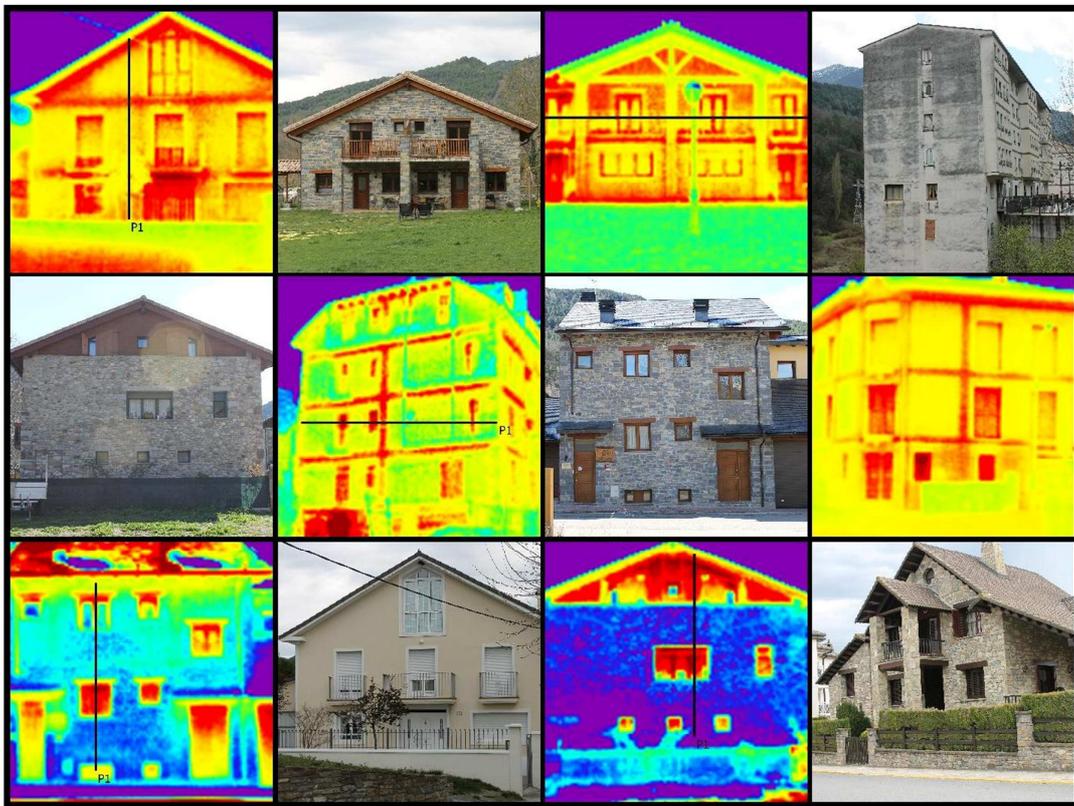


CARACTERIZACIÓN TÉRMICA DE UN CONJUNTO DE EDIFICACIONES DEL PIRINEO OSCENSE MEDIANTE TERMOGRAFÍA INFRARROJA



ALEJANDRO MARIÑO MUR

Tutores

ANDREA SALANDIN - ISABEL TORT AUSINA

CURSO 2011/2012



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

T18



A mis padres

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
RESUMEN / SUMMARY	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS	2
1.2. ANTECEDENTES HISTORICOS	2
1.3. PRINCIPIOS FÍSICOS DE LA TERMOGRÁFIA Y APLICACIONES	3
2. NORMATIVA APLICABLE	9
3. METODOLOGÍA	11
3.1. CINCO HECHOS CLAVE SOBRE TERMOGRAFÍA	11
3.2. INSTRUMENTAL UTILIZADO	11
3.3. TERMOGRAFÍA PRÁCTICA Y PROTOCOLO DE MEDIDA	12
3.4. TRABAJO DE CAMPO Y MUESTRA DE EDIFICIOS	15
3.5. DESARROLLO DE LA FICHA MODELO	18
3.6. CATÁLOGO TERMOGRÁFICO	24
4. CARACTERIZACIÓN TÉRMICA	87
4.1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS FICHAS	87
4.2. PROPUESTA DE MEJORA	93
5. CONCLUSIONES	111
BIBLIOGRAFÍA	113
ANEXO I <i>CÁLCULO DE TRANSMITANCIAS</i>	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Longitud de onda en nanómetros	1
Figura 2. Emisión, reflexión y transmisión	2
Figura 3. Representación visual con diferentes colores	12
Figura 4. Reflexión en diversas superficies	15
Figura 5. Rutas sobre el mapa de la provincia de Huesca	16
Figura 6. Ubicación de los pueblos en las comarcas	17
Figura 7. Anverso ficha modelo	19
Figura 8. Reverso ficha modelo	20
Figura 9. Grafico radial, tipología edificatoria	87
Figura 10. Grafico radial, número de plantas	88
Figura 11. Grafico radial, volumen	89
Figura 12. Grafico radial, década de construcción	89
Figura 13. Grafico radial, tipología de envolventes	90
Figura 14. Grafico radial, transmitancias de muro W/m^2K	91
Figura 15. Grafico radial, orientaciones	92
Figura 16. Estado actual. Edificio plurifamiliar	93
Figura 17. Detalle constructivo de la intervención. Aplacado de madera exterior y lana mineral	94
Figura 18. Detalle carpintería pvc	95
Figura 19. Grafico de barras A01d, valor de transmitancia en W/m^2K	95
Figura 20. Estado actual. Vivienda unifamiliar	96
Figura 21. Detalle constructivo de la intervención. Trasdosado interior y lana mineral	97
Figura 22. Grafico de barras A02f, valor de transmitancia de muro en W/m^2K	98
Figura 23. Estado actual Ayuntamiento de Campo	99

Figura 24. Detalle constructivo de la intervención. Aplacado cerámico exterior y poliuretano proyectado	100
Figura 25. Grafico de barras B01b, valor de transmitancia del muro en W/m^2K	101
Figura 26. Estado actual vivienda unifamiliar	102
Figura 27. Detalle constructivo de la intervención. Trasdosado interior y lana mineral	103
Figura 28. Grafico de barras B03b, valor de transmitancia de muro en W/m^2K	104
Figura 29. Estado actual vivienda unifamiliar	105
Figura 30. Detalle constructivo de la intervención. Aplacado cerámico exterior y lana mineral	106
Figura 31. Grafico de barras B04b, valor de transmitancia del muro en W/m^2K	107
Figura 32. Estado actual vivienda unifamiliar	108
Figura 33. Detalle constructivo de la intervención. Aplacado de madera exterior y poliuretano proyectado	109
Figura 34. Grafico de barras B01e, valor de transmitancia del muro en W/m^2K	110
Figura 35. Evolución térmica en construcción	111
Figura 36. Transmitancia térmica de las diferentes soluciones constructivas	112
Figura 37. Coste de las diferentes soluciones constructivas aplicadas	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Bandas de longitud de onda	5
Tabla 2. Localidades y número de tomas, comarca del Sobrarbe	15
Tabla 3. Localidades y número de tomas, comarca de la Ribagorza	16
Tabla 4. Localidades y fichas, comarca del Sobrarbe	17
Tabla 5. Localidades y fichas, comarca de la Ribagorza	18
Tabla 6. Tipología edificatoria	87
Tabla 7. Número de plantas	88
Tabla 8. Volumen construido	88
Tabla 9. Década de construcción	89
Tabla 10. Tipología de envolventes	90
Tabla 11. Transmitancia W/m ² K	91
Tabla 12. Orientación	92

RESUMEN

Este proyecto final de grado pretende ser impulsor de la utilización de la tecnología en edificación en este caso en concreto para analizar y diagnosticar patologías térmicas.

Se ha tratado de caracterizar térmicamente un conjunto de edificaciones situadas en el pirineo oscense. Esta caracterización se lleva a cabo mediante unas fichas que acogen diferentes datos constructivos y del entorno del edificio estudiado. Estos datos se complementan con el análisis de imágenes termográficas tomadas sobre la muestra. Con estos datos se estudian los diferentes comportamientos térmicos de la muestra de edificios, comparándolos con las exigencias del código técnico de la edificación y proponiendo mejoras mediante intervenciones para los casos más graves.

El proyecto se divide en cuatro grandes apartados:

1. Introducción. Es aquí donde quedan plasmados los objetivos y las motivaciones que han llevado al autor a realizar esta modalidad de PFG. Además incluye unos conceptos básicos sobre termografía, antecedentes históricos, principios físicos y aplicaciones en la actualidad.

2. Normativa aplicable. En este apartado se enumeran aquellas normas que versan sobre termografía infrarroja. Quedando divididas en *especificaciones técnicas de las cámaras termográficas* y *especificaciones para la formación y cualificación del personal que usa la termografía*.

3. Metodología. Es aquí donde se habla de las cuestiones que afectan al trabajo de campo. El material utilizado, conceptos y consejos a tener en cuenta a la hora de utilizar equipos termográficos, como se hizo, y donde quedan ubicadas las muestras posteriormente analizadas. Se explica como se diseñaron las fichas y que circunstancias motivaron su resultado final.

4. Caracterización térmica. Este apartado contiene un análisis comparativo de las fichas mediante graficas radiales y una propuesta de mejora sobre la envolvente térmica de aquellos edificios que se encuentran fuera de los límites de transmitancia térmica establecidos en el Código Técnico de la Edificación.

1. INTRODUCCIÓN

Desde la crisis del petróleo de los años setenta, somos conscientes de que nuestras reservas de energía son valiosas y limitadas. El calentamiento global de la tierra debido a las emisiones de CO₂ también se sabe que está en gran parte provocado por la contaminación asociada a la quema de combustibles fósiles utilizados para calentar edificios.

El sector de la construcción es el responsable del 40% del consumo energético de la Unión Europea y ofrece el mayor potencial individual de eficiencia energética. Debido a este enorme potencial, la Comisión europea ha elaborado una directiva para la regulación del rendimiento energético de los edificios, en la que ya se basan muchas leyes nacionales. Miles de negocios europeos ya están comprometidos, mientras que los certificados de rendimiento energético (EPC) se han convertido en obligatorios en muchos países de la Unión Europea para nuevas construcciones y reacondicionamientos de edificios.

Esto, junto con los recientes paquetes de estímulo económico en muchos países, orientan la demanda hacia las comprobaciones de hermeticidad al aire y de otros métodos de investigación de la eficiencia energética.

En España existe un parque de viviendas con un gran número de patologías térmicas, posiblemente debidas a errores de construcción, al mal estado de los materiales utilizados, o a errores de funcionalidad. Todo ello acusable al ritmo de construcción que se ha llevado en estos últimos años de bonanza económica.

Son estas las cuestiones que nos motivan a realizar una caracterización térmica para diagnosticar el estado de estos edificios apoyándonos en la termografía infrarroja.

Se ha elegido esta tecnología para tratar de dar una información veraz de una forma fácil y rápida del estado de los edificios que pudieran necesitar una futura intervención.

Este estudio presenta los resultados obtenidos mediante unas fichas modelo en las que se integran un conjunto de datos relevantes del edificio así como de su entorno, además de unas imágenes termográficas. Dichas imágenes serán objeto de estudio para evidenciar problemas y patologías.

Los edificios a estudiar están situados en el Pirineo Oscense. Estas edificaciones comparten un estilo de construcción adaptado al entorno donde se encuentran.

Las condiciones de las construcciones pirenaicas hacen de la termografía una tecnología factible para la inspección del estado de las mismas. Su situación habitualmente aislada y su entorno abrupto y de difícil acceso permiten a través de la termografía apreciar eficazmente y de una forma sencilla y rápida el estado de las envolventes del edificio.

De los modelos a analizar se han elegido ejemplos representativos de diferentes décadas constructivas, con el fin de analizar la evolución de las mismas.

1.1 OBJETIVOS

Los objetivos específicos del proyecto se detallan a continuación:

- Catalogar edificios mediante termografía infrarroja.
- Conocer el estado energético actual de los edificios a estudiar.
- Proponer una posible intervención de mejora energética en los edificios afectados.
- Fomentar el uso de herramientas y tecnologías para mejorar la eficiencia energética.
- Informar sobre las medidas de ahorro y eficiencia energética.
- Contribuir a la recuperación económica.

1.2 ANTECEDENTES HISTORICOS

En 1738, nació en Hannover (Alemania) el astrónomo y músico Frederick William Herschel. Personaje al que se le debe el descubrimiento de los rayos infrarrojos.

Durante 1800, Herschel se dispuso a medir las cualidades del espectro de luz solar; para ello descomponía la luz solar con un prisma y medía las temperaturas correspondientes a las zonas de distinto color en que se descompone la luz. Para su sorpresa observó que el termómetro mostraba la mayor subida de temperatura en una banda inmediatamente contigua a la banda roja del espectro visible, lo que le llevó a pensar que se trataba de una manifestación de luz invisible por completo al ojo humano, y la denominó ultrarroja; es decir, más allá del rojo. (Actualmente, el nombre de infrarroja hace referencia a la frecuencia de dicha luz, que es tanto menor cuanto más se avanza a lo largo del espectro de luz visible, desde el extremo violeta al rojo) [1]

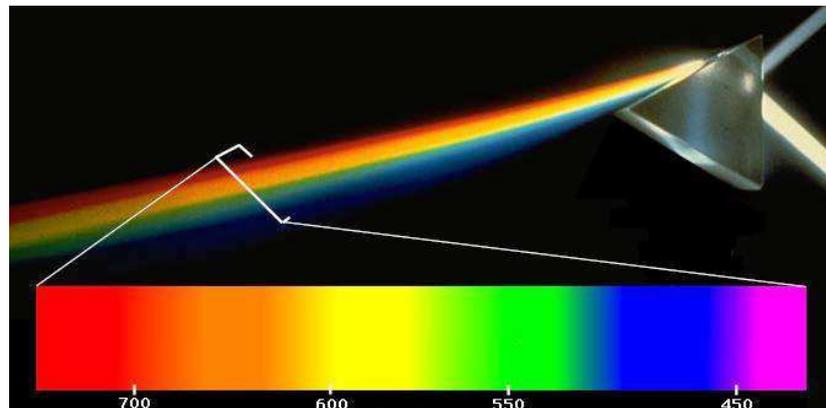


Figura 1. Longitud de onda en nanómetros

Como muchos de los avances tecnológicos que utilizamos en nuestro día a día la tecnología de la termografía también fue creada para cubrir necesidades militares. Un primer ejemplo práctico fue la primera cámara termográfica, creada en Suecia en 1958 para poder ver en la oscuridad y detectar amenazas durante la noche. La primera cámara de infrarrojos destinada a aplicaciones comerciales se desarrolló en 1965, utilizándose para inspeccionar líneas de alta tensión. Uno de los problemas que acarrearán estas primeras cámaras era su gran tamaño, teniendo que esperar hasta 1997 para que saliese al mercado la primera cámara realmente portátil. Esto

fue posible al crear un detector no refrigerado, denominándose microbolómetro, este detector no refrigerado también hizo a estas cámaras más económicas y menos susceptibles de averías. Fue a partir del uso del microbolómetro cuando se extendió el uso de las cámaras termográficas a campos más comerciales, como pueden ser el industrial, automovilístico, marítimo, aeronáutico o el de la edificación.

