, en el que la hoja exterior está unida mecánicamente a la hoja interior, mediante una estructura de acero o aluminio y dejando en medio de las dos una cámara de aire ventilada mayor de 2 cm. y sobre la hoja interior se colocara una capa de aislamiento de espesor variable según necesidad. En nuestro caso la capa interior del cerramiento es la que ya está realizada en el edificio y a ésta se le conectaría la hoja exterior ventilada, estando considerado como una estructura ligera, con lo que no debería tener problemas de resistencia.

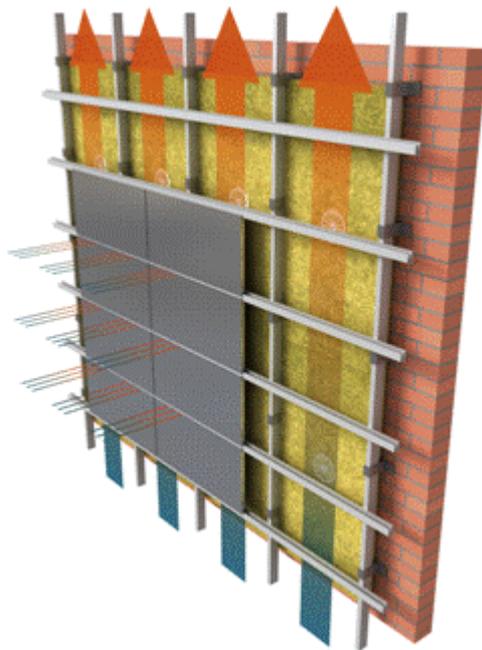


Figura 2.7 Perspectiva fachada ventilada. Fuente Rockwool.es

Dependiendo de las necesidades se colocará un tipo de aislamiento u otro, pero generalmente se utilizan mantas de lana mineral hidrofugadas, revestidas en una de sus caras por textil de resistencia al desgarro. El espesor de dicho material también variará dependiendo de las necesidades del edificio objeto de estudio.

F.HS.8

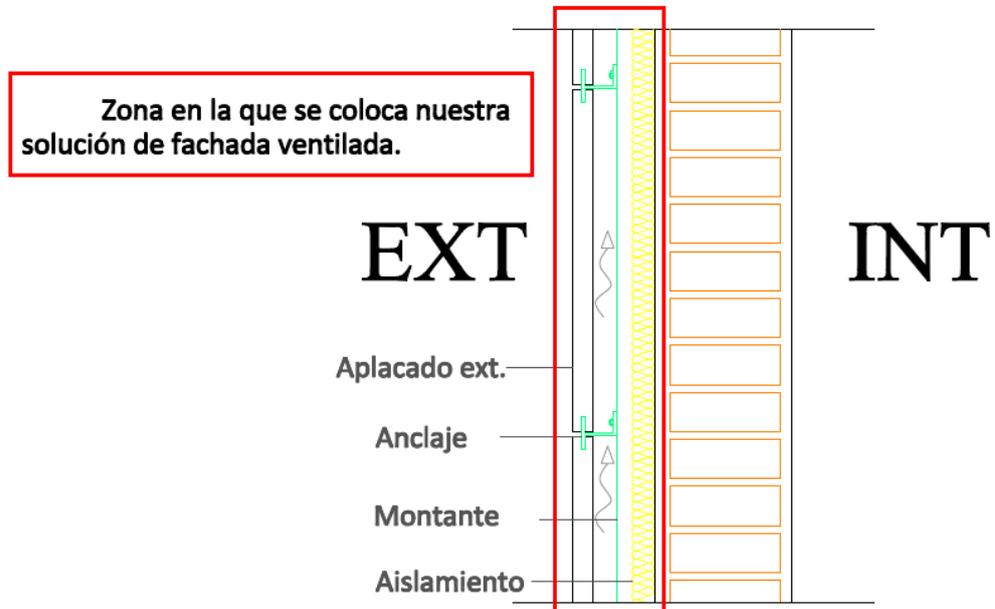


Figura 2.8 Reforma exterior con fachada ventilada

F.HD.LP.C.2

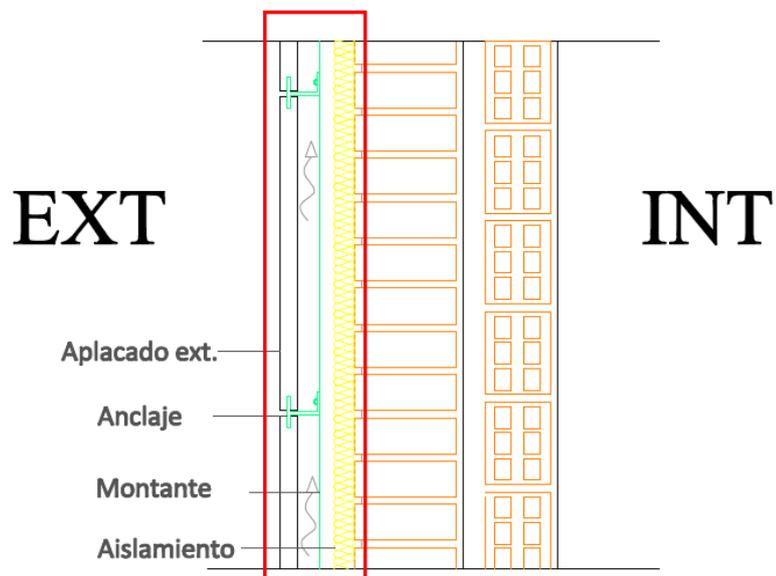


Figura 2.9 Reforma exterior con fachada ventilada en cerramiento de doble hoja

El resto de detalles de este tipo de solución, en anexos.

PLANCHA DE POLIESTIRENO EXTRUIDO PARA REVESTIR

En este caso se trata de una solución para la parte exterior del cerramiento y está realizada con la colocación de planchas de poliestireno (XPS) ancladas a la fábrica original y un revestimiento exterior con mortero para dar un acabado final visto.

Estas planchas de poliestireno en ningún caso deben estar en contacto con el ambiente exterior, deberán disponerse tras un acabado visto, por ejemplo un mortero monocapa.

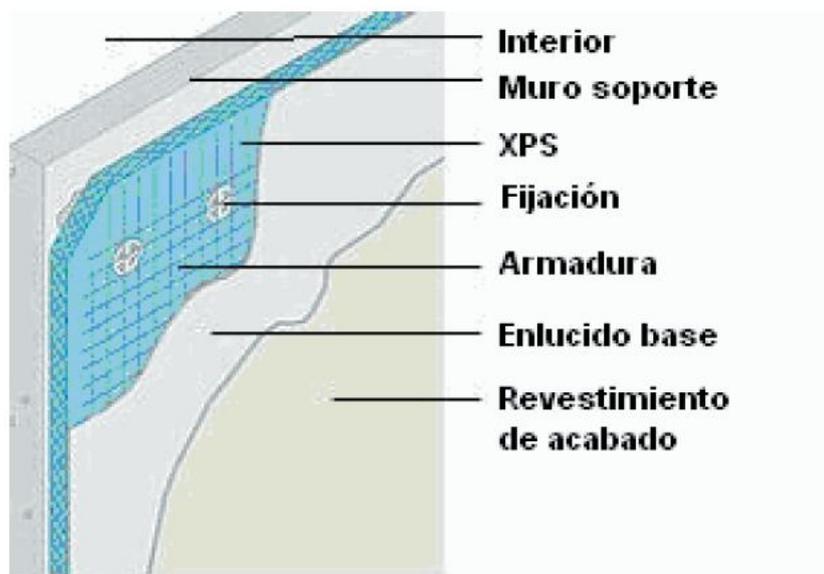


Figura 2.10 Perspectiva XPS para revestir. Fuente Buiding.dow.com

El XPS, espuma de poliestireno extruido, es un material aislante que, debido a sus excepcionales propiedades, es ampliamente utilizado en la industria de la construcción. Durante sus más de 50 años de historia ha puesto de manifiesto cotidianamente su alta resistencia a la compresión, su prácticamente nula absorción de agua, excelente comportamiento como aislante térmico y una excepcional durabilidad, manteniéndose inalterable con el paso del tiempo.

Vemos a continuación los detalles de acabado de este sistema constructivo para nuestras soluciones de cerramiento, recordando que se realizaron detalles de todas las tipologías incluidas en la fichas de fachadas de España y que se incluyen en la parte de anexos.

F.HS.8

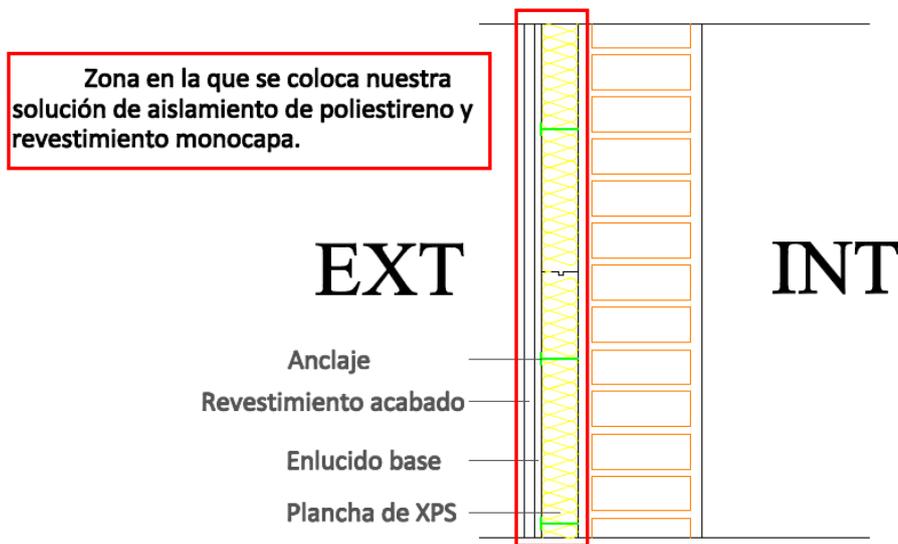


Figura 2.11 Detalle reforma exterior de XPS para revestir.

El poliestireno extruido presenta una conductividad térmica mas baja que el expandido, hasta menores de $0,03 \text{ W}/(\text{m.k})$ debido a que no se le inyecta gas en su interior, de esta manera se consigue además un material mas rígido y resistente que el poliestireno expandido.

REVESTIMIENTO EXTERIOR DE POLIESTIRENO EXPANDIDO BAJO REVOCO

Se trata de una solución mediante la colocación de planchas de poliestireno expandido, ancladas al cerramiento existente mediante fijaciones y al que se le aplica un revestimiento base, una capa de imprimación y un revoco. Es un sistema parecido al anterior que estaba realizado con aislante de poliestireno extruido, pero aparte de cambiar éste cambia también el sistema se revestimiento.

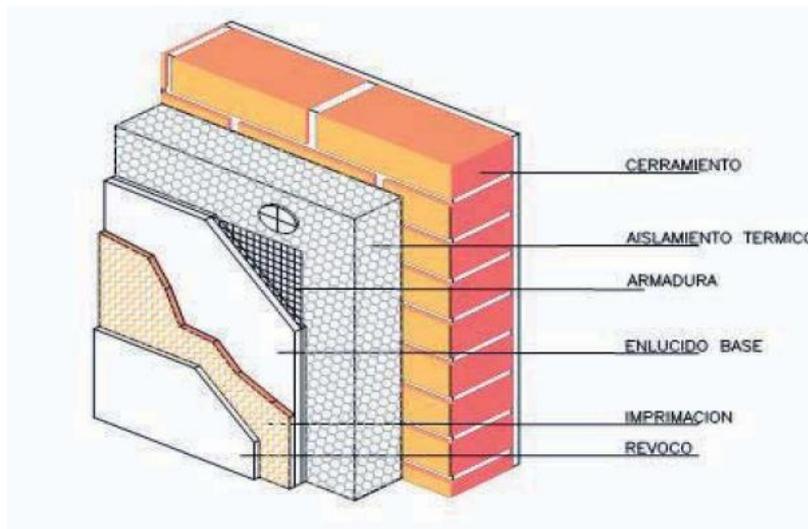


Figura 2.12 Perspectiva EPS bajo revoco. Fuente: solucionesdehumedades.es

Este tipo de revestimiento es vulnerable de ser dañado, sobre todo a pie de calle con lo que se le colocará un zócalo en la parte inferior y un reforzado en las esquinas. A parte de esto, este sistema tendrá un mantenimiento que variará dependiendo la ubicación del edificio.