1.3 PRINCIPIOS FISICOS Y APLICACIONES

Todos los materiales tienen la capacidad de absorber radiación infrarroja aumentando su temperatura; asimismo todos los materiales con una temperatura superior al cero absoluto emiten energía infrarroja. La termografía es una técnica que aprovecha la radiación emitida por la superficie de un cuerpo como variable termométrica. Esta radiación es proporcional a la cuarta potencia de la temperatura superficial del objeto (Ley de Stefan-Boltzmann):

$$W = \mu \cdot A \cdot T^4 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Donde W es la energía radiante de un cuerpo, μ es la emisividad (valor entre 0 y 1), A es la constante de Stefan Boltzmann ($5,7 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$) y T es la temperatura absoluta del objeto. [2]

A pesar de ser función de λ , T y el ángulo de incidencia, en la práctica se puede considerar la emisividad como una constante propia de cada material. Por tanto, si se conoce la emisividad del objeto que vamos a inspeccionar, la medida de la radiación nos dará un valor de temperatura.

La termografía es un método de medición pasivo, sin contacto. La imagen termográfica muestra la distribución de temperatura en la superficie de un objeto, por lo que no se debe utilizar una cámara termográfica para “mirar” el interior o a través de los objetos.

La radiación registrada por la cámara termográfica consiste en la radiación de onda larga, **emitida, reflejada y transmitida** que surge de los objetos presentes en el campo de visión de la cámara.

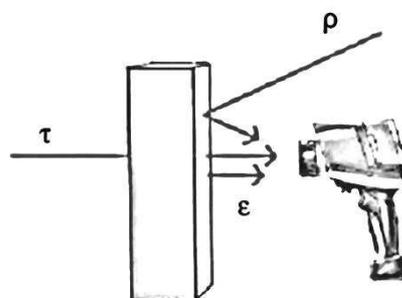


Figura 2. Emisión, reflexión y transmisión

A continuación se explican las diferentes formas en las que nos podemos encontrar estas radiaciones de onda.

Emisividad (ϵ)



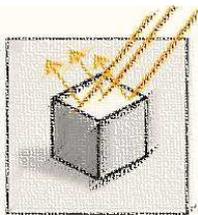
La emisividad es la medida de la capacidad de un material para emitir (propagar) radiación infrarroja.

La ϵ varía según las propiedades de la superficie, el material, y, (para algunos materiales) según la temperatura del objeto medido.

La emisividad máxima es cuando es igual a 1, en la realidad este caso no se da, por lo que entenderemos que todos los cuerpos reales $\epsilon < 1$, ya que estos cuerpos también reflejan y algunos incluso transmiten radiación.

Un aspecto a tener en cuenta a la hora de medir materiales brillantes (metales, vidrios, pétreos pulidos...) es su baja emisividad, la cual fluctúa con la temperatura. Para evitar este fenómeno hay que tomar precauciones que aumenten su emisividad como puede ser envejecer o ensuciar previamente el elemento a estudiar. [3]

Reflexión (ρ)

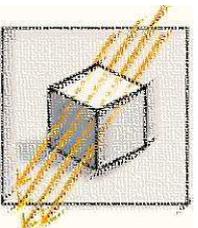


La reflexión es la medida de la capacidad de un objeto a reflejar la radiación infrarroja. Ésta depende de las propiedades de la superficie, la temperatura y el tipo de material. Por lo general las superficies lisas y pulidas reflejan mucho más que las irregulares y sin pulir del mismo material.

En muchas ocasiones la temperatura de la radiación infrarroja se suele corresponder con la temperatura ambiente.

El ángulo de reflexión de la radiación infrarroja reflejada es siempre el mismo que el ángulo de incidencia por lo que se debe medir las superficies lisas desde diferentes ángulos y direcciones para determinar que irregularidades en la distribución de temperatura son atribuibles a la reflexión y cuales al objeto que se mide. [3]

Transmisión (τ)



La transmisión es la medida de la capacidad de un material de transmitir (permitir el paso) de la radiación infrarroja.

La τ depende del tipo y grosor del material. Muchos materiales son no transmisivos, es decir, impermeables a la radiación infrarroja de onda larga. [3]

La radiación infrarroja registrada por la cámara termográfica consiste en:

- La radiación emitida por el objeto medido.
- La reflexión de la radiación ambiente.
- La transmisión de la radiación del objeto medido.

El resultado de la suma de estos tres valores es siempre igual a 1

$$\epsilon + \rho + \tau = 1$$

Dado que en la práctica la transmisión juega un papel inapreciable, la variable τ se omite en la fórmula.

$$\varepsilon + \rho = 1$$

[Ley de radiación de Kirchhoff's]

En termografía esto quiere decir que a menor emisividad mayor proporción de radiación infrarroja reflejada, mayor dificultad en la toma de mediciones precisas de temperatura y mayor importancia adquiere la configuración correcta de la compensación de la temperatura reflejada.

El espectro infrarrojo se extiende desde el límite del rango visible hasta llegar a la región de las microondas. Sin embargo, existen dos regiones donde la transmisión es más elevada, la zona de 760-2.000 nm (sistemas de onda corta) y la zona de 4.000-10.000 nm (sistemas de onda larga).

La radiación infrarroja cubre tres bandas de longitud de onda diferentes:

Tabla 1. Bandas de longitud de onda

TIPO DE ONDA	RADIACIÓN	LONGITUD DE ONDA
Corta	IR-A	760-2.000 nm
Media	IR-B	2.000-4.000 nm
Larga	IR-C	4.000-10.000 nm

El uso de la termografía infrarroja para la inspección de edificios requiere un conocimiento previo de los fenómenos físicos que tienen lugar entre el exterior y el interior. Durante el día, la radiación solar que incide sobre la superficie exterior es absorbida haciendo que aumente la temperatura. Por la noche el calor es disipado desde la fachada hacia el ambiente exterior a menor temperatura por radiación. La capacidad de acumulación de calor de un cuerpo es función de su volumen, de su densidad y de su calor específico, cuanto mayor sean éstos, el cuerpo acumulará más calor/frío y mantendrá su temperatura durante más tiempo transcurrido el período de calentamiento/enfriamiento. Las diferencias de temperaturas en los elementos de las fachadas estarán determinadas por las distintas cualidades de los materiales.

Con el fin de evitar el conflicto del aumento de temperatura debido a la radiación solar, las inspecciones se deben realizar por la noche o en días nublados, con poco viento, para reducir las pérdidas por convección.

APLICACIONES DE LA TERMOGRAFÍA

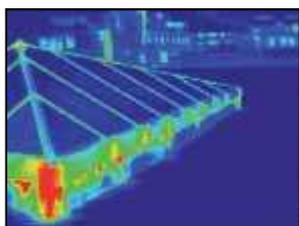
La Termografía infrarroja es una técnica que permite ver la temperatura de una superficie con precisión sin tener que tener ningún contacto con ella. Podemos convertir las mediciones de la radiación infrarroja en mediciones de temperatura.

Los campos de aplicación de esta técnica tienen una extensión que va más lejos de la simple toma de medidas de temperatura, y abarcan tanto aplicaciones industriales, constructivas, médicas así como de investigación y desarrollo.

La localización de defectos en instalaciones eléctricas, el análisis de delaminaciones de materiales compuestos, el control de procesos de fabricación, la vigilancia en condiciones nocturnas o de visibilidad reducida, la detección de pérdidas energéticas en edificación y hornos, o estudio de dispositivos mecánicos, son algunos ejemplos en los que se pueden obtener importantes beneficios mediante el uso de la termografía infrarroja. [4]

Una inspección diagnóstica en edificación con una cámara termográfica puede ayudar a:

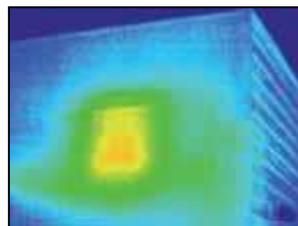
Visualizar las pérdidas de energía



Perdida de energía a través de una claraboya

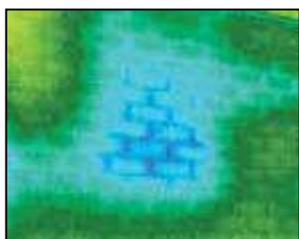


Perdida de energía a través de huecos

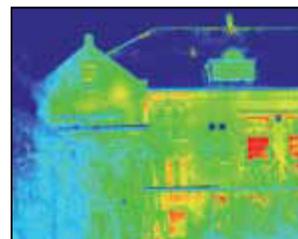


Perdida de energía a través de muros

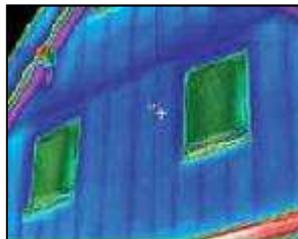
Detectar una falta de aislamiento o un aislamiento defectuoso



Ausencia de aislamiento en muro

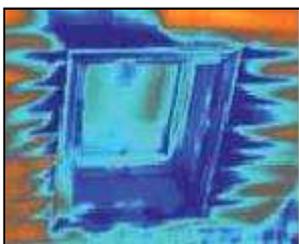


Falta de uniformidad en el conjunto del cerramiento



Ausencia de aislamiento en frente de forjado

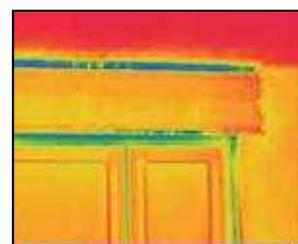
Localizar fugas de aire



Infiltración de aire en la unión entre el marco y la fábrica

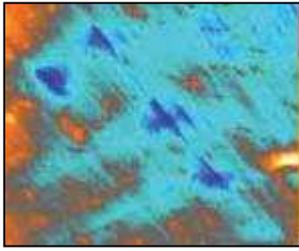


Infiltración de aire en la unión entre la vigueta y la fábrica

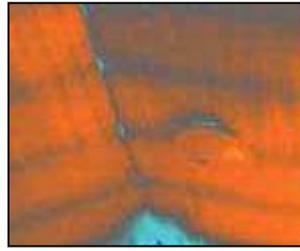


Infiltración de aire a través del cajón de persiana

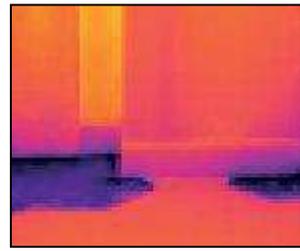
Encontrar humedad en el aislamiento, en los tejados y muros



Tejado afectado por humedades

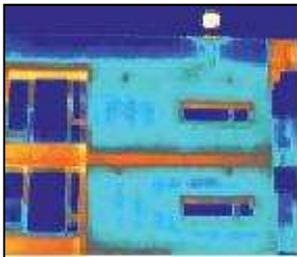


Tejado con humedades a través de las viguetas

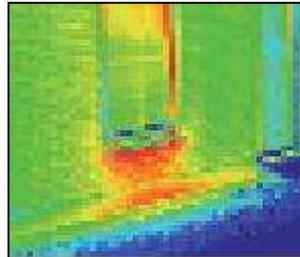


Filtración de humedad en el suelo

Localizar puentes térmicos



Puente térmico en frentes de forjado

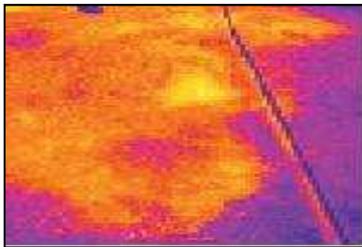


Puente térmico bajo ventana

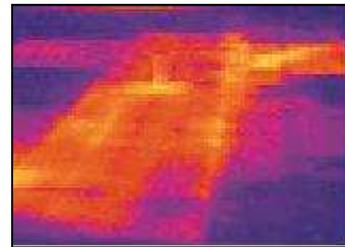


Puente térmico en cajones de persiana

Localizar filtraciones de agua en tejados planos

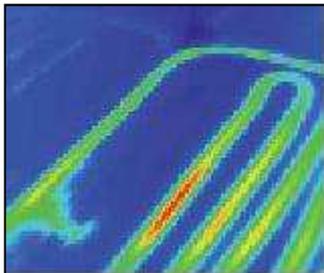


Acumulación de humedad sobre cubiertas planas

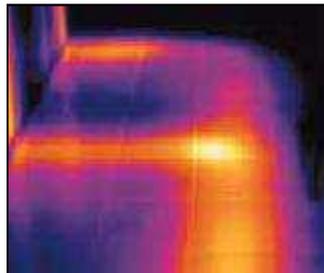


Acumulación de humedad sobre cubiertas planas

Detectar roturas en tuberías de agua caliente y calefacción



Localización de una fuga en suelo radiante

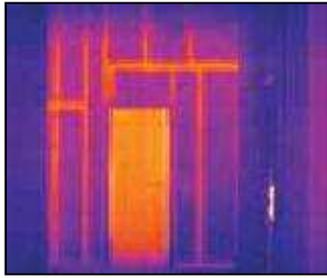


Localización de un mal reparto de suelo radiante

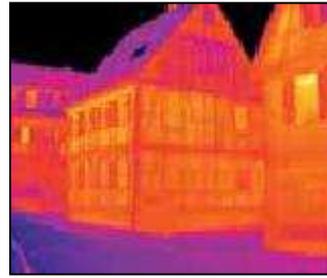


Localización de una posible avería

Detectar fallos de construcción



Falta de traba entre los paños



Visualización de las zonas afectadas por la estructura

2. NORMATIVA APLICABLE

Las normativas y directrices para la termografía se dividen en dos categorías. Especificaciones técnicas de las cámaras termográficas y especificaciones para la formación y cualificación del personal que usa la termografía.

Las siguientes normativas y directrices describen los requisitos acerca de las especificaciones técnicas de las cámaras termográficas:

- DIN EN 13187 - Normativa europea sobre el rendimiento térmico de los edificios y la detección de irregularidades térmicas en los cerramientos mediante métodos por infrarrojos
- DIN 54191 - Normativa alemana sobre la comprobación no destructiva de instalaciones eléctricas mediante comprobaciones por termografía
- VdS Requisitos mínimos para cámaras termográficas - El VdS Schadenverhütung GmbH establece estos requisitos mínimos que las cámaras termográficas deben cumplir para asegurar una investigación termográfica efectiva en equipamiento eléctrico.
- CNPP Especificaciones Técnicas de las Cámaras por Infrarrojos - descripción de los requisitos técnicos mínimos para cámaras termográficas por el French Centre National de Prévention et de Protection (Centro Nacional Francés para la Prevención y Protección)

Las siguientes normativas describen las especificaciones para la formación y cualificación de los operarios que trabajan en el campo de la termografía.

- DIN EN 473 - Normativa europea sobre comprobaciones no destructivas - Cualificación y certificación de personal relacionado con la NDT (non destructive testing - comprobaciones no destructivas)
- DIN 54162 - Normativa alemana sobre comprobaciones no destructivas - Cualificación y certificación de personal relacionado con la comprobación mediante termografía - Principios generales y específicos para los niveles 1, 2 y 3
- ASNT SNT-TC-1A - Normativa americana de la American Society for Nondestructive Testing (Sociedad Americana para las Comprobaciones No Destructivas), sobre las comprobaciones no destructivas, la cualificación y la certificación de personal relacionado con la comprobación mediante termografía.

3. METODOLOGÍA

3.1 CINCO HECHOS CLAVE SOBRE TERMOGRAFÍA

Hay cinco datos clave sobre la termografía infrarroja que debemos conocer antes de hablar de ningún método.

1. Las imágenes infrarrojas muestran sólo los patrones de temperatura de la superficie. Miden la energía infrarroja que se emite y refleja de una superficie, y muestran ésta energía como una imagen.
2. Las cámaras infrarrojas proporcionan una gran visión de una situación puntual en el momento de la toma de los datos. La energía infrarroja registrada en la imagen es la suma de la energía emitida y reflejada desde la superficie. De este modo precisar mediciones de temperatura es poco probable sin el conocimiento de la emisividad de la superficie. Por lo que existe una complejidad añadida a la hora de dar estos datos con exactitud.
3. Estas imágenes requieren una interpretación y tener varias opiniones es siempre mejor que contar con sólo una. Para que dicha imagen sea útil hay que conocer y documentar todos los aspectos que la rodean, como son el equipo utilizado y el elemento estudiado.
4. Para obtener conclusiones fiables se necesita la validación de datos con otras herramientas, como pueden ser termómetros infrarrojos, sensores de humedad o realizar mediciones de la transmitancia. No importa que la imagen sea muy convincente, no debemos tomar esta única prueba como concluyente.
5. Las imágenes infrarrojas suelen proporcionar respuesta útiles a primeras preguntas. Pero a su vez estas respuestas plantean preguntas más difíciles y complejas. Con alguna de estas imágenes podríamos concluir que un edificio está mal aislado, pero ante esta respuesta se nos plantean otras preguntas como pueden ser, la cantidad de energía que pierde o como paliar estas pérdidas. [5]

3.2 INSTRUMENTAL UTILIZADO

La toma de imágenes se llevó a cabo con un equipo termográfico de la marca *Testo* y modelo *875-1* con las siguientes características:

- Detector 160 x 120 píxeles
- Alta calidad de imagen NETD < 80 mK
- Objetivo con lentes de alta calidad 32° x 23°
- Autodetección del punto frío/caliente
- Enfoque manual
- Rango de temperatura -20 a +280°C
- Visualizador 3.5" LCD con 320x240 píxels
- Temperatura de almacenamiento -30 a +60 °C
- Temperatura de funcionamiento -15 a 40 °C
- Tipo de sensor Infrarrojos
- Rango de medición -20 a +100 °C o 0 a 280°C (seleccionable)
- Exactitud ± 2 °C $\pm 2\%$ del v.m.

Además se utilizó una cámara digital y un termómetro atmosférico para completar la toma de datos necesaria

3.3 TERMOGRAFÍA PRÁCTICA Y PROTOCOLO DE MEDIDA

A continuación vamos a describir los aspectos más destacados que intervienen a la hora de llevar a la práctica la termografía, intentando con ello resolver las dudas que a nosotros mismos se nos han ido planteando con el uso de este equipo

A) RANGO DE MEDICIÓN. LA ESCALA.

El rango de medición de una cámara termográfica nos indica las temperaturas de los objetos que pueden llegar a medir. Las temperaturas medidas en una termografía se emparejan con los colores de la escala. La función de auto escalado del equipo de medición nos posibilita la adecuación automática de la escala a los valores actuales en el momento de la toma de datos. El valor de temperatura medido más bajo y más alto se ajustan como los valores límite de la escala, que se actualiza constantemente. De este modo, la imagen que obtenemos en tiempo real está en constante modificación para mostrar siempre la imagen virtual coloreada más óptima.

Otra opción es ajustar tanto el límite inferior como el límite superior de la escala de forma que solo se muestren en el visualizador las temperaturas entre ambos límites, de modo que veamos mucho mejor los detalles de los objetos medidos. En cierto modo, nos sirve para obviar zonas u objetos irrelevantes para la medición.

B) REPRESENTACIÓN VIRTUAL EN PALETAS/COLORES



Figura 3. Representación visual con diferentes colores

La forma más sencilla con la que podemos identificar la radiación infrarroja en una imagen es representarla con diferentes colores o paletas. La escala de grises es una de las escalas más plásticas pero que más nos cuesta interpretar, debido a la falta de contraste que nos ayuda a interpretar de forma más sencilla esta radiación.

La paleta de hierro suele utilizarse como ejemplo para aquellos que están menos familiarizados con estas escalas, ésta se representa utilizando los mismos colores por los que pasa el hierro cuando se funde, por lo que nos resulta más intuitiva, destacando los colores más claros conforme la temperatura representada se eleva.

Por el contrario, si la prioridad es enfatizar los contrastes, la paleta Arco iris es la que más se adecua a nuestras necesidades, como es en el caso de este proyecto.

C) PARAMETROS DEL OBJETO/SUPERFICIE DE MEDICIÓN

Cuando realizamos una termografía, siempre debemos medir en un punto del que conozcamos su emisividad.

Prácticamente la totalidad de los elementos que analizamos en este proyecto se pueden medir sin dificultades. La emisividad de todos los materiales que habitualmente se han utilizado en edificación es más o menos del 0,95.

Por el contrario nos podemos encontrar, con metales, superficies pulidas y brillantes o estructuras cambiantes que son más difíciles de medir. Normalmente, su emisividad es baja y se ve alterada si la temperatura del objeto que medimos también cambia. Para poder medir correctamente, deberíamos colocar algún recubrimiento que corrigiese los problemas que genera una emisividad tan baja.

D) DETERMINACIÓN DE LA EMISIVIDAD

La emisividad nos da una medida de capacidad superficial para emitir radiación infrarroja. Si no la conocemos, no podemos medir correctamente con una cámara termográfica. Para determinar la emisividad de la superficie del objeto que vamos a medir tenemos varias formas. A continuación se exponen tres de las más habituales.

1. Basarse en una tabla de emisividad. Debemos tener en cuenta que estos valores tan solo nos sirven como orientación.
2. Medición comparativa con un termómetro de contacto. Medimos primero la temperatura de la superficie del objeto con un termómetro de contacto y posteriormente medimos los objetos con la cámara termográfica teniendo la emisividad ajustada a uno. La diferencia en temperatura que obtengamos se debe a que el valor de emisividad que hemos ajustado en la cámara es demasiado alto ($e=1$). Por tanto, debemos ajustar la emisividad gradualmente hasta que la temperatura detectada por la cámara corresponda con la del termómetro de contacto.
3. Medición comparativa con la cámara misma. Adheriremos un trozo de cinta adhesiva con una emisividad conocida ($e=0.95$) al objeto a medir. Conociendo la emisividad de la cinta adhesiva y tras un breve periodo de adaptación podemos medir la temperatura del objeto apuntando a la cinta. Este valor nos sirve como temperatura de referencia. Entonces ajustaremos la emisividad hasta que la cámara muestre la misma temperatura en una zona sin cinta que en una zona con la cinta de emisividad conocida.

E) DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA DE LA RADIACIÓN REFLEJADA

Imaginemos que estamos midiendo la temperatura de las paredes de una habitación con una cámara termográfica. En dicha estancia también hay un radiador encendido. El radiador emite calor radiante en todas direcciones, también hacia la pared que estamos midiendo; esta pared refleja el calor de ese radiador.

Como consecuencia esta temperatura reflejada influye en el resultado de la medición. Tal y como ocurría con la emisividad, deberemos determinar y ajustar dicha temperatura en nuestra cámara.

En muchos casos, la temperatura reflejada coincide con la temperatura ambiente. Sin embargo, hay factores como el radiador o la radiación celestial fría que interfieren en el lugar de la medición, por lo que deberemos determinar esta temperatura reflejada mediante un radiador Lambert.

Un radiador Lambert es un objeto que refleja la radiación incidente con la difusión óptima, es decir, con la misma intensidad en todas direcciones. Podemos calcular la temperatura reflejada manualmente por aproximación con la ayuda de un radiador Lambert improvisado, para lo que necesitaremos una lámina de aluminio arrugada y alisada de nuevo. Situaremos esta lámina cerca o sobre el objeto a medir; a continuación mediremos la temperatura de la lámina con la emisividad ajustada a 1 en la cámara. La temperatura medida estará bastante cerca de la temperatura real reflejada por lo que el valor emitido lo debemos ajustar en la cámara para poder obtener valores de medición correctos.

F) CONDICIONES AMBIENTALES

Para efectuar correctamente una medición con la cámara termográfica debemos tener en cuenta las siguientes condiciones ambientales:

1. Temperatura ambiente

Como ya hemos comentado, la temperatura ambiente influye en la temperatura reflejada. En muchos casos tan solo hay unos pocos grados Celsius entre la temperatura ambiente y la temperatura reflejada.

2. "Radiación celestial fría difusa" / sol

La radiación infrarroja que nos llega del cielo raso se conoce coloquialmente como "radiación celestial fría". En días despejados, el objeto a medir normalmente refleja la "radiación celestial fría" y la radiación solar cálida. Por lo tanto, un cielo nuboso presenta las condiciones ideales para que podamos medir en exteriores, ya que de esta forma no nos llega la radiación celestial fría.

3. Humedad

La humedad relativa debe ser baja para prevenir la condensación en el objeto a medir, en el filtro protector de la lente o en la lente misma.

4. Corrientes de aire

Una corriente de aire puede afectar al objeto medido puesto que la convección arrastra el calor de un objeto cálido y la transfiere a un objeto frío hasta que las temperaturas del aire y del objeto se han igualado.

5. Polución ambiente

Algunas materias suspendidas, como el humo, el hollín o el polvo muestran gran emisividad y apenas permiten el paso o la transmisión de la radiación infrarroja. Las partículas mismas de la contaminación emiten rayos caloríficos, también detectados por la cámara. Consecuentemente, la radiación infrarroja del objeto medido solo llega a la cámara parcialmente. Esta interferencia puede nos puede llegar a causar problemas hasta el punto de no dejarnos efectuar la medición mediante termografía de una forma correcta.

6. Luz

La luz no tiene un impacto significativo en la medición con una cámara termográfica. En principio, también podríamos efectuar mediciones en la oscuridad. No obstante, algunas fuentes de luz emiten radiación infrarroja y por tanto afectan

a la temperatura de los objetos. Por tanto, no debemos efectuar mediciones cerca de una bombilla incandescente.

G) REFLEXIONES

Las reflexiones muy a menudo pueden ser una fuente de error que debemos considerar.

La radiación siempre se refleja en el mismo ángulo con el que incide en la superficie.

$$\text{Ángulo de incidencia} = \text{Ángulo de reflexión}$$

Si la radiación infrarroja se refleja equitativamente, p.ej. en un cristal, entonces se produce la reflexión especular.

Por el contrario, si los rayos infrarrojos inciden en superficies irregulares, se reflejan en varias direcciones.

Esta reflexión difusa provoca que no se pueda crear ninguna reflexión especular.

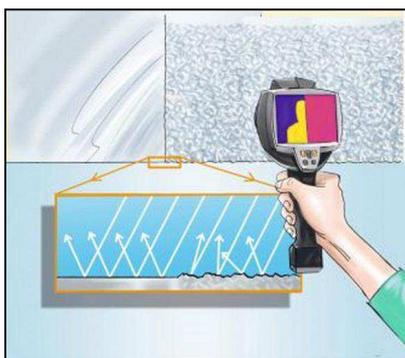


Figura 4. Reflexión en diversas superficies

3.4 TRABAJO DE CAMPO Y MUESTRA DE EDIFICIOS

El trabajo de campo consistió en la toma de muestras de varias edificaciones situadas en el Pirineo Oscense. En total se obtuvieron cincuenta y nueve muestras ubicadas en trece localidades diferentes.

El total de las muestras se tomó en dos días, cubriendo el primero la comarca del Sobrarbe y el segundo la comarca de la Ribagorza.