Vemos a continuación este tipo de solución en una fachada de hoja simple de ladrillo panal de espesor 24 cm y en un cerramiento de doble hoja con aislante intermedio y ladrillo hueco en la hoja interior.

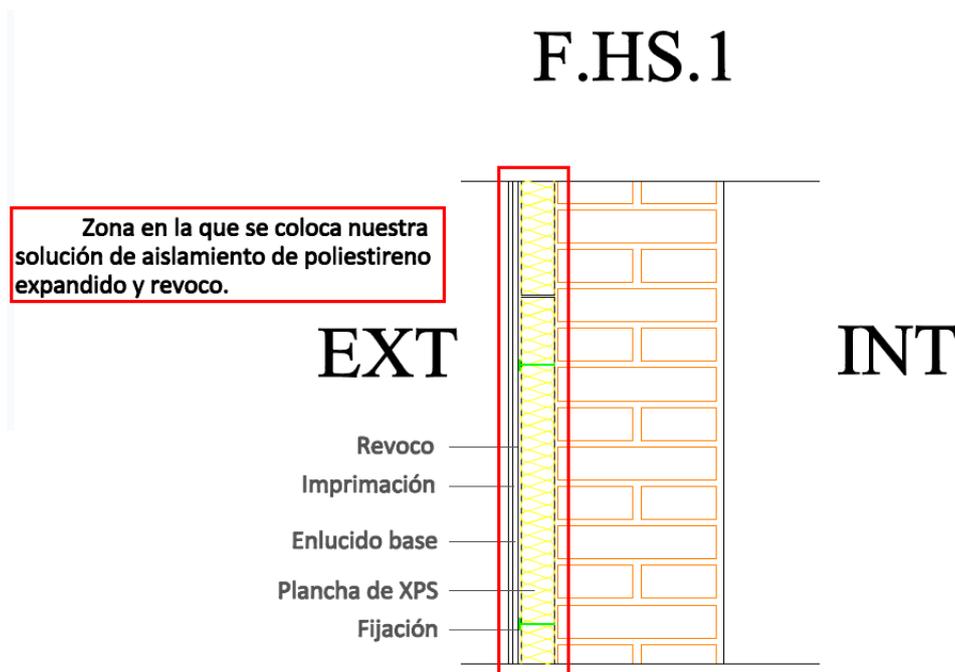


Figura 2.13 Detalle reforma exterior EPS bajo revoco

PANEL AISLANTE TIPO SANDWICH Y ENLUCIDO INTERIOR.

Por último, escogimos una solución mediante paneles tipo sándwich, para la colocación en el exterior de la vivienda, cabe decir que esta solución es mas adecuada para viviendas aisladas, que para edificios de viviendas, debido a las características técnicas del material en cuanto a resistencias por metro lineal, pero habiendo diferentes modelos de paneles y diferentes tipos de anclajes, tampoco se descartan como solución para edificios de viviendas. También decir que es una solución que se suele utilizar más para reformas de cubiertas y naves industriales.

Este tipo de paneles, nos permiten un rápido montaje y una variedad de acabados, el propio del panel, con una amplia gama o para revestir.

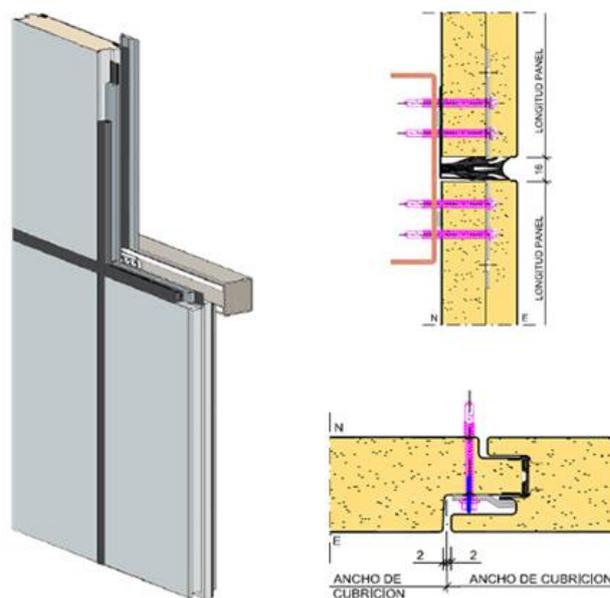


Figura 2.14 Detalle panel aislante. Fuente: tecnopanel.cl

El espesor del panel, vendrá definido por la necesidad de aislamiento del edificio, y por las características mecánicas del propio panel en cuanto a resistencias por metro lineal, aunque al estar más indicado para reformas de vivienda aislada no debería ser problema, es un aspecto a tener en cuenta.

F.HS.8

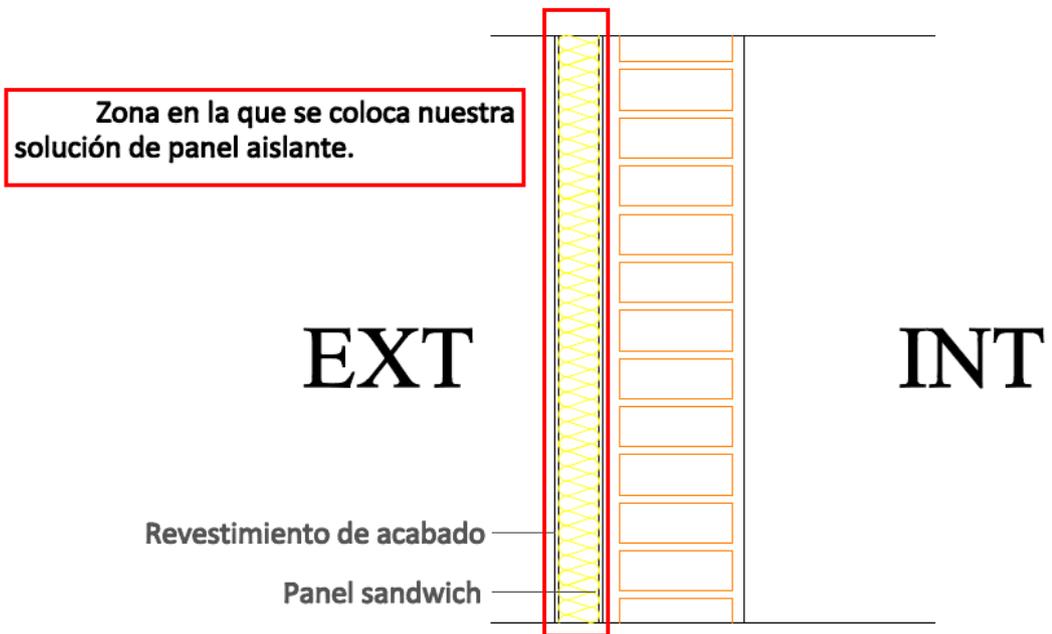


Figura 2.15 Detalle solución exterior con panel aislante tipo sandwich.

REVESTIMIENTO CON MORTERO TERMOAISLANTE.

Por último realizamos la reforma de fachada con un mortero termoaislante con gran capacidad de aislamiento tanto térmico como acústico, aplicado mecánicamente en casi cualquier tipo de superficie. Con una conductividad de 0,05 W/m.k ofrece una buena resistencia térmica.

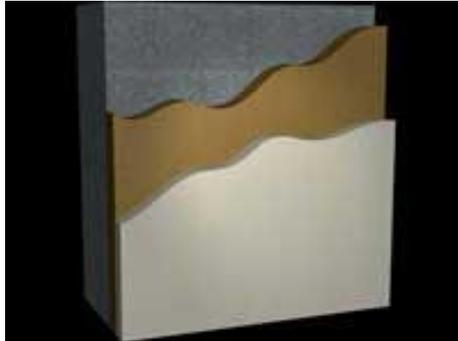


Figura 2.16 Detalle capas mortero. Fuente: weber.es

Deberán realizarse arreglos sobre fisuras existentes en la fachada y una limpieza de la misma para asegurar la estabilidad del revestimiento. El espesor de este sistema, varía entre los 3 y los 8 cm. aplicándose en capas de igual espesor cómo máximo de 4 cm.



Figura 2.17 Detalle proceso constructivo. Fuente: weber.es

Se le aplicará otra capa exterior con un mortero de acabado, mineral o acrílico, que proteja al aislante de las condiciones climáticas.

Vemos esta solución aplicada a un cerramiento de una hoja de bloque de hormigón y a un cerramiento de doble hoja con cámara de aire interior y ladrillo hueco doble como hoja interior. A ambos cerramientos les trasdosamos con placa de yeso laminado directamente sobre el soporte, que mejora las capacidades de resistencia térmica del conjunto.

F.HS.9



Figura 2.18 Detalle solución exterior con mortero termoaislante sobre bloque.

F.HD.LP.C.2

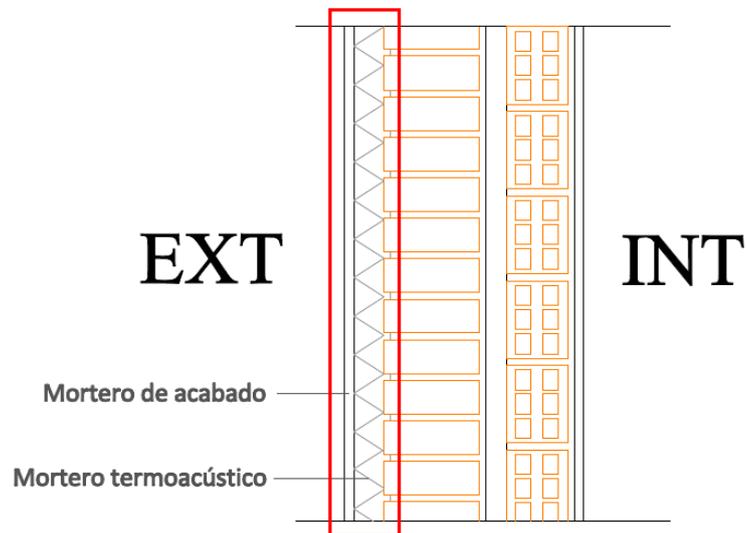


Figura 2.19 Detalle de solución exterior con mortero termoaislante en fachada de doble hoja.

COSTES SOLUCIONES FACHADA

Paralelamente con la búsqueda de soluciones para la reforma de fachadas, se nos encomendó la tarea de buscar un precio aproximado para cada solución que habíamos propuesto. Así que sacamos los presupuestos mediante bases de datos de la construcción. Y a continuación mostramos unos resultados orientativos para cada partida, teniendo en cuenta, que para cada tipo de solución encontramos en el mercado una gran variedad de precios, dependiendo de del tipo de materiales a utilizar y los tipos de acabado de las mismas.