Tabla 2. Localidades y número de tomas, comarca del Sobrarbe

Día 1 10/5/12

COMARCA DEL SOBRARBE	
LOCALIDAD	Nº TOMAS
Barbastro (0)	-
a) Ainsa (1)	11

b) Escalona (2)	4
c) Hospital de Tella (3)	1
d) Lafortunada (4)	3
e) Salinas (5)	3
f) San Juan de Plan (6)	3
g) Bielsa (7)	11
h) Javierre (8)	1

Tabla 3. Localidades y número de tomas, comarca de la Ribagorza

Día 2 12/5/12

COMARCA DE LA RIBAGORZA	
LOCALIDAD	Nº TOMAS
a) Graus (9)	3
b) Campo (10)	4
c) El Run (11)	4
d) Castejón de Sos (12)	11
e) Villanova (13)	1



Figura 5. Rutas sobre el mapa de la provincia de Huesca

El conjunto de los edificios se encuentran en un área inferior a los 1.000 km² en el caso de la comarca del Sobrarbe e inferior a los 1.500 km² en el caso de la comarca de la Ribagorza

Tal y como se ha comentado en el apartado 3.3 F) *Condiciones atmosféricas* se escogieron dos días en los que estas las condiciones atmosféricas fueran lo mas favorables posibles para la toma de datos. Las jornadas de trabajo comenzaban a las 6:30h y se alargaban todo lo posible hasta que la temperatura nos los permitía. Siempre buscando los mejores escenarios para la toma de datos.

Algunas de las fotografías se han realizado en edificaciones situadas en el interior de las localidades y otras en los alrededores, buscando las máximas variables posibles a la hora de elegir los ejemplos.

De todos los ejemplos tomados se hará una selección de los más representativos y de los que más información veraz podamos obtener.

Tras el trabajo de campo se pasara al análisis de las tomas. Este análisis se hará mediante el software de *Testo*.

Ubicación de la muestra.

La ubicación de cada localidad dentro de su comarca es la siguiente:



Figura 6. Ubicación de los pueblos en las comarcas

Cada localidad alberga un número de fichas, tal y como se indica en el siguiente cuadro.

Tabla 4. Localidades y fichas, comarca del Sobrarbe

COMARCA DEL SOBRARBE	
LOCALIDAD	FICHAS
Ainsa	A01a-A02a-A03a-A04a
Escalona	A01b-A02b
Lafortunada	A01d-A02d
Salinas	A01e-A02e
San Juan de Plan	A01f-A02f
Bielsa	A01g-A02g-A03g-A04g
Javierre	A01h

Tabla 5. Localidades y fichas, comarca de la Ribagorza

COMARCA DE LA RIBAGORZA	
LOCALIDAD	FICHAS
Graus	B01a-B02b-B03c
Campo	B01b-B02b-B03b
El Run	B01c-B02c-B03c
Castejón de Sos	B01d-B02d-B03d-B04d
Villanova	B01e

3.5 DESARROLLO DE LA FICHA MODELO

La ficha propuesta pretende exponer los datos necesarios para hacer un estudio tipológico de un conjunto de edificaciones situadas en el Pirineo Oscense.

La creación de una ficha que aúne los datos más relevantes para llevar a cabo el estudio tipológico, ha sido una de las partes más interesantes del proyecto. Se ha utilizado una campaña sobre eficiencia energética en edificación, que basa su estudio en unas fichas como inspiración. [6]

Primero se hicieron varios modelos sobre los que mejoramos y completamos aspectos según percibíamos la necesidad de más datos o diferentes variables.

Las fichas están codificadas mediante un código que permite reconocer su ubicación en cuanto a provincia y localidad así como su número de orden.

Ejemplo:

A 01 a

Siendo:

El primer dígito, una letra mayúscula, hace referencia a la provincia que pertenece la localidad donde está ubicado el edificio que sometemos a análisis.

A Comarca del Sobrarbe. **B** Comarca de la Ribagorza

El segundo dígito es el número de orden dentro de una misma localidad y comarca.

El tercer dígito, una letra minúscula, hace referencia a la localidad donde está ubicado el edificio.

Comarca del Sobrarbe: **a** Ainsa, **b** Escalona, **c** Hospital de Tella, **d** Lafortunada, **e** Salinas, **f** San Juan de Plan, **g** Bielsa, **h** Javierre.

Comarca de la Ribagorza: **a** Graus, **b** Campo, **c** El Run, **d** Castejón de Sos, **e** Villanova

Se ha dividido la ficha en siete grandes apartados: localidad, edificio, envolvente, huecos, condiciones ambientales, imágenes y análisis.

A continuación se explica como queda conformada la ficha, con sus diferentes apartados así como con sus códigos de colores, códigos de identificación y leyendas.

Las figuras 8 y 9 presentan de forma resumida su composición en bloques de información.

Ejemplo de una ficha tipo de la comarca del Sobrarbe.

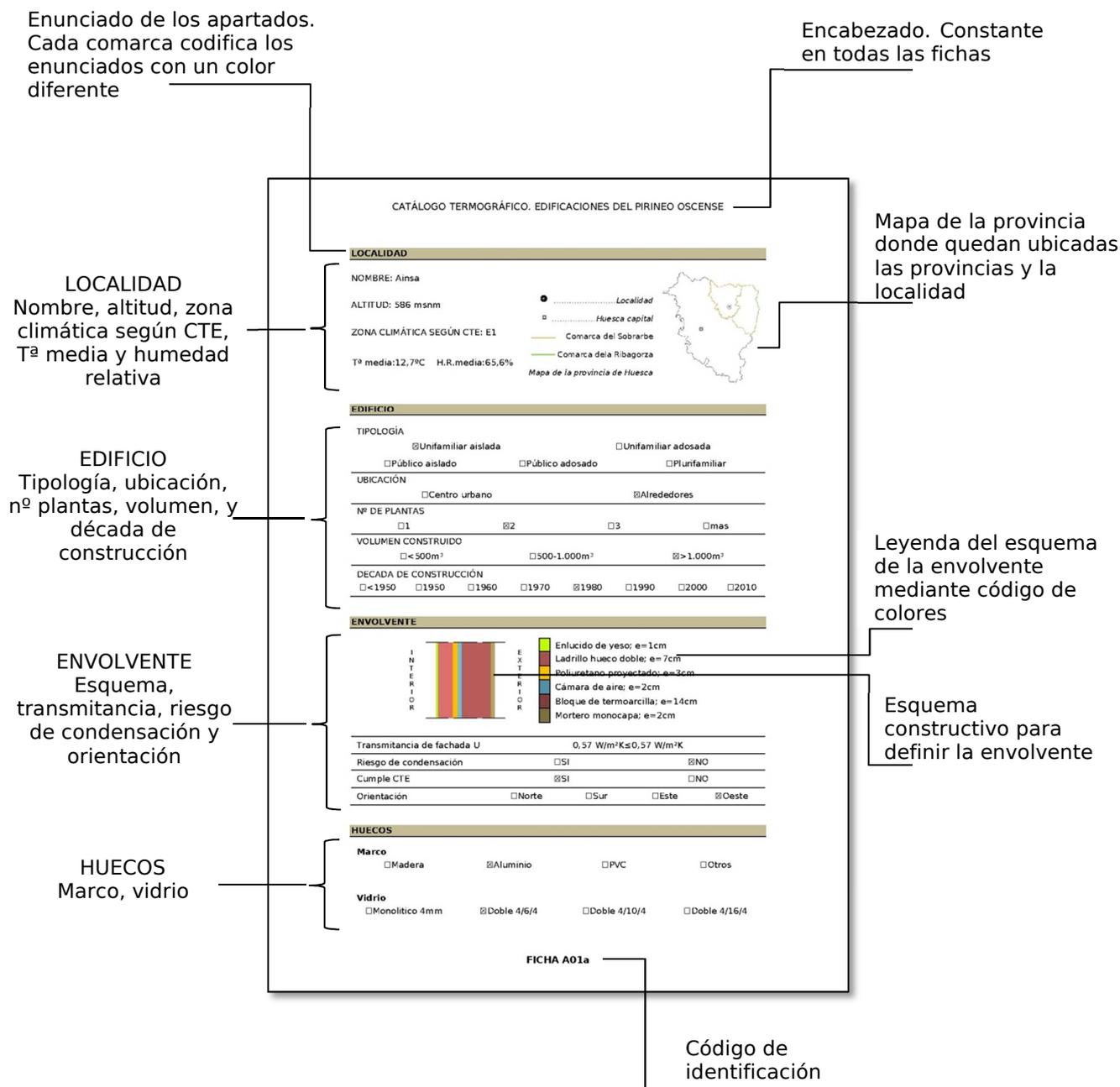


Figura 7. Anverso ficha modelo

Ejemplo de una ficha tipo comarca de la Ribagorza.

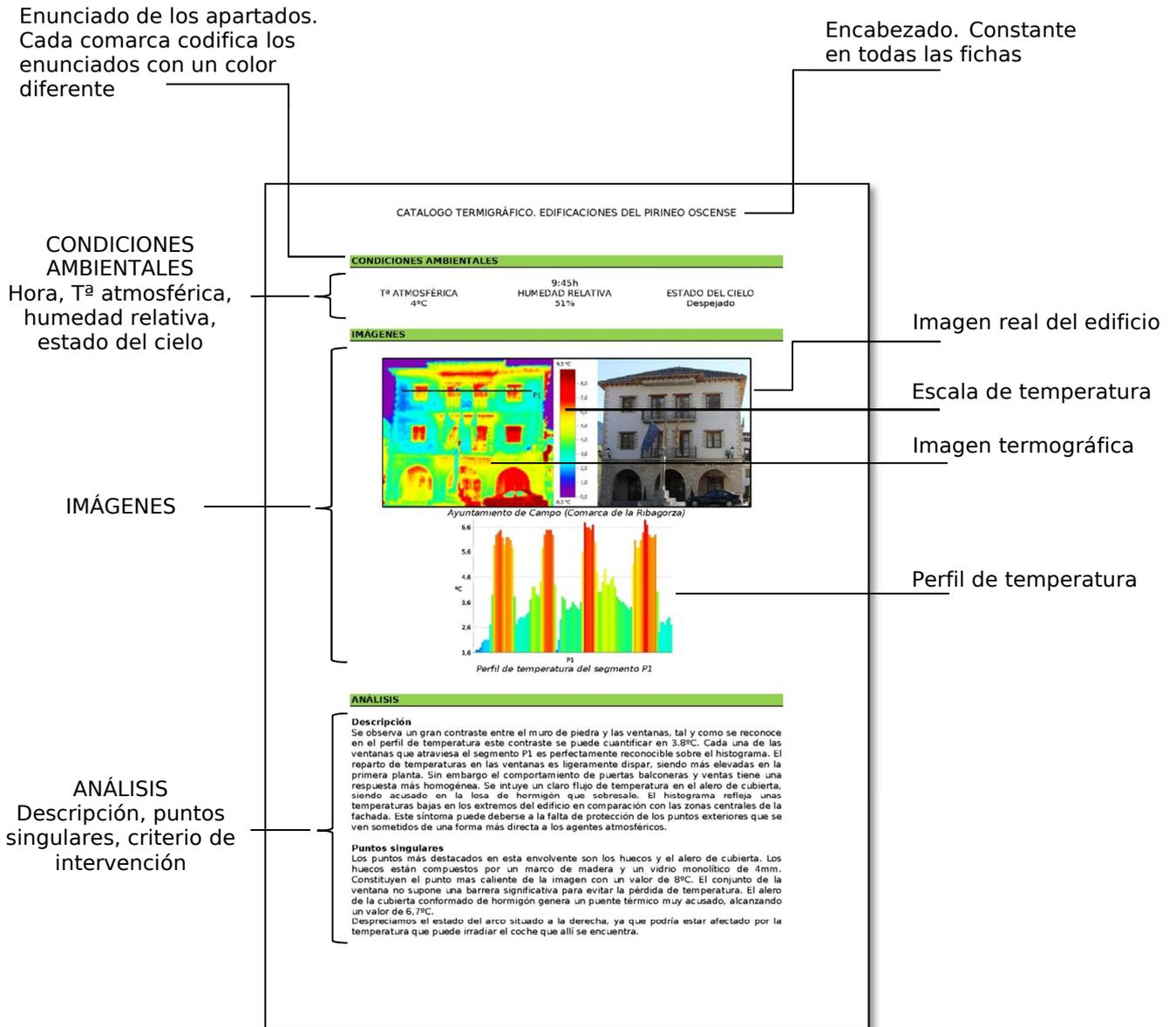


Figura 8. Reverso ficha modelo

A) LOCALIDAD

Este primer apartado permite ubicar el edificio que vamos a someter a estudio. La localidad donde está ubicado es una variante de gran significado. La altitud, su zona climática según el Código Técnico de la Edificación (CTE) y una pequeña ilustración de la provincia situando la localidad son los datos que componen este apartado

LOCALIDAD	
NOMBRE: Ainsa	 <p>● Localidad ■ Huesca capital — Comarca del Sobrarbe — Comarca de la Ribagorza</p> <p>Mapa de la provincia de Huesca</p>
ALTITUD: 586 msnm	
ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1	
Tª media: 12,7°C H.R. media: 65,6%	

La altitud sobre el nivel del mar nos sirve para comprender las temperaturas medias de la localidad, para definir la zona climática o para calcular la transmitancia de la fachada.

La zona climática nos marca un valor límite de transmitancia que no podemos superar para cumplir con el CTE.

La ilustración con el mapa de la provincia de Huesca a la derecha nos ayuda a ubicar geográficamente la localidad en su entorno.

B) EDIFICIO

En este apartado hemos tratado de describir de una forma muy esquemática algunas de las características del edificio. Como pueden ser la tipología, la ubicación, el volumen construido, la década de construcción y el número de plantas, este último dato hace referencia a las plantas que hay por encima de la planta baja.

EDIFICIO	
TIPOLOGÍA	
<input checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar aislada	<input type="checkbox"/> Unifamiliar adosada
<input type="checkbox"/> Público aislado	<input type="checkbox"/> Público adosado
<input type="checkbox"/> Plurifamiliar	
UBICACIÓN	
<input type="checkbox"/> Centro urbano	<input checked="" type="checkbox"/> Alrededores
Nº DE PLANTAS	
<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 2
<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> mas
VOLUMEN CONSTRUIDO	
<input type="checkbox"/> < 500m ³	<input type="checkbox"/> 500-1.000m ³
<input checked="" type="checkbox"/> > 1.000m ³	
DECADA DE CONSTRUCCIÓN	
<input type="checkbox"/> < 1950	<input type="checkbox"/> 1950
<input type="checkbox"/> 1960	<input type="checkbox"/> 1970
<input checked="" type="checkbox"/> 1980	<input type="checkbox"/> 1990
<input type="checkbox"/> 2000	<input type="checkbox"/> 2010

En la tipología hemos distinguido entre cuatro opciones, si el edificio era público o unifamiliar y si estaba adosado o aislado. Con estas variantes queremos interpretar el posible uso que se le esté dando a la calefacción así como su situación ante el entorno. En el apartado de ubicación se han planteado dos variables, centro urbano o alrededores. Con estos datos pretendemos analizar como incide la radiación solar

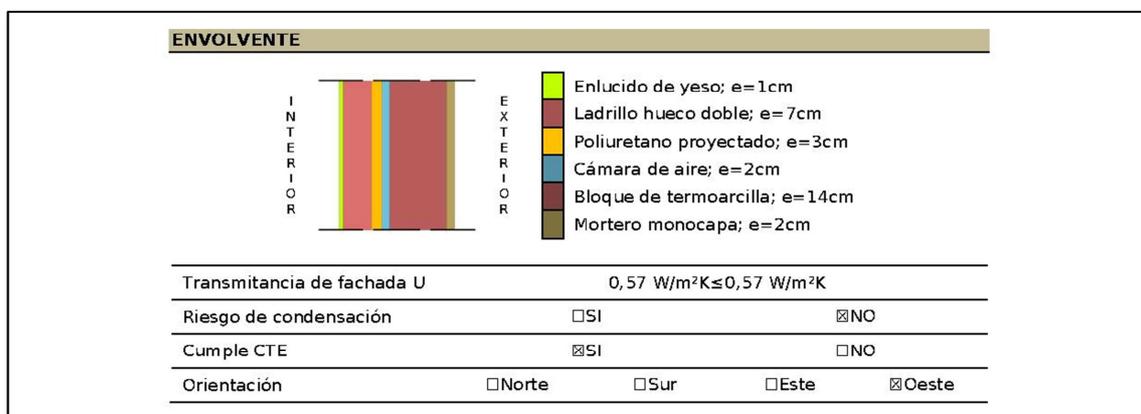
o como decíamos anteriormente su estado frente al entorno, protegido o desprotegido por edificaciones vecinas.

El número de plantas y el volumen son datos que nos aporta información sobre las dimensiones del edificio.

Finalmente la década de construcción nos permite entender cual fue la época de construcción y las más comunes soluciones constructivas así como los materiales utilizados

C) ENVOLVENTE

En este tercer apartado encontramos un esquema de la conformación de la fachada donde se diferencian los materiales que la componen con sus espesores. Además se da información acerca del riesgo de condensación, de la transmitancia y de su cumplimiento del CTE.



Estos datos se obtienen mediante la simulación con el programa informático - *Econdensa*- que simula el funcionamiento de una fachada que previamente nosotros hemos conformado de acuerdo a los datos del edificio y también a los de la localidad donde esta ubicado. Estos datos se pueden consultar en el anexo I.

D) HUECOS

Hemos dividido este apartado en dos, por un lado analizamos el marco y por otro el vidrio.

Definimos el marco según su material. Se han elegido los tres materiales más habituales así como una opción mas para los materiales menos habituales.

HUECOS

Marco

Madera Aluminio PVC Otros

Vidrio

Monolítico 4mm Doble 4/6/4 Doble 4/10/4 Doble 4/16/4

El vidrio queda clasificado según su composición de laminas (vidrio/cámara) y según sus espesores.

Estos dos elementos deben estar cuantificados, ya que proporcionan valiosa información a la hora de interpretar las imágenes termográficas.

E) CONDICIONES AMBIENTALES

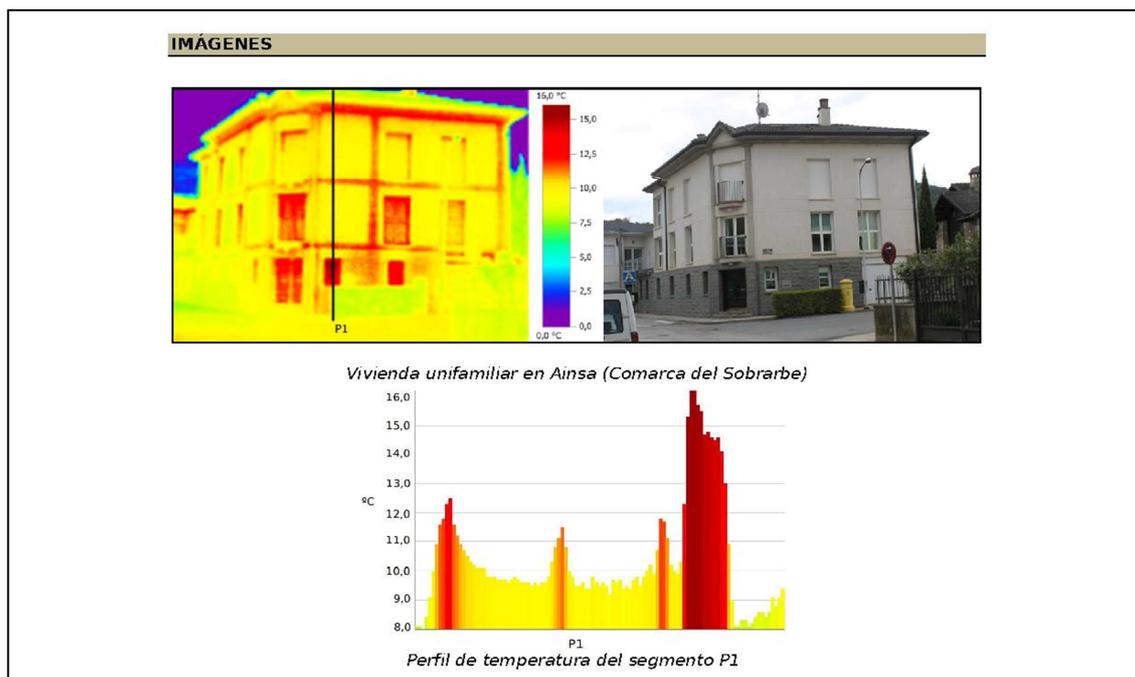
Recogemos en este apartado datos imprescindibles a la hora de realizar el análisis de las imágenes termográficas y sus gráficos.

CONDICIONES AMBIENTALES		
Tª ATMOSFÉRICA 4°C	9:00h HUMEDAD RELATIVA 51%	ESTADO DEL CIELO Nubes altas

En este apartado hemos clasificado los siguientes datos correspondientes al instante en el que se realizó la toma de las muestras; hora, temperatura atmosférica, humedad relativa y estado del cielo.

F) IMÁGENES

Es aquí donde aparece la plasticidad en la ficha. Una imagen termográfica, una imagen real y un gráfico referente al elemento sometido a estudio componen este apartado.



Es sobre esta composición donde más nos vamos a fijar a la hora de interpretar el estado de la envolvente que se esté estudiando.

G) ANÁLISIS

Estamos frente al último apartado de la ficha. Aquí realizamos un análisis de las imágenes anteriormente expuestas. Esta descripción sigue el patrón de una descripción inicial del conjunto y un análisis de los puntos más singulares.

ANÁLISIS

Descripción

Se aprecia un contraste considerable entre la fábrica revestida de la fachada y los frentes de estructura y huecos. Se reconocen con claridad los diferentes elementos constructivos. En la planta baja se observa una falta de homogeneidad tonal en las partes ciegas. El perfil de temperatura representa claramente los diferentes elementos que atraviesa el segmento P1, en primer lugar el alero de la cornisa, a continuación aparece el forjado de planta segunda con un valor claramente inferior al del alero, de igual forma aparece el forjado de planta primera. Por último la ventana de planta baja. La temperatura del extremo superior del segmento es menor que en el centro, este síntoma se debe a que la parte superior del edificio se encuentra más desprotegida que el resto. Se observa la falta de homogeneidad entre las tres plantas, siendo más acusados los puentes térmicos de los huecos de planta baja que el resto.

Puntos singulares

Lo más reseñable de esta imagen son los frentes de estructura, huecos y alero de cornisa. Este último presenta un valor de 12,5°C que en comparación con el resto de frentes de forjado es considerablemente superior, tal y como representa el perfil de temperatura. El punto más caliente de la envolvente es la ventana de planta baja, protagonista del histograma, con un valor de 16,3°C. El incremento de temperatura entre la fábrica y los huecos puede llegar hasta los 7°C. El incremento entre la fábrica y los frentes de forjado es de 3°C. Lo que nos hace valorar los puentes térmicos de las ventanas como los más graves.

Cada una de estas fichas contendrá un único edificio, pasando a formar parte de un *Catálogo Termográfico*.

3.6 CATÁLOGO TERMOGRÁFICO

A continuación presentamos el catálogo termográfico constituido por 31 fichas. 17 pertenecientes a la comarca del Sobrarbe y 14 a la comarca de la Ribagorza.

FICHA A01a

LOCALIDAD

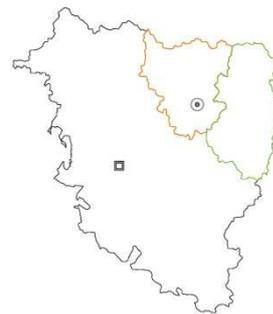
NOMBRE: Ainsa

ALTITUD: 586 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:12,7ºC H.R.media:65,6%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca de la Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 10-

Transmitancia de fachada U 0,50 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación SI NO

Cumple CTE SI NO

Orientación Norte Sur Este Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

Vidrio

- Monolítico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

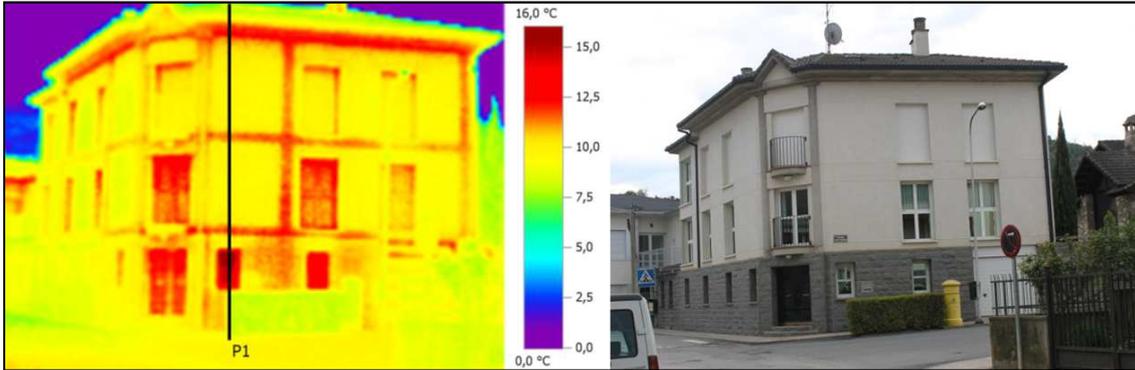
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA
4°C

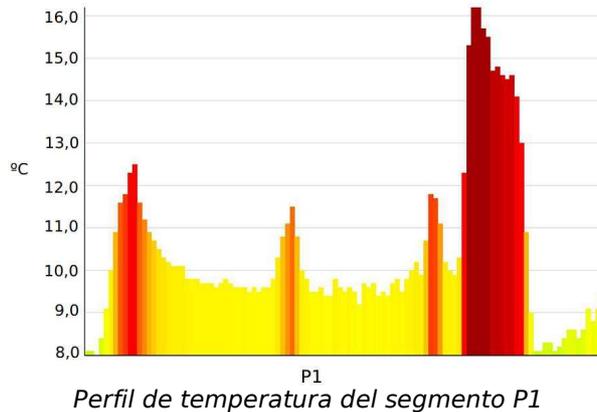
9:00h
HUMEDAD RELATIVA
51%

ESTADO DEL CIELO
Nubes altas

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en Ainsa (Comarca del Sobrarbe)



ANÁLISIS

Descripción

Se aprecia un contraste considerable entre la fábrica revestida de la fachada y los frentes de estructura y huecos. Se reconocen con claridad los diferentes elementos constructivos. En la planta baja se observa una falta de homogeneidad tonal en las partes ciegas. El perfil de temperatura representa claramente los diferentes elementos que atraviesa el segmento P1, en primer lugar el alero de la cornisa, a continuación aparece el forjado de planta segunda con un valor claramente inferior al del alero, de igual forma aparece el forjado de planta primera. Por último la ventana de planta baja. La temperatura del extremo superior del segmento es menor que en el centro, este síntoma se debe a que la parte superior del edificio se encuentra más desprotegida que el resto. Se observa la falta de homogeneidad entre las tres plantas, siendo más acusados los puentes térmicos de los huecos de planta baja que el resto.

Puntos singulares

Lo más reseñable de esta imagen son los frentes de estructura, huecos y alero de cornisa. Este último presenta un valor de 12,5°C que en comparación con el resto de frentes de forjado es considerablemente superior, tal y como representa el perfil de temperatura. El punto más caliente de la envolvente es la ventana de planta baja, protagonista del histograma, con un valor de 16,3°C. El incremento de temperatura entre la fábrica y los huecos puede llegar hasta los 7°C. El incremento entre la fábrica y los frentes de forjado es de 3°C. Lo que nos hace valorar los puentes térmicos de las ventanas como los más graves.