INTRADÓS DE YESO LAMINADO Y AISLANTE

m² Trasdosado auto portante, libre sencillo 60.5/400 (48+12.5) LM45 (designación según ATEDY) de altura máxima 2.30 m, compuesto por una placa de yeso laminado estándar (A según UNE-EN 520+A1) de 12.5 mm de espesor, sobre estructura de perfiles de acero galvanizado de 48 mm de ancho, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical en disposición normal (N), con una separación entre montantes de 400 mm y lana mineral de 45 mm de espesor y conductividad de 0.037 W/mK en su interior; listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
0,280 h	1,00	Oficial 1ª construcción	21,35	5,98
0,28 h	1,00	Peón ordinario construcción	19,90	5,57
1,050 m2	1,00	Placa yeso laminado A 12.5mm	4,57	4,80
0,900 m	1,00	Cnl rail 48mm ancho p/pnl yeso	1,19	1,07
2,800 m	1,00	Montante 48 p/tab yeso laminado	1,43	4,00
0,800 m	1,00	Banda acústica 45 mm	0,30	0,24
15,000 u	1,00	Tornillo 25mm p/pnl yeso	0,01	0,15
5,000 u	1,00	Tornillo autoperforante 13 mm p/PYL	0,02	0,10
0,330 kg	1,00	Pasta junta panel yeso s/cinta	1,00	0,33
1,400 m	1,00	Cinta p/juntas PYL	0,07	0,10
1,050 m2	1,00	MW 0.037 e 45mm interior/sob perfilería	7,26	7,62
0,02	1,00	Costes Directos Complementarios	22,34	0,45
				30,41€/m²

PANEL AISLANTE TIPO SANDWICH

m² Cerramiento de fachada con panel sandwich aislante, fabricado en continuo formados por dos paramentos metálicos de chapa lisa de acero prelacado, de espesor exterior 0.60 e interior 0.50 mm, alma aislante de poliuretano, de conductividad térmica 0.026 W/(m.K), espesor de panel 40mm y ancho de panel 1100mm, con diseño de la junta que oculta las fijaciones, colores blanco, crema, gris, rojo, cobre, azul, verde y madera, incluso replanteo, mermas, cubrejuntas, accesorios de fijación y estanquidad.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
0,21 h	1	Oficial de 1ª	19,41	4,08
0,21 h	1	Especialista de metal	18,55	3,9
1,00 m2	1	Panel sndwich acero 0,60-0,50	42,13	42,13
8 ud	1	Tornillo autr. 6,5x130 a inox	0,87	6,96
2,00 m	1	Junta estanqueidad	1,7	3,4
1,00 m2	1	Enlucido de yeso interior	4,8	4,8
%	0,03	Costes directos compl.	60,47	1,81
				67,08 €/m ²

FACHADA VENTILADA

Escogemos un tipo de fachada ventilada con lo que consideramos un precio medio.

m² Hoja exterior de sistema de fachada ventilada de 1,3 cm de espesor, de baldosa de gres porcelánico, de gran formato, para fachadas, serie Madera, modelo Yosemite "KERABEN SYSTEMS", acabado Arce, de 100x50x1,3 cm, colocado con junta corrida y grapa vista, con p/p de perfilería compuesta por ménsula de anclaje, perfil vertical, pletina de anclaje, pernos y tornillos.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
1,05 m2	1	Baldosa de gres porc, incluido perfilería.	136,7	143,54
1,00 m2	1	Panel rígido lana de roca e=40mm	10,78	10,78
1,308 h	1	Oficial 1ª montador de Fach. ventiladas	15,67	20,5
1,308 h	1	Ayudante montador de Fach. Ventiladas	14,7	19,23
%	0,03	Medios aux.	183,27	5,50
%	0,03	Costes directos	188,77	5,66
				205,21€/m ²

POLIESTIRENO EXPANDIDO BAJO REVOCO

Aislamiento térmico por el exterior en fachadas, con poliestireno expandido (EPS) de 50mm de espesor, con una conductividad térmica de 0.035 W/mK y resistencia térmica 1.45 m²K/W, reacción al fuego Euroclase E, con marcado CE, código de designación EPS-EN 13163 - T1-L1-W1-S1-P3-DS(N)5-BS50, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte del aislante. Capa de enfoscado maestreado con mortero de cemento M-15 y como capa exterior revoco de cemento blanco proyectado.

Aislamiento

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
0,05h	1,00	Oficial 1ª construcción	21,91	1,15
0,05 h	1,00	Peón ordinario construcción	21,90	1,10
1,050 m2	1,00	Panel EPS 0,035 e=50mm	9,36	9,83
0,060 kg	1,00	Puntas 17x70 caja 3kg	1,26	0,08
%	0,01	Costes directos	12,16	0,12
				12,28 €

Enfoscado

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
0,460 h	1,00	Oficial 1ª construcción	21,91	10,54
0,23 h	1,00	Peón ordinario construcción	21,90	5,04
0,001 m3	1,00	Pasta de cemento 1:1 CEM II/B 32,5 N	151,01	0,15
0,017 m3	1,00	Mortero de cem. M-15 man	118,87	2,02
%	0,02	Costes directos	17,75	0,36
				18,11 €

Revoco

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
0,50 h	1,00	Oficial 1ª construcción	21,91	11,46
0,25 h	1,00	Peón ordinario construcción	21,90	5,57
0,0015 m3	1,00	Mortero de cem bl M-7,5 man	134,86	2,02
%	0,02	Costes directos	19,05	0,38
				19,43 €

TOTAL	49,82 €/m ²
-------	---------------------------

POLIESTIRENO EXTRUIDO PARA REVESTIR

Aislamiento térmico por el exterior de fachadas con cámara de aire ventilada, con poliestireno extruido (XPS) de 50mm de espesor, mecanizado lateral machihembrado y superficie lisa, con una conductividad térmica de 0.034 W/mK y resistencia térmica 1.50 m²K/W, reacción al fuego Euroclase E, código de designación XPS-EN 13164 - T1-CS(10\Y)200-DS(T+)-DS(TH)-DLT(2)5- Tr100-FT1, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte del aislante.

Revestimiento de paramentos exteriores con mortero monocapa para la impermeabilización y decoración de fachadas, acabado con árido proyectado, color blanco, espesor 15 mm, aplicado mecánicamente, armado y reforzado con malla antiálcalis incluso en los cambios de material.

Aislamiento

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
0,05h	1,00	Oficial 1ª construcción	21,91	1,15
0,05 h	1,00	Peón ordinario construcción	21,90	1,10
1,050 m2	1,00	Panel XPS 0,034 e=50mm	14,52	9,83
0,100 L	1,00	Adhesivo p/panel aisl y coquilla	11,46	1,15
%	0,01	Costes directos	18,65	0,19
				13,42 €

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
0,323 h	1,00	Oficial 1ª revocador	15,67	5,06
0,252 h	1,00	Peón especializado revocador	14,89	3,75
17,00 kg	1,00	Mortero monocapa para fachadas	0,40	6,80
1,26 m2	1,00	Malla de fibra de vidrio, de 10x10 mm	2,41	3,04
1,25 m	1,00	Perfil de PVC para formación de aristas	0,37	0,46
15kg	1,00	Árido de mármol, de machaqueo	0,13	1,95
0,231 h	1,00	Mezcladora-bomb. para mort. proyectado	7,95	1,84
%	0,02	Costes directos	22,90	0,46
				23,36 €

TOTAL	36,78 €/m ²
-------	---------------------------

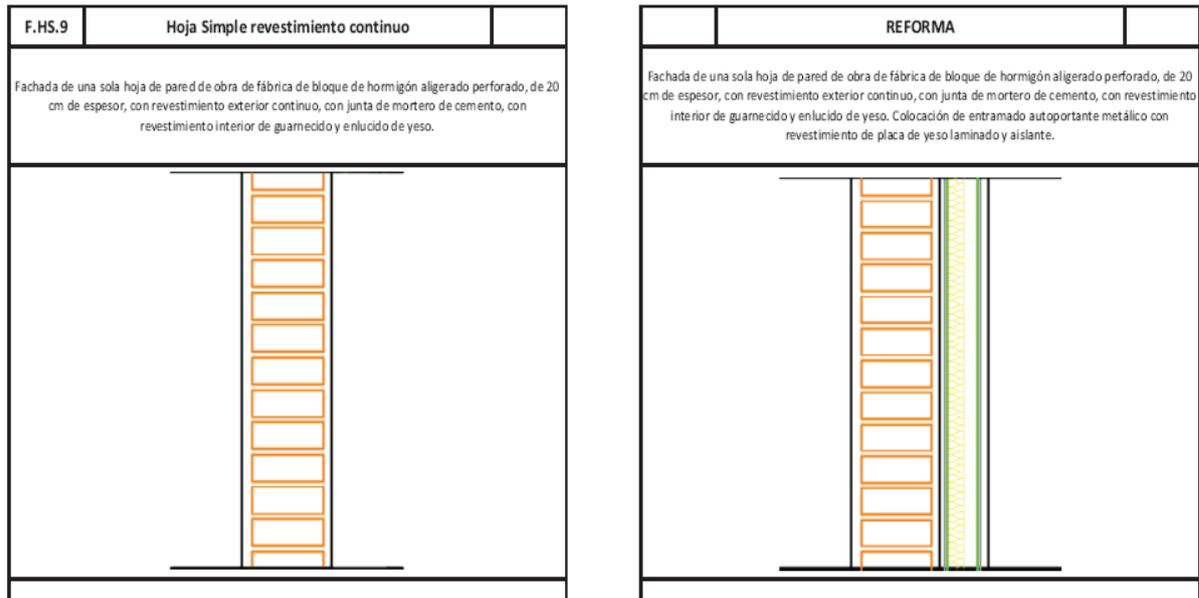
MORTERO TERMOAISLANTE

Revestimiento de fachada con mortero termoaislante proyectado, con una conductividad térmica de 0,05W/m.K con un espesor de 50 mm, acabado con revoco granítico sobre el que se proyecta árido con granulometría entre 3 y 4 mm.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
0,50 h	1,00	Oficial 1ª construcción	22,91	11,45
0,50 h	1,00	Peón especializado construcción	21,90	10,95
10,50 kg	1,00	Mortero aislante termoacústico	2,25	23,63
1,26 m2	1,00	Malla de fibra de vidrio, de 10x10 mm	2,41	3,04
1,00 m2	1,00	Revoco	12,28	12,28
0,231 h	1,00	Mezcladora-bomb para mort proyectado	7,95	1,84
%	0,02	Costes directos	63,19	1,26
				64,45 €/m ²

En base a estos precios y similares, realizamos un archivo con fichas técnicas en los que se incluían para cada tipo de fachada los diferentes tipos de reforma y el precio aproximado de las mismas. A continuación vemos un ejemplo de una de las fichas.

PFG: Herramienta de evaluación energética en edificios.



PRESUPUESTO ORIENTATIVO

35,53 € m²

EFPY.6aaab m2

Trasdosado autoportante formado por placa de yeso laminado de 15mm de espesor, sobre estructura galvanizada autoportante de U 30x30x0,6mm, como elemento horizontal y maestra de 60x27x0,6mm como elemento vertical con una separación entre ejes de 60cm, listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas roturas y accesorios de fijación y limpieza.

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOA.8a	0,300	h	Oficial de 1º construcción	22,12	6,636000
MOOA12a	0,300	h	Peón ordinario construcción	21,14	6,342000
PFPC.1ae	1,050	m2	PiYL normal 15mm	5,49	5,764500
PFPP11a	2,300	m	Maestra f/ pl yeso 70x0,60mm	2,6	5,980000
PFPP15a	20,000	u	Tomillo 25mm p/pnl yeso	0,01	0,200000
PFPP16a	1,270	u	Ángulo a 50x35x60mm p/pnl yeso	0,59	0,749300
PFPP.5a	1,500	m	Banda papel microperforado	0,04	0,060000
PFPP.8b	0,400	kg	Pasta junta panel yeso c/cinta	3,32	1,328000
PFPP.7a	0,300	kg	Pasta ayuda panel yeso	1,56	0,468000
%	0,020		Costes Directos Complementarios	27,53	0,550600

IMPORTE ESTIMADO

28,078400 €

ENTD.1aad m2 Aisl divs MW 0,037 50mm

Aislamiento térmico en tabiques con entramado metálico, con lana mineral (MW) de 50mm de espesor, con conductividad térmica de 0.038 W/mK y resistencia térmica 1.35 m2k/W, reacción al fuego Euroclase A1, con código de designación MW-EN 13162-T3-WS-MU1-AW0,70-Afr5 según norma UNE-EN 13162:2002.

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOA.8a	0,05	h	Oficial de 1º construcción	21,35	1,0675
MOOA12a	0,05	h	Peón ordinario construcción	19,9	0,995
PNTL.7add	1,05	m2	MW 0.037 e50 mm	3,1	3,255
PNTW36a	1,5	m	Cinta papel Kraft autoadhesiva	0,61	0,915
PBUA.9a	0,1	l	Adhesivo p/panel aisl y coquilla	11,46	1,146
%	0,01		Costes Directos Complementarios	7,4	0,074

IMPORTE ESTIMADO

7,452500 €

Figura 2.20 Ficha con reforma tipo y coste de ejecución

3. APLICACIÓN WEB

En principio se diferencia entre el tipo de usuario de la aplicación, así tenemos:

Administración pública: Permitiéndole la priorización en la concesión de ayudas, primando en las más eficientes energética y económicamente. Y el análisis integral de barrios para dirigir actuaciones energéticas.

Proyectista: Acceso a bases de datos del portal web. Cuantificación energética de forma rápida y efectiva, aparte de mantenerse actualizado en cuanto a soluciones constructivas.

Constructor / Promotor / Fabricante: Se tendrá la herramienta como un espacio para dar visibilidad a sus productos y servicios. Acceso a información sobre novedades en el sector de la rehabilitación y detección de clientes potenciales.

Usuario del edificio: Información sobre la situación energética de su edificio, estimación del ahorro energético y económico. Concienciación sobre el potencial de ahorro.

DEFINICIÓN DEL MARCO DEL PROYECTO

Para la realización de la aplicación, se necesitó definir los parámetros a incluir en dicha programa y se diferenció en tres partes:

- Creación de escenarios
- Clasificación de técnicas actuales
- Legislación y normativa de aplicación.

Creación de escenarios

La creación de escenarios, es la fase en la que definimos nuestro edificio, en este caso se divide en tres partes: Zonificación climática, clasificación de los edificios existentes según su uso y sistema constructivo.

Para la definición de la zonificación climática, el usuario de la aplicación tendrá en el programa, simplemente que introducir la dirección del edificio objeto de estudio y podrá hacerlo escribiendo la dirección, o buscando directamente sobre el mapa del catastro que se facilita en dicha aplicación. Para que de esta manera el programa tenga datos de esa dirección previamente se ha realizada un trabajo de creación de mapas climáticos utilizando los mapas mensuales y estacionales de temperatura, humedad, precipitación, insolación, de todas las zonas del espacio que se incluyen en la aplicación y de esta manera queda definido perfectamente todas las localizaciones posibles.



Figura 3.1 Zonificación climática en la aplicación. Fuente: e4rsim2.aidico.es

En la clasificación de los edificios existentes, se definirá la forma, el uso y el sistema constructivo de dicho edificio.

De esta manera el programa dispondrá de una gran cantidad de datos con gran importancia para el cálculo del consumo energético de dicho edificio. Empezando por el uso del mismo y diferenciando entre residencial o dotacional/servicios ya que existen grandes diferencias en cuanto a datos de consumos entre unos y otros.

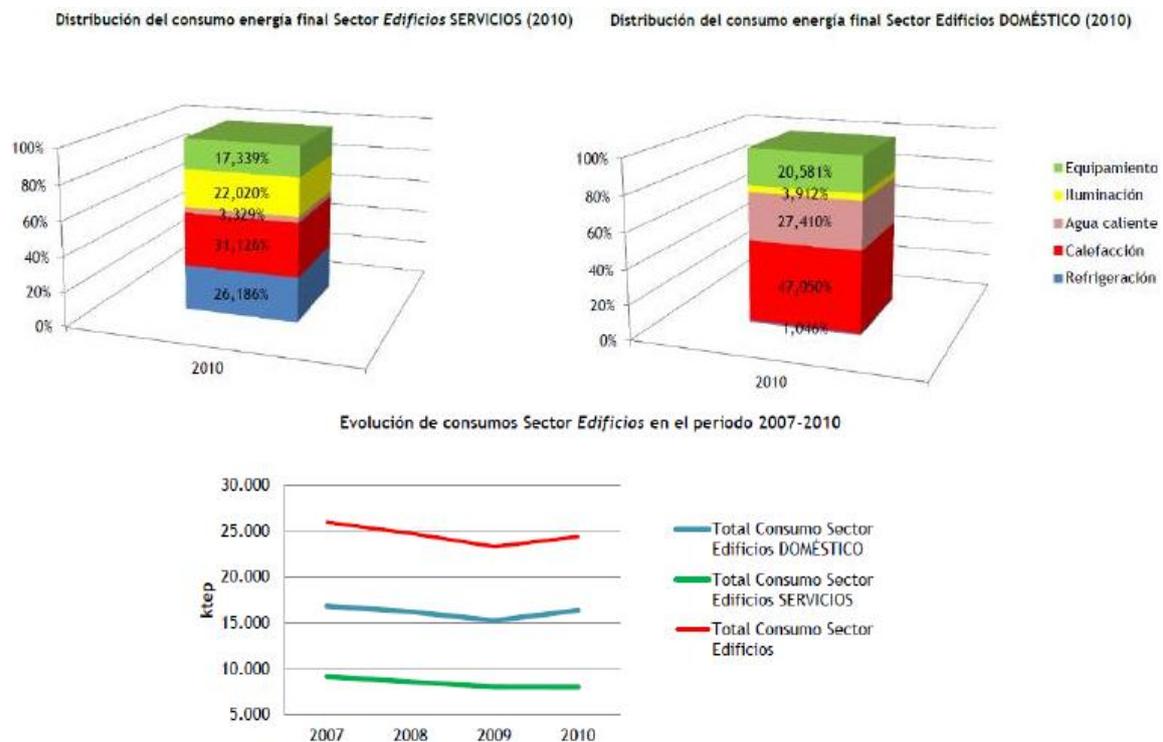


Figura 3.2 Gráficos de consumo dependiendo del uso del edificio

Dentro de la tipología edificatoria se define la forma del edificio, diferenciando nuestro edificio entre volumen adosado o volumen aislado y dentro de éstos si es una edificación pareada, adosada en hilera, bloque, torre, vivienda unifamiliar aislada, datos con los que el programa es capaz de crear virtualmente las condiciones del edificio en general, o de la vivienda a estudiar diferenciándola de las demás dependiendo de si esta en un primer piso, en piso intermedio, en planta baja.

Para la definición del sistema constructivo, se incide en los elementos de la envolvente del edificio, como son la fachada, huecos cubierta y forjados. La base de datos de la aplicación dispone de una serie de datos obtenidos mediante la utilización de unas fichas técnicas de elementos constructivos, para cada una de las partes de la envolvente del edificio, así tenemos estos datos que nos indican una serie de tipologías organizadas por periodos de tiempo, incluyendo datos de espesores, conductividades y resistencias térmicas necesarios para el cálculo del consumo de un edificio.

Clasificación de las técnicas actuales

Esta es la fase en la que se incluyen la lista de acciones de rehabilitación existentes y su compatibilidad de uso en los edificios objeto de estudio. De esta manera, se crea y se ordena una base con todas las acciones de manera que resulta mas fácil de organizar y de recomendar una solución u otra.

Dentro de la lista de acciones de rehabilitación, se divide en tres partes, acciones sobre la envolvente del edificio, equipos y energías renovables. Dentro de las acciones en la envolvente, se refieren al tipo de soluciones que se dan para el caso de cerramientos, huecos y protecciones solares y se crean una serie de fichas que engloban distintos tipos de soluciones para los casos citados anteriormente, así por ejemplo nos encontramos como soluciones para el cerramiento con diferentes tipos de aislamientos, con espesores y coeficientes de resistencia térmica de todo tipo, que abarcan una gran parte del mercado actual, se incluyen también soluciones mejoradas para huecos como son ventanas de pvc de doble acristalamiento de bajo coeficiente térmico acordes para cualquier tipo de hueco y por último protecciones solares para la mejora sobre todo en zonas de clima cálido y para huecos en fachadas sur y oeste.

Tras la lista de acciones se realiza una lista de compatibilidad de éstas con las tipologías elegidas, quedando de esta manera unas fichas con las soluciones mas adecuadas para cada tipo de solución constructiva y para cada tipo de estado de dicha solución.

Código_tipo	Puesto	Estado inicial	Recomendación de trabajos	Recomendación de trabajos
MI1	fachadas	no aislados/ U=2 (W/m ² ·K)	ATI de 10 cm con R =3,1 (m ² ·K/W) sin barrera de vapor	1
MI1		no aislados/ U=2 (W/m ² ·K) aislados por el interior/ 6cm U=0,53 (W/m ² ·K)	ATE de 20 cm con R =5,5 (m ² ·K/W)	2
MI1	cubierta	desván acondicionado no aislados/ U=2 (W/m ² ·K) desván acondicionado aislados / 6cm U=0,54 (W/m ² ·K)	22 cm de lana mineral con R= 6,2 (m ² ·K/W) - desván acondicionado	2
MI1		tejados perdidos aislados/ 10cm los paneles U=0,36 (W/m ² ·K)	≥30 cm de uno aislante con R≥7,5-tejados	2

Figura 3.3 Ejemplo de ficha final. Fuente Aidico.es

Legislación y normativa de aplicación.

En este punto se hace hincapié en las directivas europeas en eficiencia energética y en la normativa europeas relativas a la eficiencia energética y en el cumplimiento de los componentes principales de dichas directivas. La directiva 2010/31/EU incide en:

-La reducción de un 20% del consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero.

-Otro 20% incrementado del uso de energías renovables con carácter obligatorio un 20 % como mínimo hasta 2020.

-Destaca los conceptos que se establecen y que deberán incorporar en el futuro los edificios, nuevos y existentes, destacando: “Edificios de consumo casi nulos” y “Nivel óptimo de rentabilidad”

Se implementan y se traducen las normas pertinentes:

EN ISO 6946: “Componentes y elementos de los edificios, resistencia térmica y transmitancia térmica, método de cálculo.”

EN ISO 13370: “Rendimiento térmico en edificios, transferencia de calor a través del suelo, método de cálculo.”

EN ISO 10077-1 “Rendimiento térmico en ventanas puertas y persianas, cálculo de transmitancia térmica.”

EN ISO 13789 “Rendimiento térmico en edificios, coeficiente de pérdidas por transmisión, método de cálculo.”

EN ISO 14683 “Puentes térmicos en edificios en la construcción de edificios, transmitancia térmica lineal, método simplificado y valores por defecto.”

EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE ESCENARIOS

Tras todas las directrices indicadas hasta ahora la función de esta herramienta para el cálculo se define mediante este esquema, en el que se muestra su forma de trabajo.