FICHA A02a

LOCALIDAD

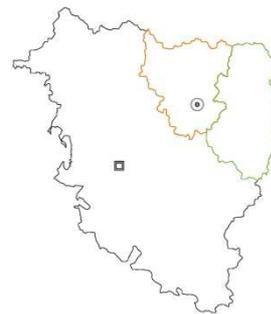
NOMBRE: Ainsa

ALTITUD: 586 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:12,7ºC H.R.media:65,6%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca de la Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 1-

Transmitancia de fachada U 0,47 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación SI NO

Cumple CTE SI NO

Orientación Norte Sur Este Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

Vidrio

- Monolítico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

FICHA A03a

LOCALIDAD

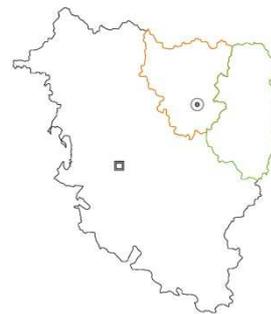
NOMBRE: Ainsa

ALTITUD: 586 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:12,7ºC H.R.media:65,6%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca de la Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

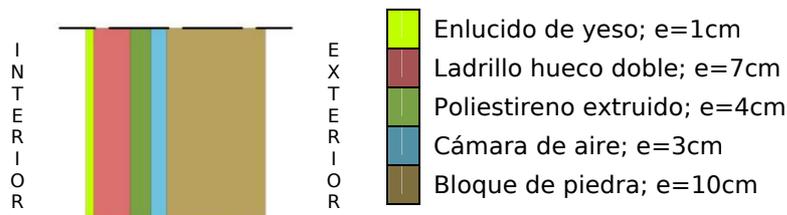
VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



Transmitancia de fachada U 0,43 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación SI NO

Cumple CTE SI NO

Orientación Norte Sur Este Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

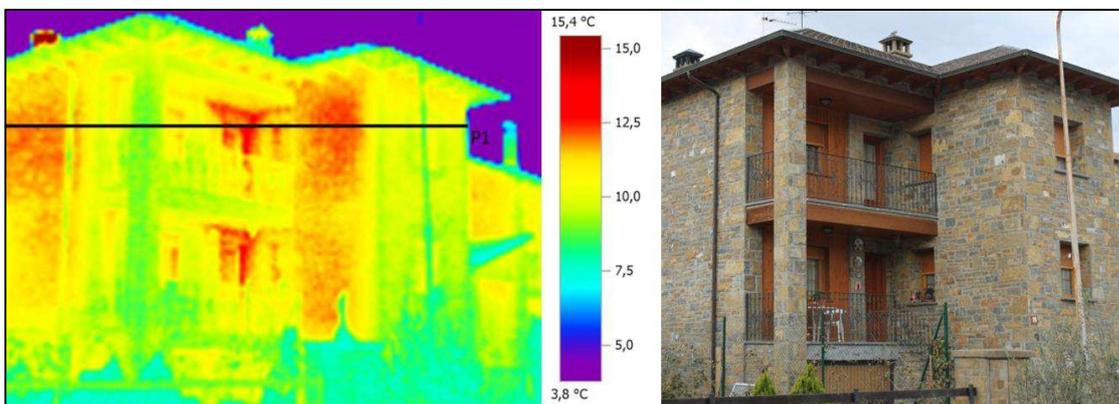
Vidrio

- Monolítico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

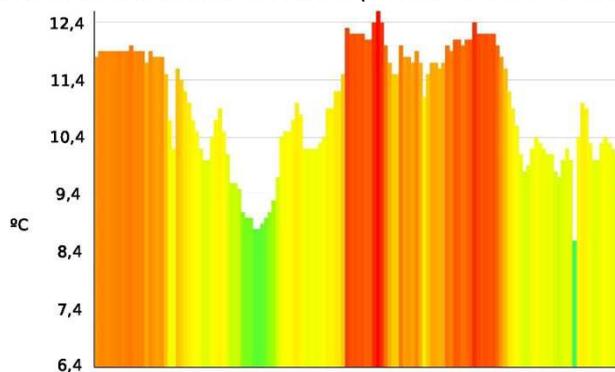
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 4°C	9:15h HUMEDAD RELATIVA 51%	ESTADO DEL CIELO Nubes altas
-----------------------	----------------------------------	---------------------------------

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en Ainsa (Comarca del Sobrarbe)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se observa una distribución muy heterogénea de temperaturas en fachada, tal y como se aprecia en la imagen termográfica y en el histograma de temperatura. Esta distribución tan desigual parece llevar un paralelismo dos a dos entre las fachadas ciegas y las que no lo son. Las fachadas con mayor carga térmica (orientación este) están afectadas con más severidad en la primera planta. Tal y como representa el histograma estas fachadas alcanzan una temperatura de 12°C, lo que supone 2°C más que las fachadas con huecos (orientación norte). También se aprecia en el histograma el punto donde está situado el pilar del alero de los balcones, representado con unos valores claramente inferiores al resto. 9°C.

En el encuentro interior de las fachadas y las losas se encuentra el punto más caliente de la imagen, que presenta una temperatura de 13°C, este punto coincide con la situación de las puertas balconeras y se repite en las dos plantas, siendo más acusado en la planta primera.

Puntos singulares

El encuentro de las dos fachadas y las losas de balcón y alero produce un puente térmico que se representa con 3°C de incremento de temperatura con respecto al resto de puntos del cerramiento, este síntoma se debe a un error en la traba de la fábrica o la falta de una barrera térmica que rompa el puente térmico producido por losas ya que están en contacto directo con el interior y el exterior.

El contraste de irradiación que existe entre las fachadas este y norte puede deberse al soleamiento, debido a la coincidencia de las orientaciones y a su paralelismo.

FICHA A04a

LOCALIDAD

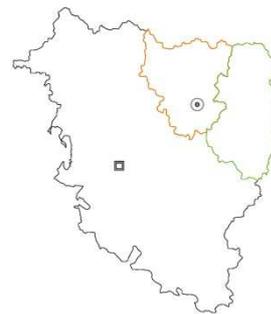
NOMBRE: Ainsa

ALTITUD: 586 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:12,7ºC H.R.media:65,6%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca de la Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 1-

Transmitancia de fachada U 0,47 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación SI NO

Cumple CTE SI NO

Orientación Norte Sur Este Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

Vidrio

- Monolítico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

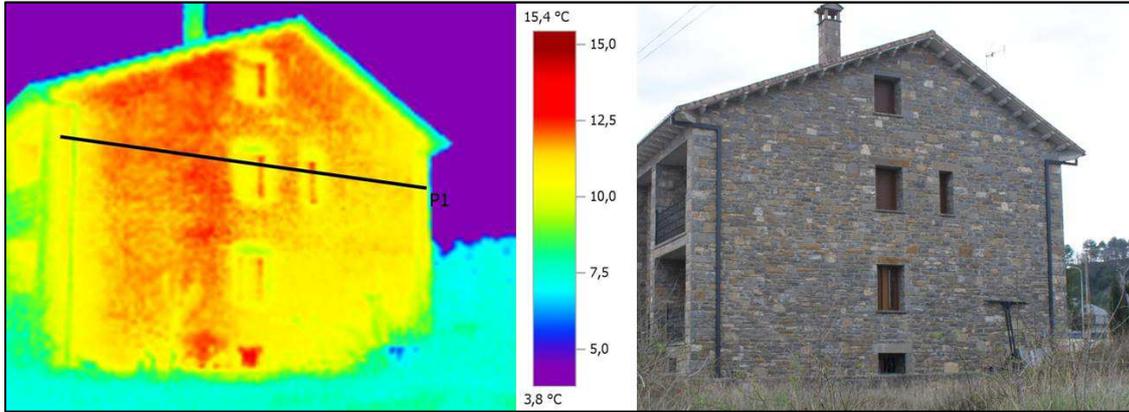
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA
4°C

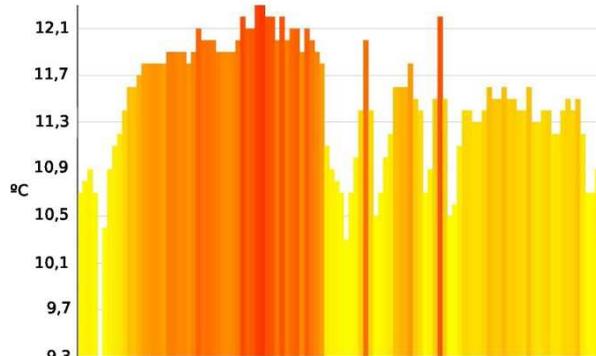
9:20h
HUMEDAD RELATIVA
51%

ESTADO DEL CIELO
Nubes altas

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en Ainsa (Comarca del Sobrarbe)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

En esta imagen observamos una temperatura promedio de 11,2°C fijándonos en el perfil de temperatura se entiende que estamos frente a una fachada que no tiene grandes contrastes de temperatura y por lo tanto no existen un gran número de puentes térmicos.

Tal y como representa el histograma la mitad izquierda de la fachada se encuentra 1°C por encima de la mitad derecha.

Las jambas de las ventanas sufren un incremento de temperatura llegando a los 12,3°C este síntoma se acentúa conforme se asciende a través de las plantas.

Se aprecia perfectamente la línea que genera la fachada perpendicular a esta en la zona de los balcones situados a la izquierda de la imagen, delimitando el interior de la vivienda del exterior.

Puntos singulares

Solo cabe destacar el estado de las jambas de las ventanas. Este posible puente térmico puede tener relación con un mal anclaje de las ventanas a la fábrica de piedra.

Despreciamos la situación en la que se encuentra la ventana situada en planta baja ya que esa abierta.

FICHA A01b

LOCALIDAD

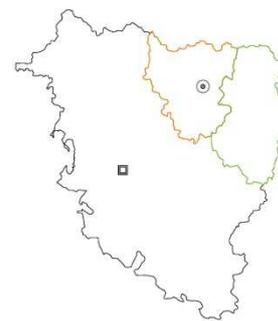
NOMBRE: Escalona

ALTITUD: 610 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:12,5ºC H.R.media:65,9%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca de la Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

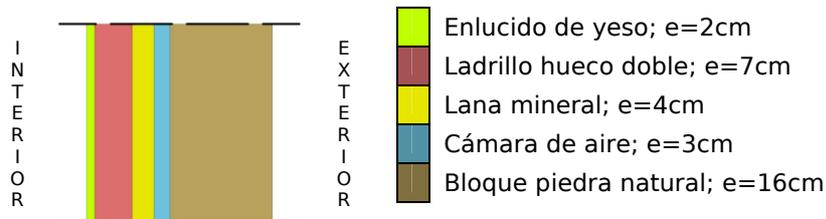
VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 1-

Transmitancia de fachada U

0,47 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación

- SI
- NO

Cumple CTE

- SI
- NO

Orientación

- Norte
- Sur
- Este
- Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

Vidrio

- Monolitico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

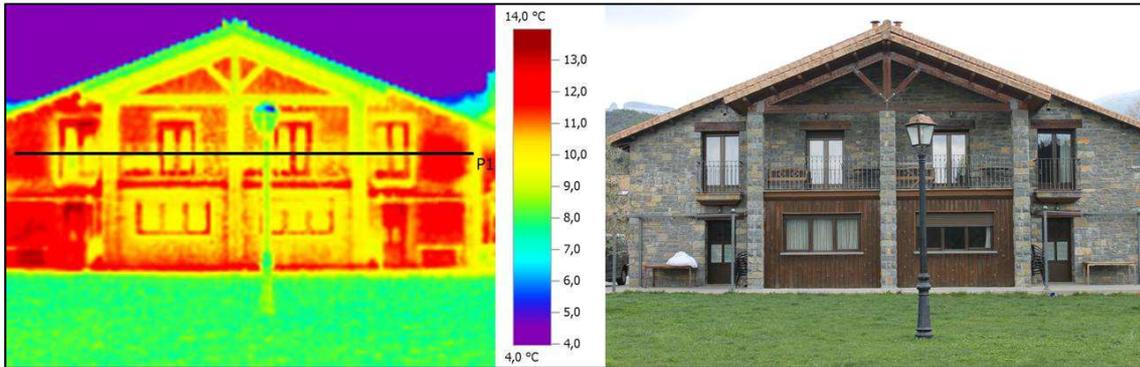
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA
4°C

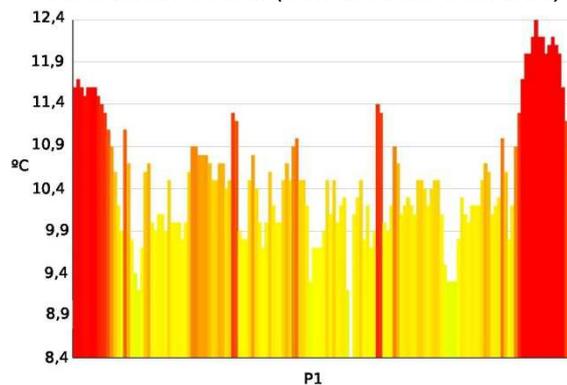
9:30h
HUMEDAD RELATIVA
50%

ESTADO DEL CIELO
Nubes altas

IMÁGENES



Casa turismo rural (Comarca del Sobrarbe)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se reconocen con claridad los elementos constructivos que conforman la envolvente, así como los diferentes materiales. Observamos mediante el histograma dos grandes zonas afectadas por una gran irradiación. Estas dos zonas son los dos paños ciegos de los extremos del edificio. Presentan una temperatura media de 12°C que en comparación con los paños centrales supone un incremento de 2°C. Los extremos de la fachada se comportan de una forma muy homogénea en las dos plantas, sin embargo la parte central se comporta mejor en la planta baja que en la primera. Posiblemente debido al diferente material que la conforma. Otra figura destacable en el análisis de la imagen son los marcos de planta primera, mostrando estos una temperatura claramente superior al vidrio, esto puede deberse a la ausencia de rotura puente térmico.

Puntos singulares

Los marcos de las ventanas de planta primera llegan a alcanzar unos valores de 11°C mientras que los vidrios se quedan en 9,8°C tal y como se ve en el histograma. Los valores del centro de la fachada se caracterizan por una clara ausencia de homogeneidad, creada por las ventanas y por los pilares que sustentan el alero.

Los paños de fábrica de los extremos de la envolvente y las balconeras que allí se encuentran suponen en su conjunto un puente térmico a tener muy en cuenta debido a la gran superficie que representa.