ESCENARIOS Tipo1

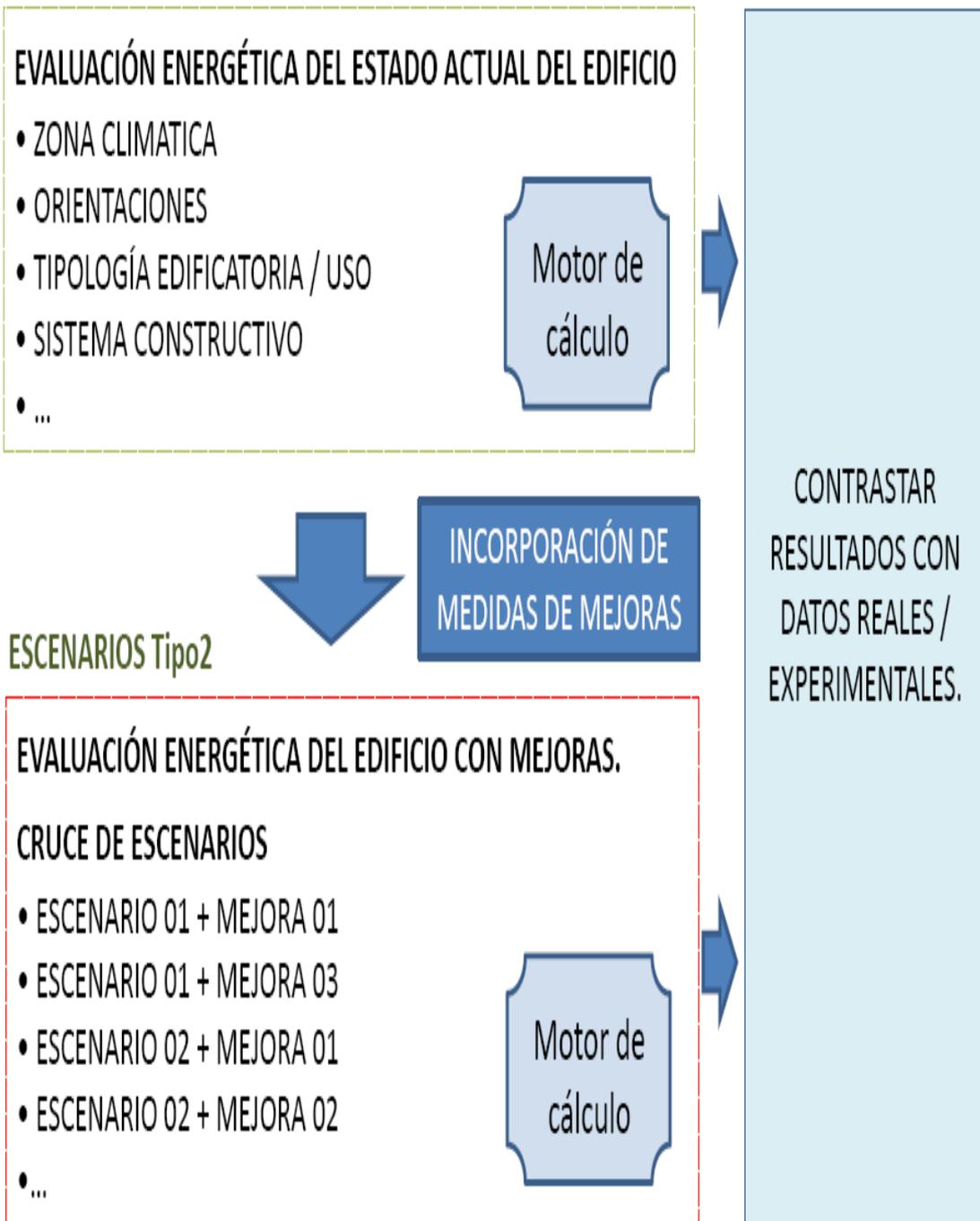


Figura 3.4 Evaluación de escenarios. aidico.es

4. ANEXOS

En el apartado de anexos se incluirán la mayoría de las imágenes y detalles constructivos realizados en la realización de las prácticas que dan forma a este proyecto.

POWERPOINT

Creación del archivo PowerPoint, a continuación se muestran todas las páginas realizadas para configuración de nuestra vivienda a través este archivo.

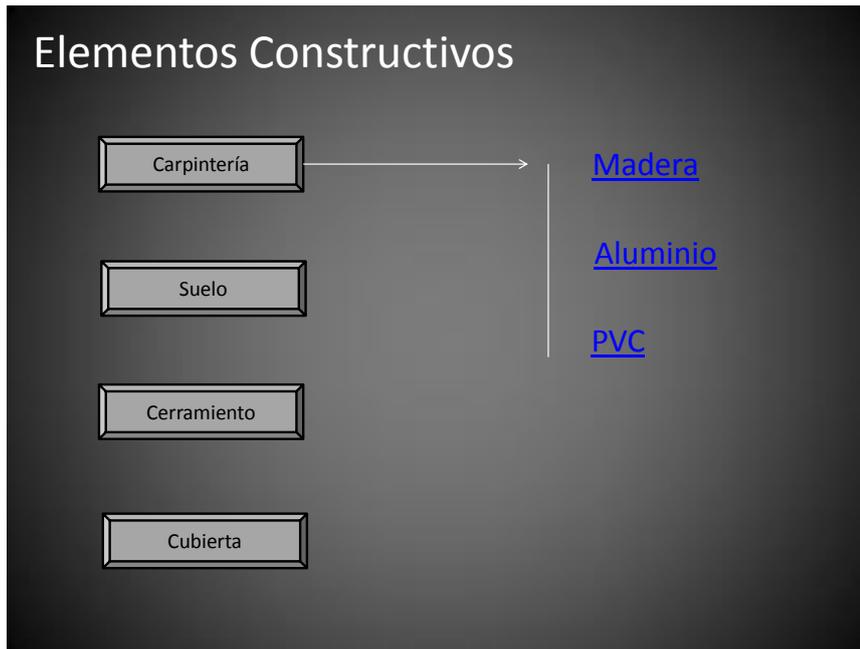


Figura 4.1 Elementos Constructivos

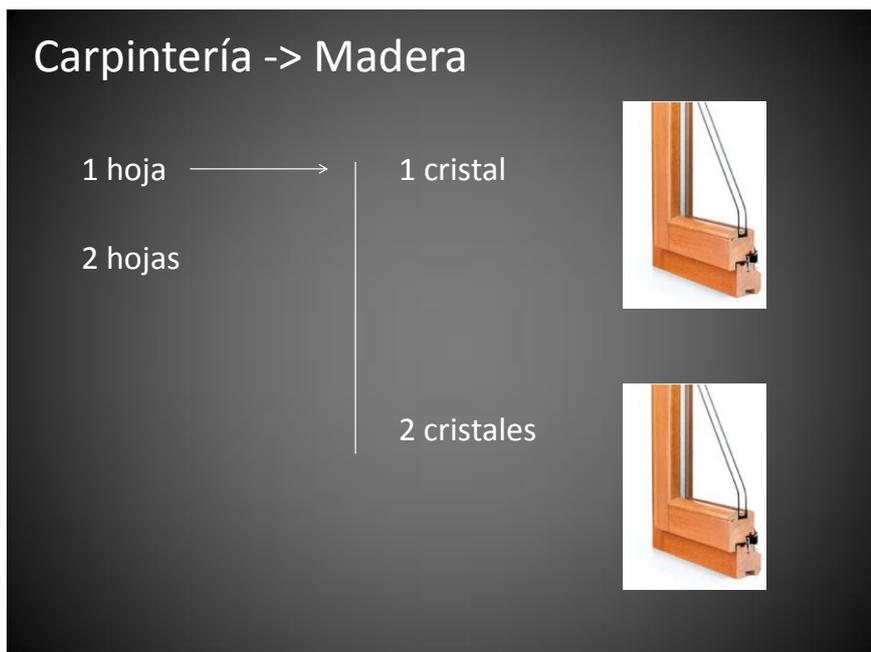


Figura 4.2 Carpintería madera

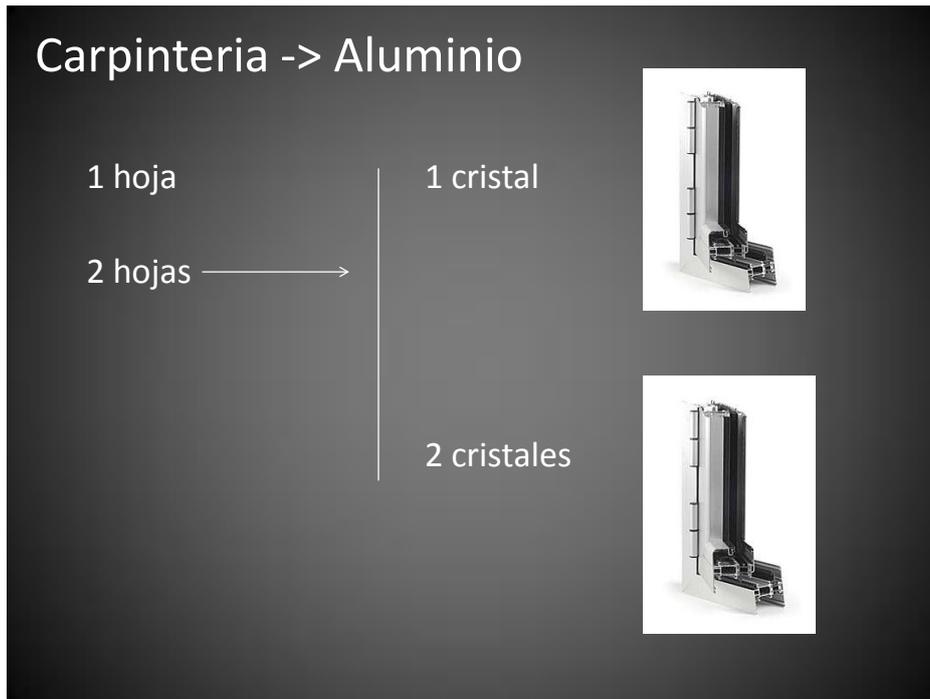


Figura 4.3 Carpintería aluminio

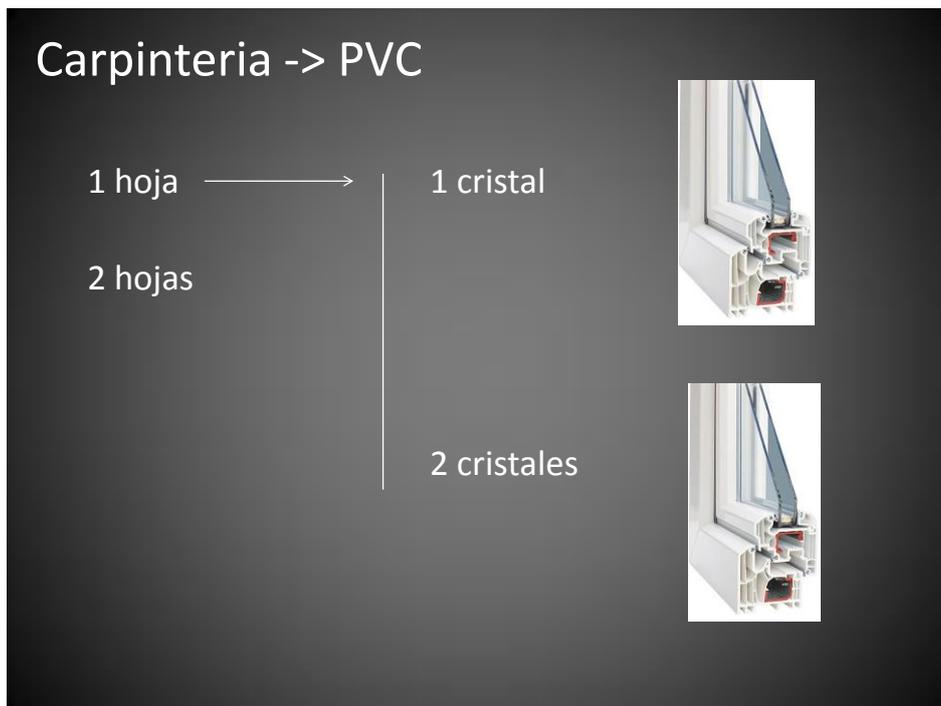


Figura 4.4 Carpintería PVC



Figura 4.5 Suelos

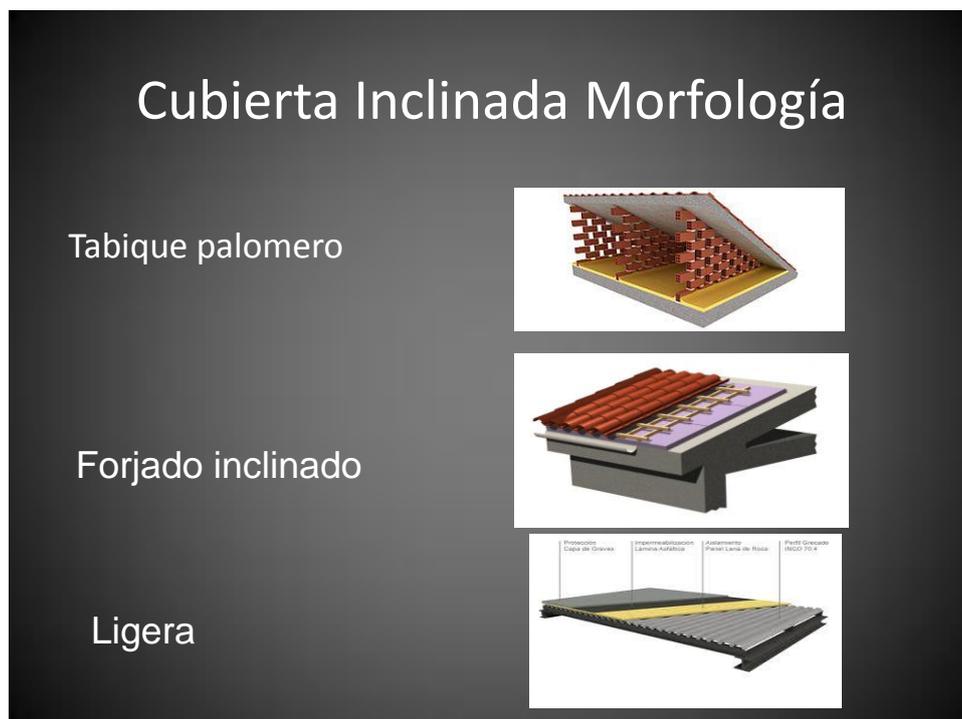


Figura 4.6 Cubierta inclinada morfología

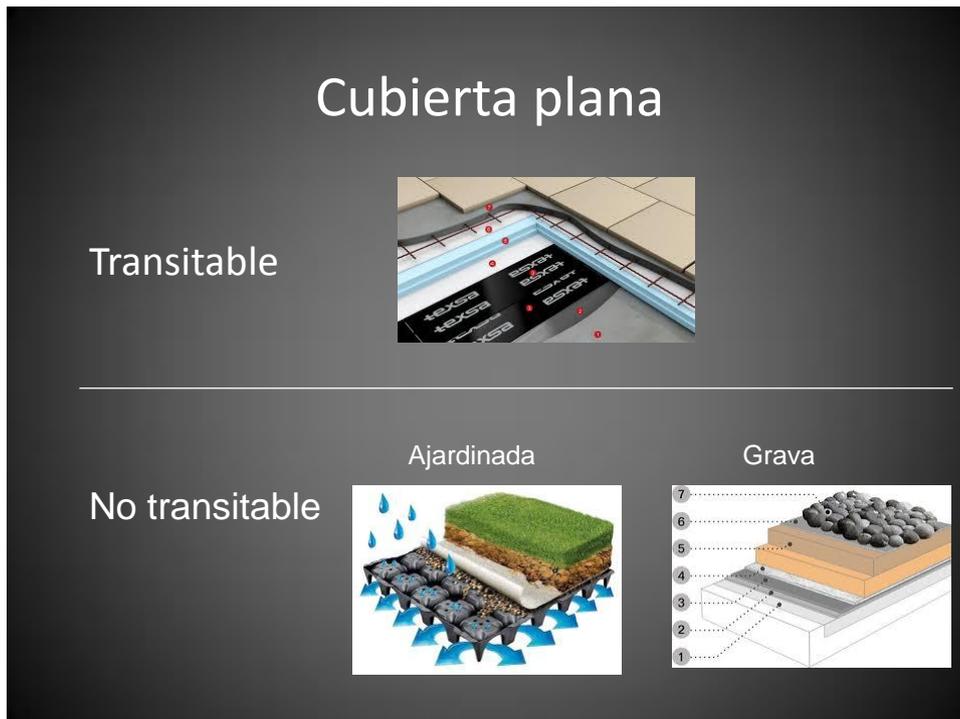


Figura 4.7 Cubierta plana

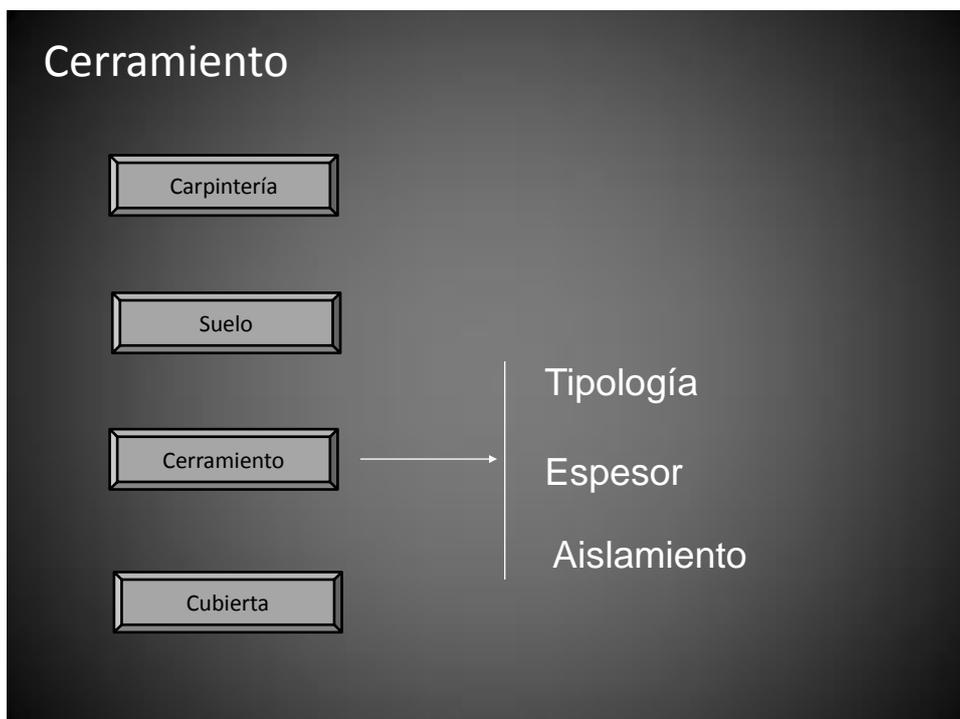


Figura 4.8 Cerramiento

Cerramiento > Tipología

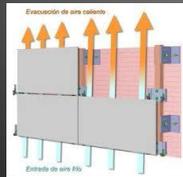
Caravista



Revestida



Ventilada



Bloque



Figura 4.9 Cerramiento tipología

EXCELL DE TIPOLOGÍA DE CERRAMIENTOS

Vemos a continuación la tabla Excel, a partir de la cual, se facilitaría la elección de materiales en la formación del cerramiento, para el usuario de la aplicación y que llevaría a una base de datos con las distintas soluciones de fachada existentes.

Tipologia Cerramiento	Tipologia Carpinteria	Tipologia Intrados		
Ladrillo	Madera	Placa Yeso Laminado		
¿Ladrillo Revestido? Si/No no				
¿Existe camara de aire? si				
Tipologia Resultante				
Caravista	sin revestir	con intrados de placa de yeso laminado	y carpinteria de madera	con aislamiento y camara de aire

ENUMERACIÓN DE SOLUCIONES DE CERRAMIENTO

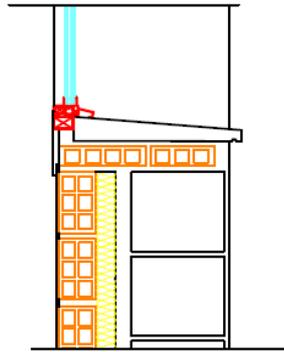
A continuación se muestran algunas de las múltiples soluciones posibles para el cerramiento:

Bloque sin revestir con intradós de ladrillo hueco y carpintería de aluminio con aislamiento y cámara de aire
Bloque sin revestir con intradós de ladrillo hueco y carpintería de aluminio con aislamiento y sin cámara de aire
Bloque sin revestir con intradós de ladrillo hueco y carpintería de PVC con aislamiento y cámara de aire
Bloque sin revestir con intradós de ladrillo hueco y carpintería de PVC con aislamiento y sin cámara de aire
Bloque revestido con intradós de ladrillo hueco y carpintería de madera con aislamiento y cámara de aire
Bloque revestido con intradós de ladrillo hueco y carpintería de aluminio con aislamiento y cámara de aire
Bloque revestido con intradós de ladrillo hueco y carpintería de aluminio con aislamiento y sin cámara de aire
Bloque revestido con intradós de ladrillo hueco y carpintería de PVC con aislamiento y cámara de aire
Bloque revestido con intradós de ladrillo hueco y carpintería de PVC con aislamiento y sin cámara de aire
Bloque sin revestir con intradós de placa de yeso y carpintería de madera con aislamiento y cámara de aire
Bloque sin revestir con intradós de placa de yeso y carpintería de madera con aislamiento y sin cámara de aire
Bloque sin revestir con intradós de placa de yeso y carpintería de aluminio con aislamiento y cámara de aire
Bloque sin revestir con intradós de placa de yeso y carpintería de aluminio con aislamiento y sin cámara de aire
Bloque sin revestir con intradós de placa de yeso y carpintería de PVC con aislamiento y cámara de aire
Bloque sin revestir con intradós de placa de yeso y carpintería de PVC con aislamiento y sin cámara de aire
Bloque revestido con intradós de placa de yeso y carpintería de madera con aislamiento y cámara de aire
Bloque revestido con intradós de placa de yeso y carpintería de madera con aislamiento y sin cámara de aire
Bloque revestido con intradós de placa de yeso y carpintería de aluminio con aislamiento y cámara de aire
Bloque revestido con intradós de placa de yeso y carpintería de aluminio con aislamiento y sin cámara de aire
Bloque revestido con intradós de placa de yeso y carpintería de PVC con aislamiento y cámara de aire
Bloque revestido con intradós de placa de yeso y carpintería de PVC con aislamiento y sin cámara de aire

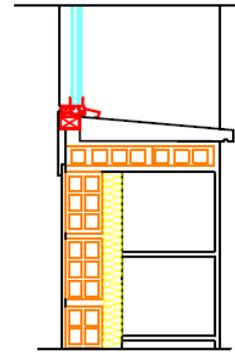
Caravista con intradós de ladrillo hueco y carpintería de madera con aislamiento y cámara de aire
Caravista con intradós de ladrillo hueco y carpintería de madera con aislamiento y sin cámara de aire
Caravista con intradós de ladrillo hueco y carpintería de aluminio con aislamiento y cámara de aire
Caravista con intradós de ladrillo hueco y carpintería de aluminio con aislamiento y sin cámara de aire
Caravista con intradós de ladrillo hueco y carpintería de PVC con aislamiento y cámara de aire
Caravista con intradós de ladrillo hueco y carpintería de PVC con aislamiento y sin cámara de aire
Ladrillo revestido con intradós de ladrillo hueco y carpintería de madera con aislamiento y cámara de aire
Ladrillo revestido con intradós de ladrillo hueco y carpintería de madera con aislamiento y sin cámara de aire
Ladrillo revestido con intradós de ladrillo hueco y carpintería de aluminio con aislamiento y cámara de aire
Ladrillo revestido con intradós de ladrillo hueco y carpintería de aluminio con aislamiento y sin cámara de aire
Ladrillo revestido con intradós de ladrillo hueco y carpintería de PVC con aislamiento y cámara de aire
Ladrillo revestido con intradós de ladrillo hueco y carpintería de PVC con aislamiento y sin cámara de aire
Caravista con intradós de Placa de yeso y carpintería de madera con aislamiento y cámara de aire
Caravista con intradós de Placa de yeso y carpintería de madera con aislamiento y sin cámara de aire
Caravista con intradós de Placa de yeso y carpintería de aluminio con aislamiento y cámara de aire
Caravista con intradós de Placa de yeso y carpintería de aluminio con aislamiento y sin cámara de aire
Caravista con intradós de Placa de yeso y carpintería de PVC con aislamiento y cámara de aire
Caravista con intradós de Placa de yeso y carpintería de PVC con aislamiento y sin cámara de aire
Ladrillo revestido con intradós de Placa de yeso y carpintería de madera con aislamiento y cámara de aire
Ladrillo revestido con intradós de Placa de yeso y carpintería de madera con aislamiento y sin cámara de aire
Ladrillo revestido con intradós de Placa de yeso y carpintería de aluminio con aislamiento y cámara de aire

DETALLES CONSTRUCTIVOS DE CERRAMIENTOS

Explicado anteriormente, se realizaron detalles constructivos para la mayoría de soluciones constructivas de cerramientos, más comunes, disponibles en el mercado. Se muestran a continuación algunas de ellas, no todas las realizadas, englobadas en los diferentes materiales exteriores, como mampostería, ladrillo caravista, bloque de hormigón, cerámico para revestir y fachada ventilada. Luego para cada uno, sus diferentes tipos de hoja interior y sus diferentes tipos de carpintería.