FICHA A02b

LOCALIDAD

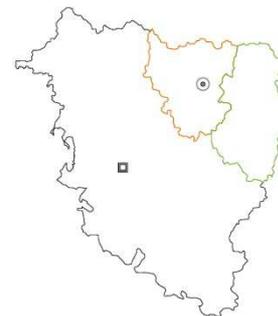
NOMBRE: Escalona

ALTITUD: 610 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:12,5ºC H.R.media:65,6%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca dela Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 10-

Transmitancia de fachada U

0,50 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación

- SI
- NO

Cumple CTE

- SI
- NO

Orientación

- Norte
- Sur
- Este
- Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

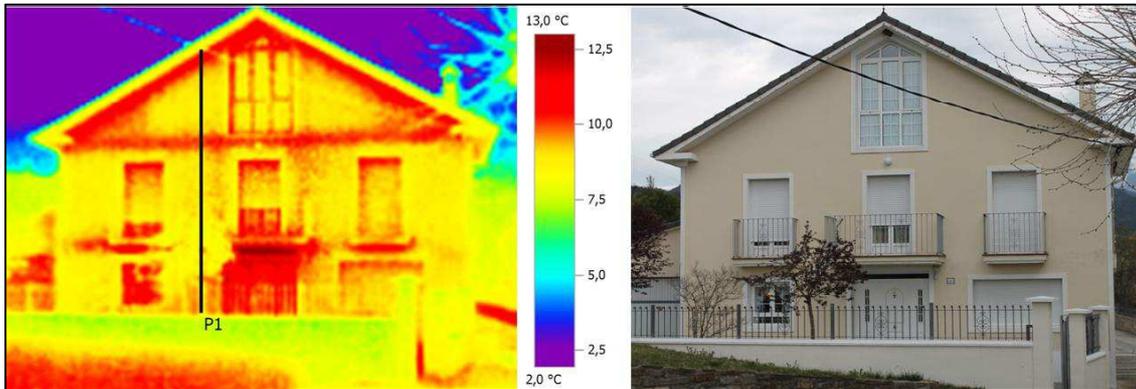
Vidrio

- Monolítico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

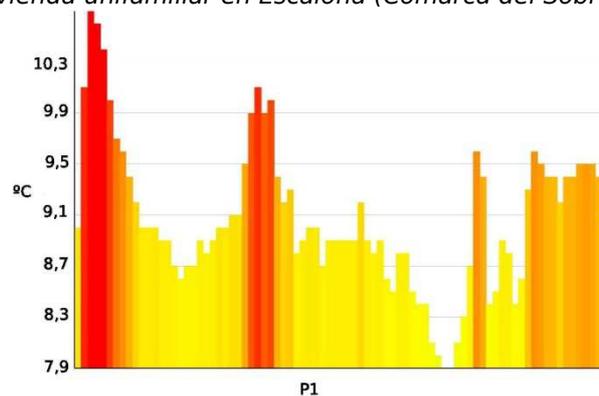
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 4°C	9:40h HUMEDAD RELATIVA 51%	ESTADO DEL CIELO Nubes altas
-----------------------	----------------------------------	---------------------------------

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en Escalona (Comarca del Sobrarbe)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se distinguen de forma muy nítida sobre la imagen termográfica todos los elementos que componen la fachada. Esto se debe a las diferentes emisividades que tiene cada elemento. Destaca el forjado inclinado y el forjado de la segunda planta, quedando claramente representados en el histograma. Se distingue en los huecos los cajones de persiana, destacando sobre el conjunto de la ventana con una mayor emisividad, llegando a alcanzar valores de 10°C. La puerta de entrada y la ventana de planta baja adquieren protagonismo sobre la imagen, en este caso con un valor de 11°C. También apreciamos las losas de balcón suponiendo un nuevo puente térmico. Se distingue con claridad el contorno del edificio, estando este a una temperatura superior que su entorno. Los extremos del mismo presentan unas temperaturas inferiores a las partes centrales debido a que están más expuestas a las condiciones atmosféricas.

Puntos singulares

Los puntos más significativos de esta imagen son el forjado inclinado y el forjado de planta segunda, que tal y como representa el perfil de temperatura suponen un puente térmico de gran relevancia, siendo mas acusado el forjado inclinado que alcanza 11°C en comparación con el forjado de planta segunda que no supera los 10°C.

El marco del ventanal presenta un desfase térmico que alcanza 11°C en su parte izquierda. La puerta de entrada, las losas de balcón y los cajones de persiana conforman el resto de puentes térmicos de la imagen.

FICHA A01d

LOCALIDAD

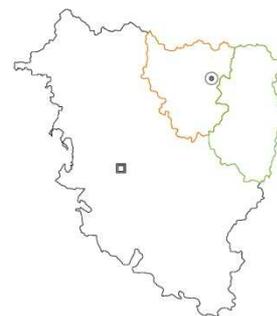
NOMBRE: Lafortunada

ALTITUD: 700 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:12,4ºC H.R.media:65,9%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca dela Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



Transmitancia de fachada U 1,12 W/m²K ≠ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación SI NO

Cumple CTE SI NO

Orientación Norte Sur Este Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

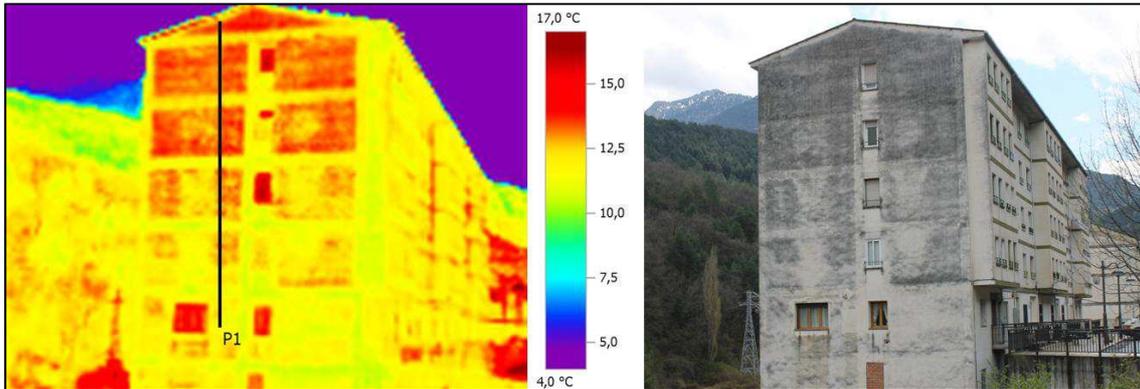
Vidrio

- Monolitico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

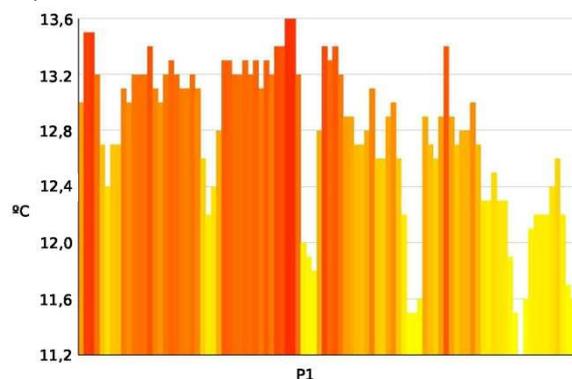
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 10°C	14:00h HUMEDAD RELATIVA 50%	ESTADO DEL CIELO Despejado
------------------------	-----------------------------------	-------------------------------

IMÁGENES



Edificio plurifamiliar en Lafortunada (Comarca del Sobrarbe)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se distingue con claridad la situación de la estructura detrás de la fachada. Siendo claramente superior la transmisión de calor a través de los paños ciegos que en los frentes de forjado y pilar. Esta situación tan poco habitual se da por la ausencia de aislamiento en el cerramiento. En el histograma se aprecia claramente donde recaen los frentes de forjado, mostrando unos valores inferiores al resto. Se aprecia una clara diferencia entre las dos últimas plantas y los demás pisos, siendo estas la que sufren en mayor medida la permeabilidad al flujo térmico, llegando a alcanzar unos valores de 13,5°C. La diferencia de estos paños en comparación con los forjados donde apoyan es de 3°C. También se distinguen con claridad las ventanas de planta baja, planta segunda y planta ático, que presentan unos valores superiores a los de las ventanas de planta primera y tercera.

El contraste que genera el edificio con el entorno lo hace reconocible. Siendo muestra de la diferencia de temperatura a la que se encuentra.

Puntos singulares

Los puntos más destacables de esta imagen son los paños ciegos de las dos últimas plantas, pudiendo estar afectados por un mal estado de conservación o falta de mantenimiento. Las ventanas que parecen haber sido cambiadas tal y como se aprecia en la imagen real del edificio presentan un mejor comportamiento que el resto. El conjunto de la fachada sometida a estudio es una constante irregularidad de flujos térmicos tal y como se aprecia en el histograma representado por el segmento P1 que recorre la fachada de un extremo a otro.

FICHA A02d

LOCALIDAD

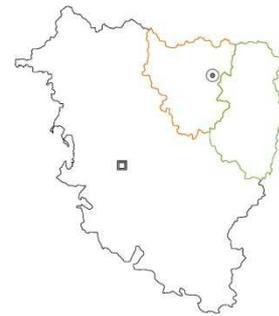
NOMBRE: Lafortunada

ALTITUD: 700 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:12,4ºC H.R.media:65,9%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca dela Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 7-

Transmitancia de fachada U $0,50 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0,57 \text{ W/m}^2\text{K}$

Riesgo de condensación SI NO

Cumple CTE SI NO

Orientación Norte Sur Este Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

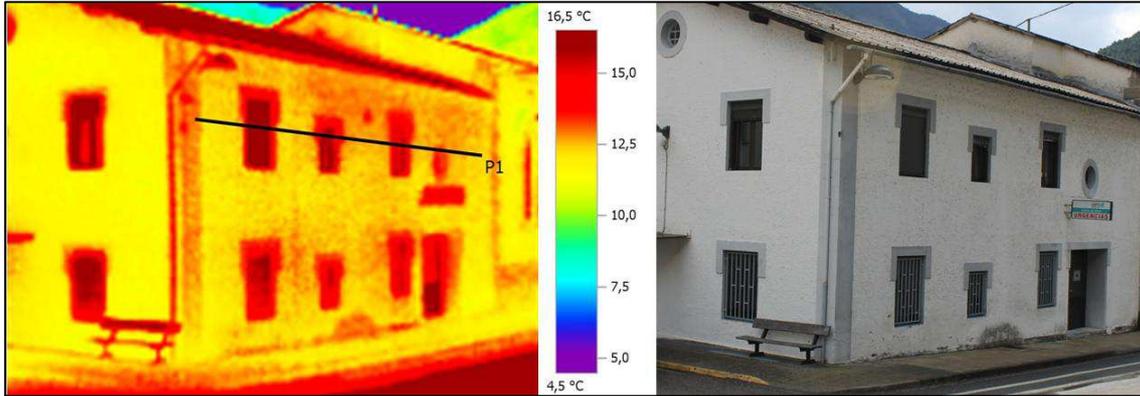
Vidrio

- Monolitico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

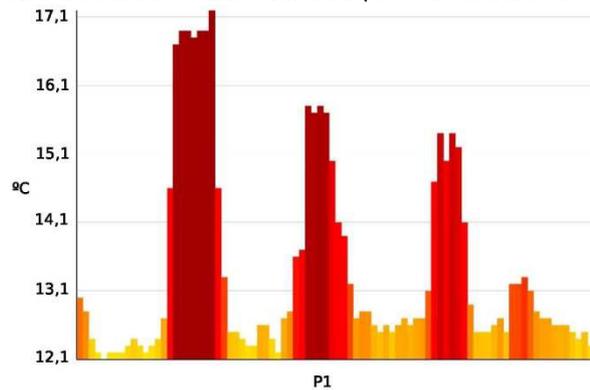
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 10°C	14:10h HUMEDAD RELATIVA 50%	ESTADO DEL CIELO Despejado
------------------------	-----------------------------------	-------------------------------

IMÁGENES



Centro de salud en Lafortunada (Comarca del Sobrarbe)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Nos encontramos frente a una de las imágenes con mayores contrastes entre sus elementos. En este caso se aprecian de una forma clara todos los componentes que generan la envolvente sobre la imagen termográfica, de igual modo ocurre en el histograma donde ponemos reconocer las cuatro ventanas que atraviesa el segmento P1. Estos contrastes son generados por las ventanas sobre el resto de la envolvente, a priori parece que todas las ventanas actúan de igual modo, pudiendo acusar mayor emisividad las de la planta primera. El histograma representa incrementos de temperatura de hasta 5°C entre las ventanas y las partes ciegas.

También se aprecia un posible puente térmico al inicio del segmento P1 formado por el frente de un pilar.

Puntos singulares

En esta imagen los huecos de la fachada se convierten en los claros protagonistas. Analizando el histograma vemos como la primera ventana del segmento alcanza unos valores superiores a los 17,10°C siendo la que mayor carga térmica soporta, a continuación caen los valores hasta los 12°C representando al muro. La segunda ventana sobre el segmento se encuentra en un valor de 15,8°C, inferior si la comparamos con la primera. Otra vez decae la escala de temperatura al volver a introducirse el segmento en el muro, en este caso al estar más protegido interactúa con unos valores de temperatura ligeramente superiores. Como se aprecia en el histograma esta secuencia se repite en dos ocasiones más.