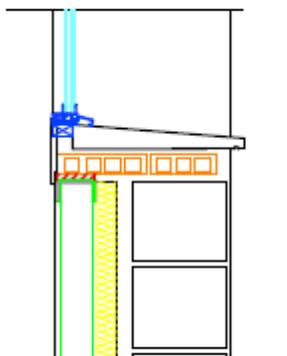


Bloque para revestir, Lh7, aislante y cámara de aire carpintería de aluminio

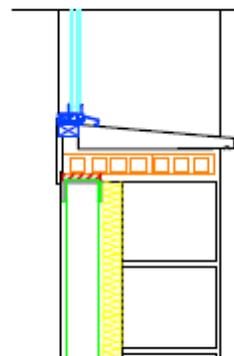


Bloque para revestir, Lh7, aislante y carpintería de aluminio

Figura 4.10 Bloque de hormigón para revestir, hoja interior cerámica, carpintería aluminio

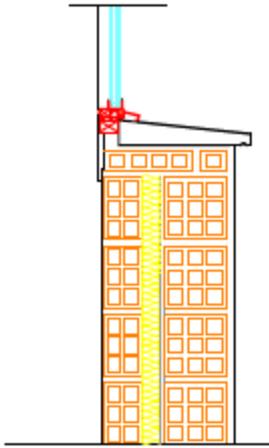


Bloque para revestir, Lh7, aislante y cámara de aire carpintería de pvc

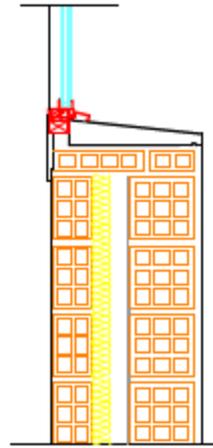


Bloque para revestir, Lh7, aislante y carpintería de pvc

Figura 4.11 Bloque de hormigón para revestir, hoja interior entramado, carpintería pvc

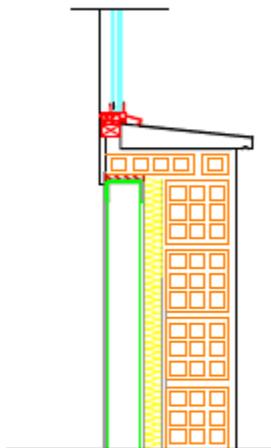


Cerámico para revestir, aislante, LH7 y carpintería metálica

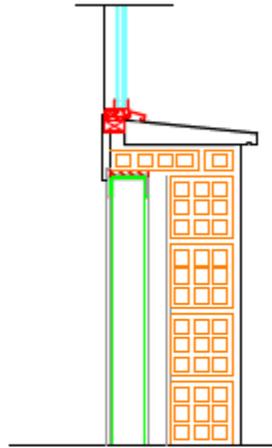


Cerámico para revestir, aislante, cámara de aire LH7 y carpintería metálica

Figura 4.12 Cerámico para revestir, hoja interior cerámica y carpintería metálica



Cerámico para revestir, aislante, entramado y carpintería metálica



Cerámico para revestir, cámara de aire entramado y carpintería metálica

Figura 4.13 Cerámico para revestir, hoja interior entramado, carpintería metálica

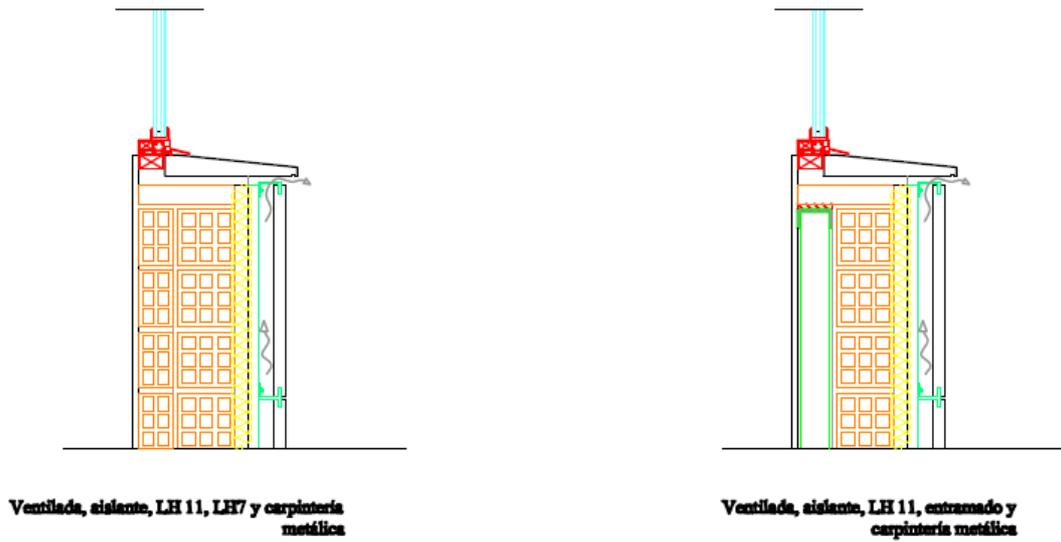


Figura 4.14 Fachada ventilada, carpintería metálica

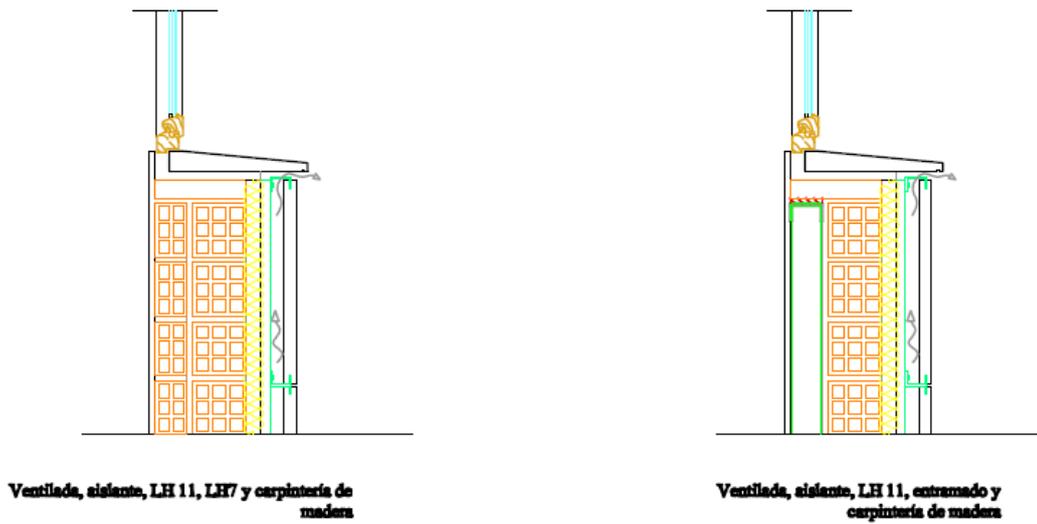
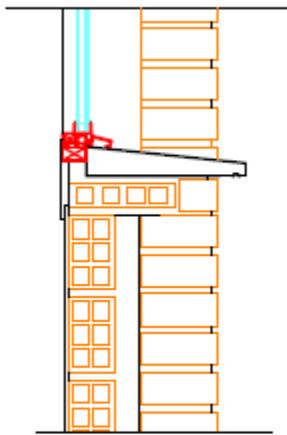
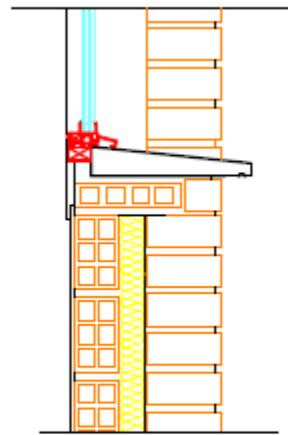


Figura 4.15 Fachada ventilada, carpintería madera

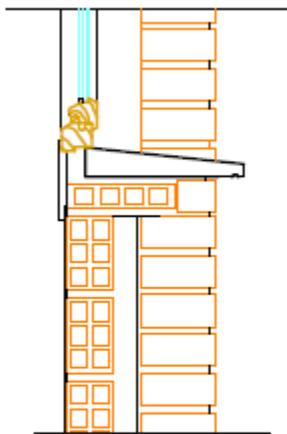


Caravista Lh7 aislante y cámara de aire carpintería de aluminio

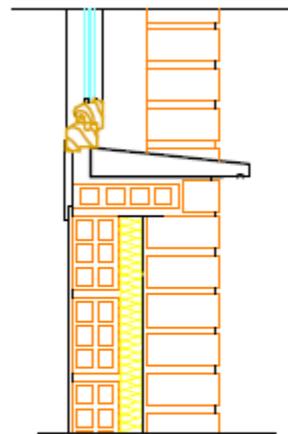


Caravista Lh7 aislante y cámara de aire carpintería de aluminio

Figura 4.16 Ladrillo caravista carpintería metálica



Caravista Lh7 aislante y cámara de aire carpintería de madera



Caravista Lh7 aislante y cámara de aire carpintería de madera

Figura 4.17 Ladrillo caravista, carpintería de madera

REFORMAS

Entramos en el apartado en el que se proponen las soluciones constructivas mas comunes en el caso de que se quiera realzar una reforma en nuestra vivienda. Hemos explicado anteriormente en qué consiste cada solución, en este apartado se muestran algunas de las soluciones realizadas.

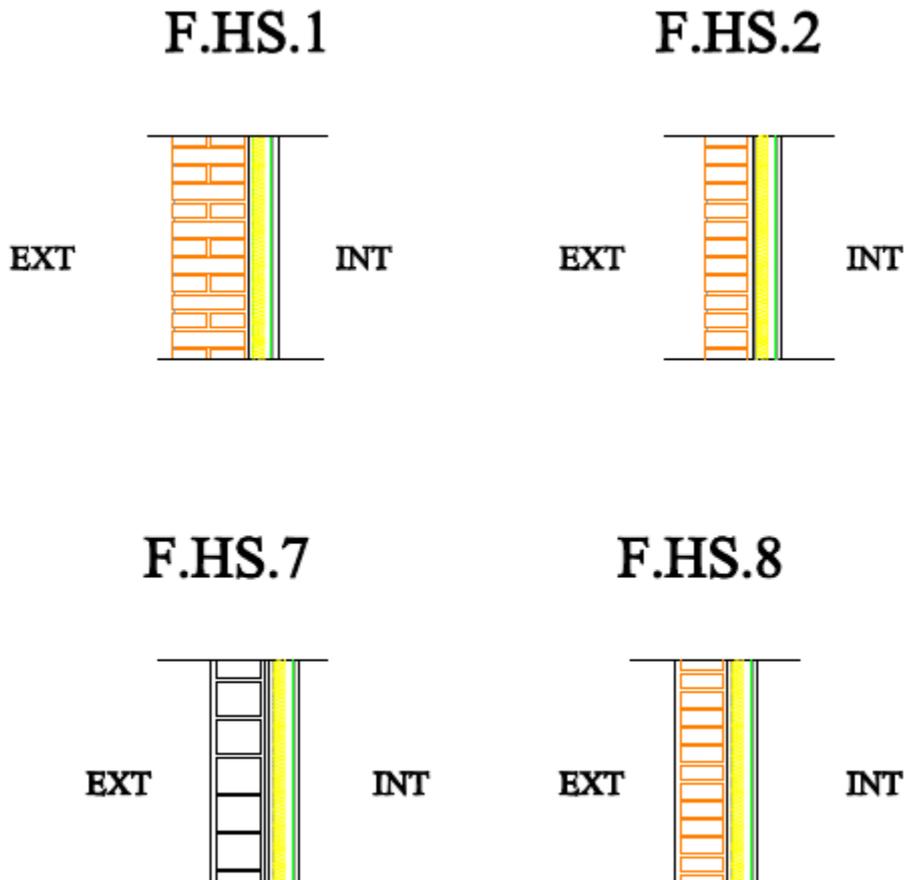


Figura 4.18 Reforma interior con entramado metálico y aislante

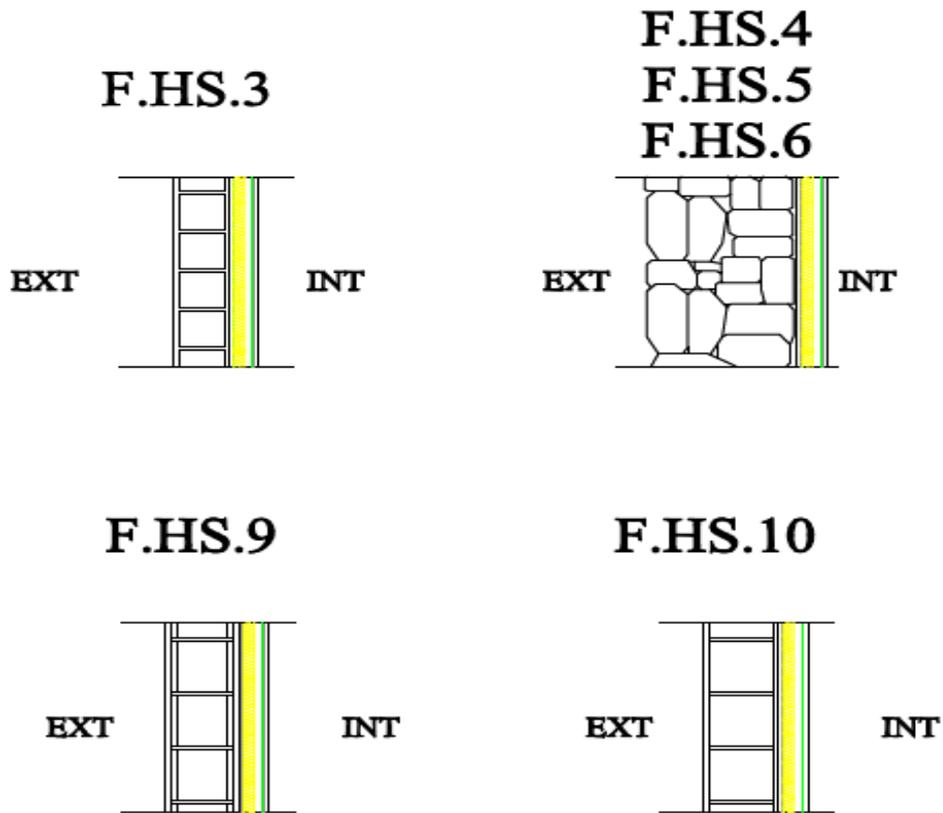


Figura 4.19 Reformas interiores con entramado metálica mas aislante.

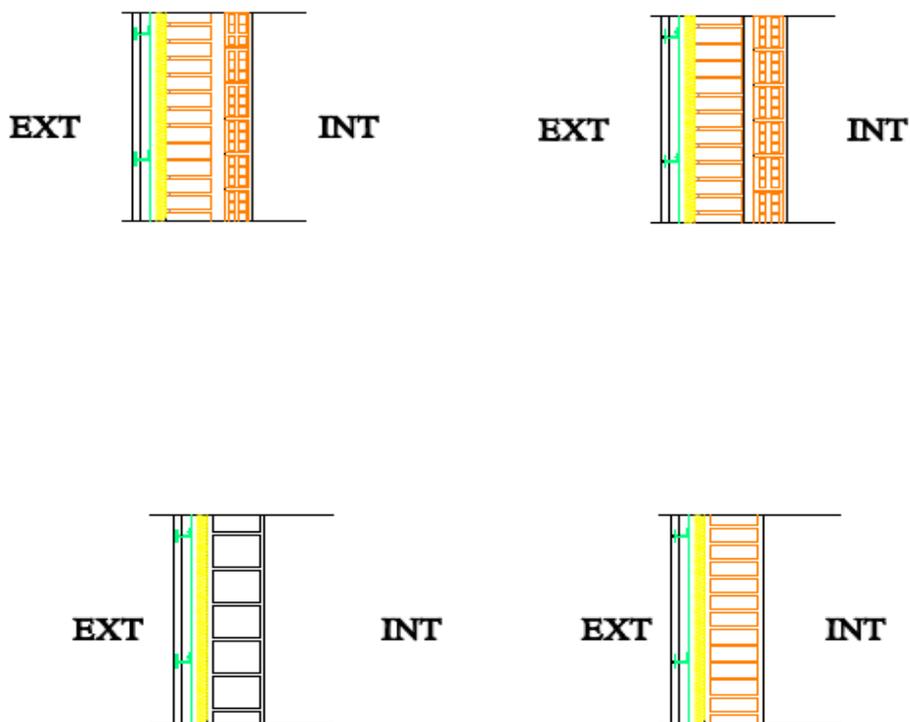


Figura 4.20 Reformas exteriores con fachada ventilada

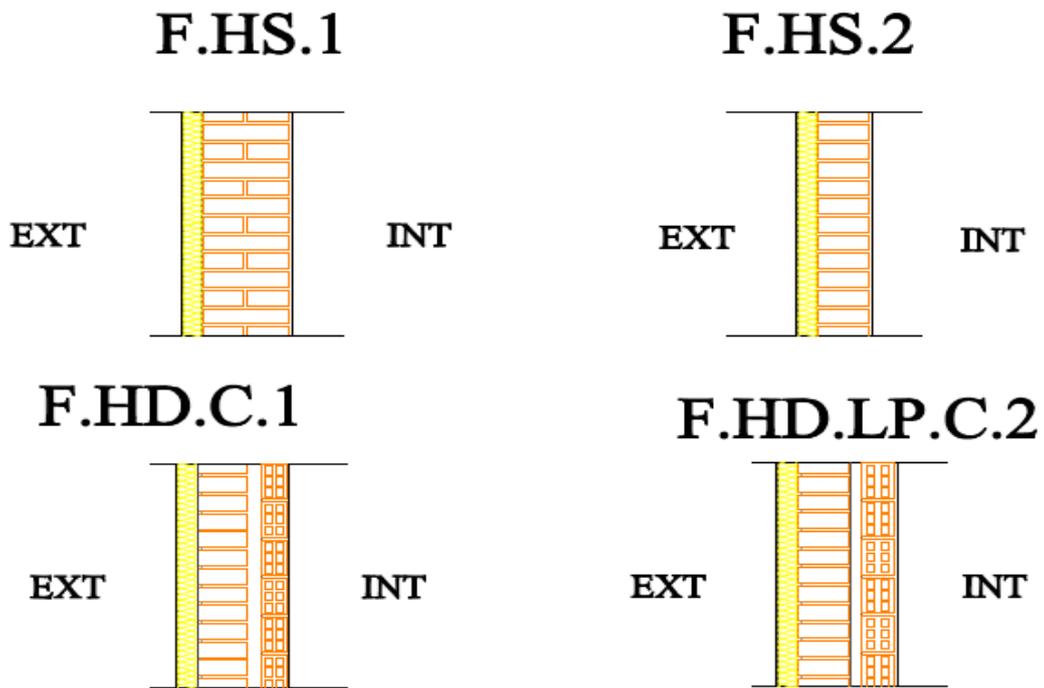


Figura 4.21 Reforma exterior de fachada con panel tipo sandwich

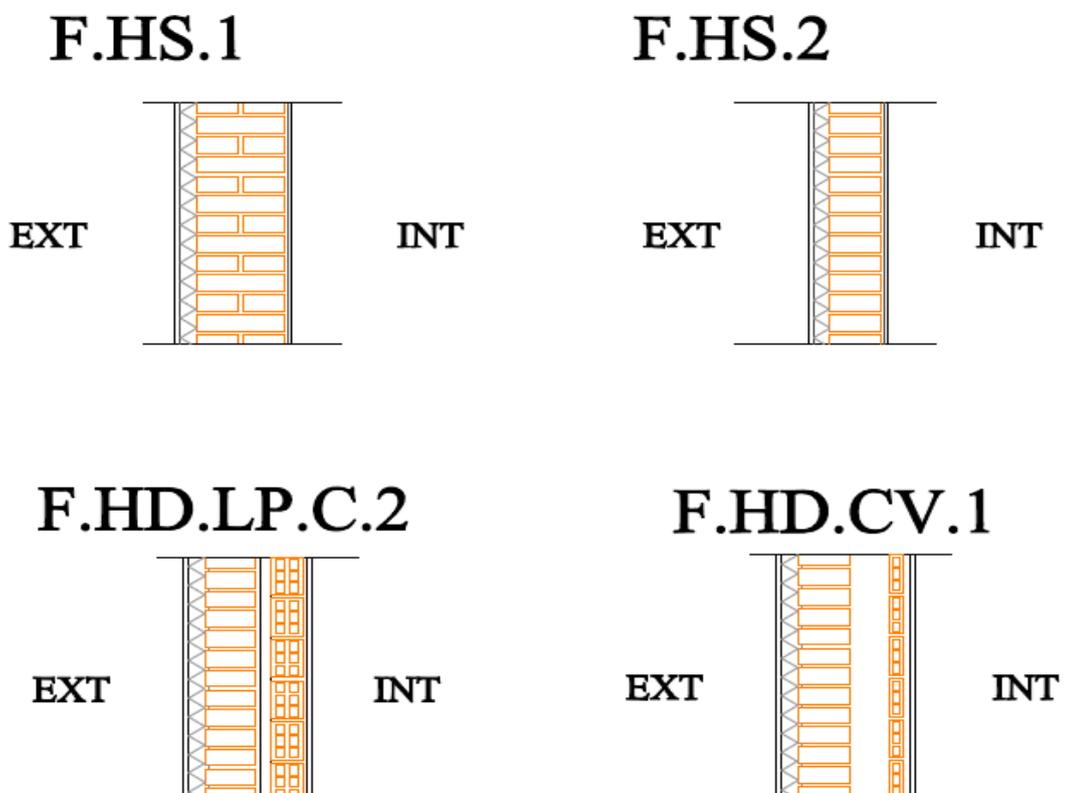


Figura 4.22 Reforma exterior de fachada con mortero termoaislante