FICHA A01e

LOCALIDAD

NOMBRE: Salinas

ALTITUD: 840 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:12,3ºC H.R.media:65,6%

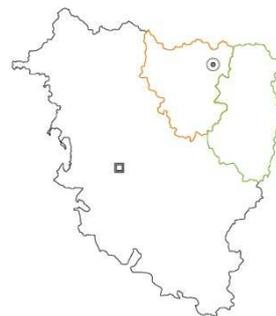
⊙Localidad

□Huesca capital

— Comarca del Sobrarbe

— Comarca de la Ribagorza

Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

Unifamiliar aislada

Unifamiliar adosada

Público aislado

Público adosado

Plurifamiliar

UBICACIÓN

Centro urbano

Alrededores

Nº DE PLANTAS

1

2

3

mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

<500m³

500-1.000m³

>1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

<1950

1950

1960

1970

1980

1990

2000

2010

ENVOLVENTE



-Tipología 8-

Transmitancia de fachada U

0,53 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación

SI

NO

Cumple CTE

SI

NO

Orientación

Norte

Sur

Este

Oeste

HUECOS

Marco

Madera

Aluminio

PVC

Otros

Vidrio

Monolitico 4mm

Doble 4/6/4

Doble 4/10/4

Doble 4/16/4

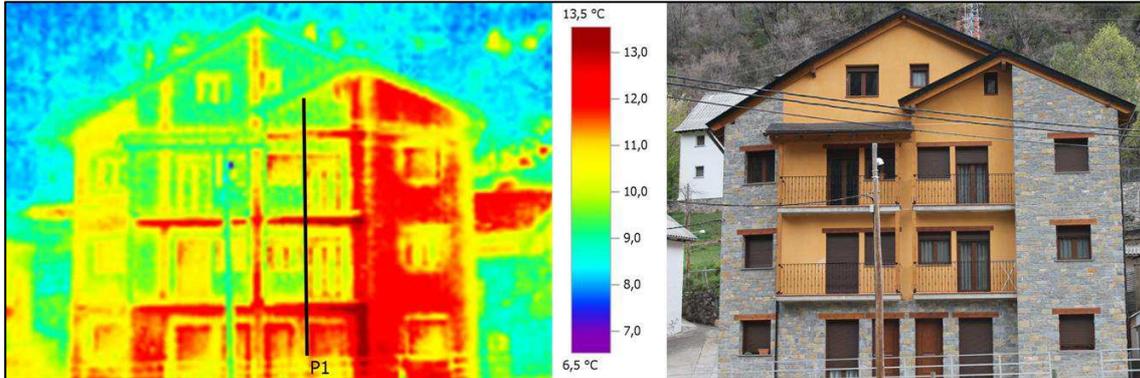
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA
5°C

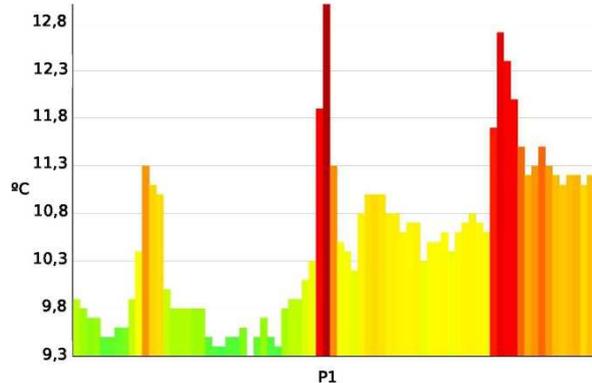
10:20h
HUMEDAD RELATIVA
52%

ESTADO DEL CIELO
Nubes altas

IMÁGENES



Edificio plurifamiliar en Salinas (Comarca del Sobrarbe)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se observa un claro contraste entre las dos tipologías de fachada, presentando una diferencia de 2°C tal y como se aprecia en el histograma en la zona de transición de planta baja a planta primera. En este contraste pueden influir las diferentes emisividades de los materiales de cobertura. Mortero monocapa y revestimiento de piedra. Centrándonos en la parte con un acabado de mortero monocapa, apreciamos un conjunto de puentes térmicos, en las losas de los balcones, en los frentes de forjado y en los frentes de pilar. En el histograma se pueden reconocer cada uno de estos puntos que atraviesa el segmento P1. Comenzando con el frente de forjado de la planta tercera, alcanzando una temperatura de 11,3°C, a continuación aparece la losa del balcón de planta segunda, con una temperatura de 13°C, siendo punto mas caliente de la imagen y que comparándolo con el mas frío supera los 4,5°C. Por último irrumpe en el histograma la losa del balcón de planta primera, marcando una temperatura de 12,8°C.

Puntos singulares

Los puntos más representativos de esta imagen son el contraste entre las dos tipologías constructivas, las losas de balcón y los frentes de la estructura. Otro punto muy significativo y que en principio podría pasar desapercibido es la esquina que conforma la fachada en planta baja, donde observamos otro de los puntos calientes de la imagen. El estado de este punto hace pensar que nos encontramos frente a una incorrecta ejecución de las fábricas en esquina, un incorrecto solape del aislante o la inexistencia de este.

FICHA A02e

LOCALIDAD

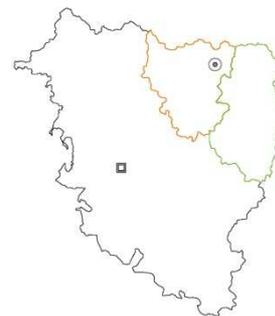
NOMBRE: Salinas

ALTITUD: 840 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:12,3ºC H.R.media:65,6%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca de la Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

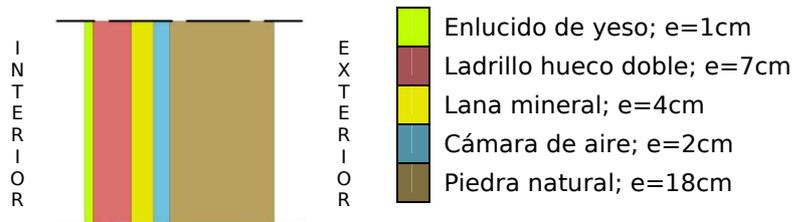
VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 5-

Transmitancia de fachada U 0,47 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación SI NO

Cumple CTE SI NO

Orientación Norte Sur Este Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

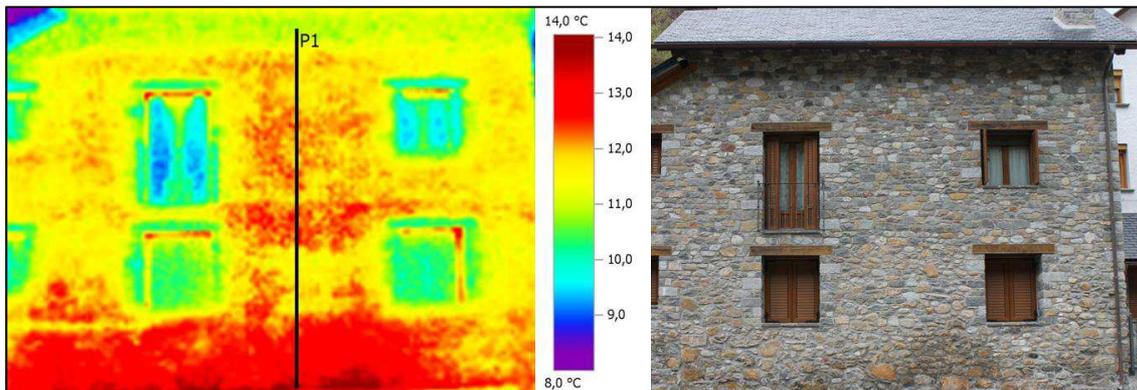
Vidrio

- Monolitico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

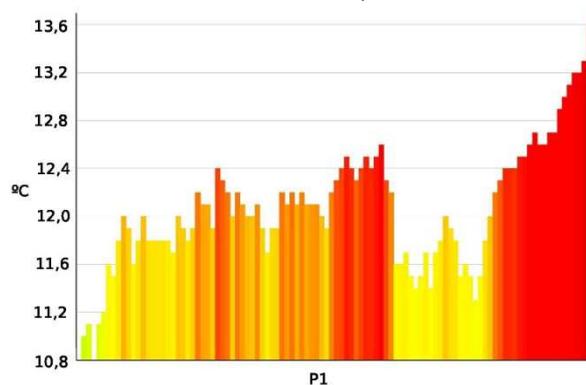
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 5°C	10:25h HUMEDAD RELATIVA 52%	ESTADO DEL CIELO Nubes altas
-----------------------	-----------------------------------	---------------------------------

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en Salinas (Comarca del Sobrarbe)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

En esta imagen se observa un aumento claro de temperatura conforme nos acercamos a los puntos más bajos llegando a alcanzar valores de 14°C, lo que supone un incremento de 4°C si lo comparamos con los puntos más fríos. En este caso los huecos llegan a comportarse mejor que el muro, salvo en algún punto de sus marcos. Estas zonas de los marcos pueden sufrir un aumento de temperatura solo por estar más protegidas que el resto, dado que el incremento es mínimo. A Priori las balconeras se comportan de igual modo que las ventanas. También se intuye en el centro de la imagen termográfica lo que podría representar un frente de forjado, actuando como un puente térmico.

Puntos singulares

Como bien representa el histograma y la imagen termográfica la base de la fachada se ve afectada por una gran carga térmica alcanzando valores de hasta 14°C los motivos que provocan este puente térmico son claramente errores constructivos, por falta de traba entre los diferentes elementos que componen el muro. La ausencia o deterioro del aislamiento térmico también puede ser una de las causas.

La parte central de la fachada también se ve afectada por una alta carga térmica en comparación con los extremos de la misma, pudiendo representar un frente de forjado o un pilar. También puede deberse a que los extremos del edificio están menos protegidos y por tanto tienen una carga térmica menor.

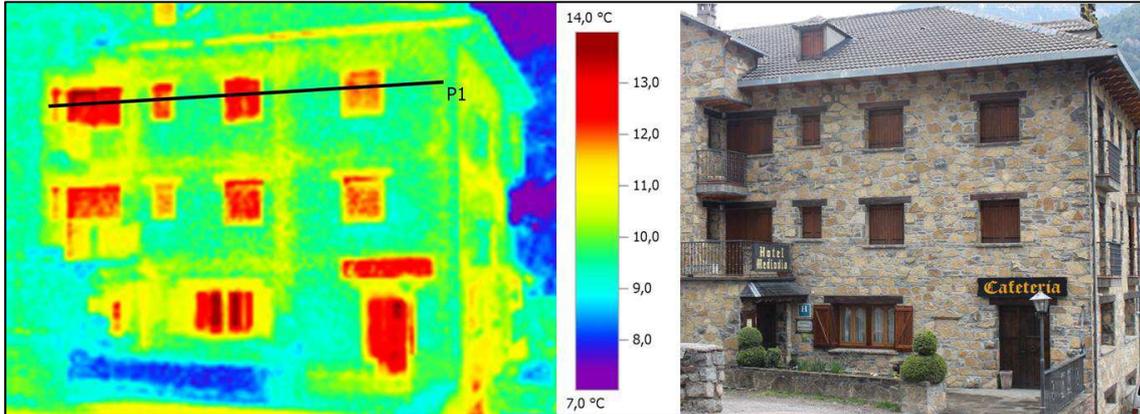
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA
5°C

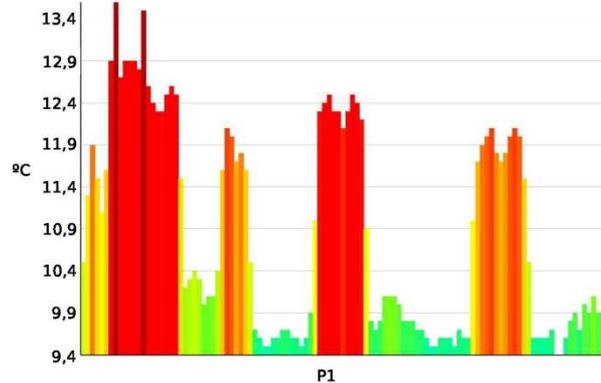
10:45h
HUMEDAD RELATIVA
52%

ESTADO DEL CIELO
Nubes altas

IMÁGENES



Hotel en San Juan de Plan (Comarca del Sobrarbe)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

En esta imagen hay un elemento que sobresale del conjunto. Se trata de las ventanas, estas se reconocen sin ningún problema sobre la imagen termográfica. En el histograma apreciamos las cuatro ventanas que atraviesa el segmento P1, dejando ver hasta el ancho de las mismas sobre el perfil de temperatura. La primera ventana alcanza el valor térmico más elevado llegando a los 13,5°C. Sucesivamente van apareciendo el resto. Si nos fijamos en la parte superior de la imagen termográfica podremos reconocer el alero, donde se puede originar un puente térmico, provocado por las viguetas que allí apoyan. También apreciamos los frentes de la estructura con un menor contraste.

Puntos singulares

Los puntos más destacados son los huecos. Estos generan un salto térmico de más de 4°C con el conjunto de la fachada. La planta baja y la planta segunda parecen tener una mayor permeabilidad térmica en sus huecos en comparación con la planta primera. También apreciamos los cabeceros de las ventanas, posiblemente debido a una diferencia de emisividad más que a un puente térmico ya que el incremento de temperatura que origina es despreciable.

Los frentes de estructura como el alero no suponen un puente térmico a considerar ya que la diferencia de temperatura de estos en comparación con el conjunto de la fábrica no supera los 0,5°C

FICHA A02f

LOCALIDAD

NOMBRE: San Juan de Plan

ALTITUD: 1121 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:12,1ºC H.R.media:65,6%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca de la Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

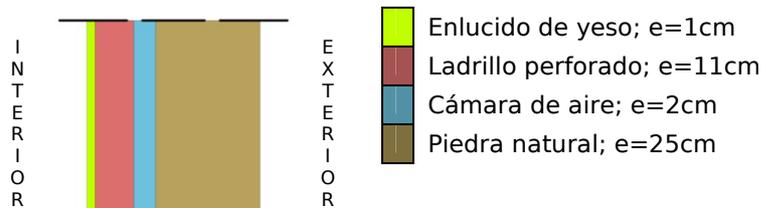
VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



Transmitancia de fachada U 1,06 W/m²K ≠ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación SI NO

Cumple CTE SI NO

Orientación Norte Sur Este Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

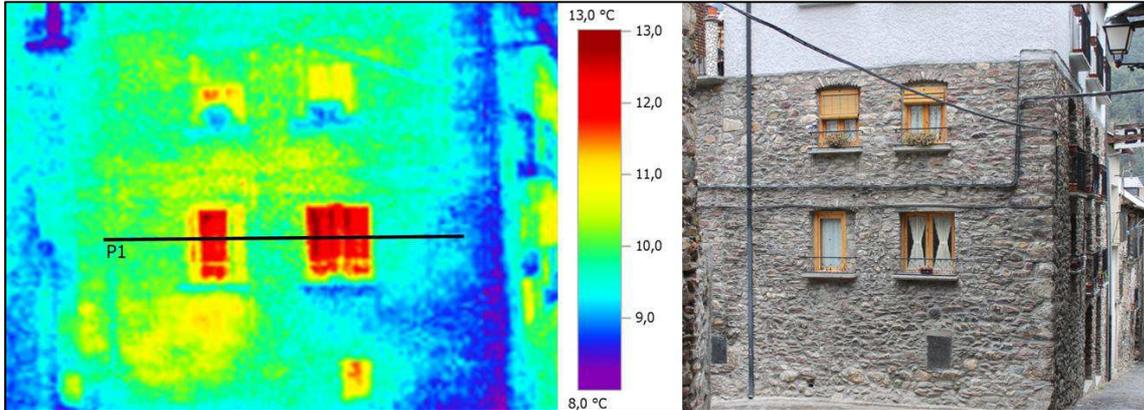
Vidrio

- Monolitico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

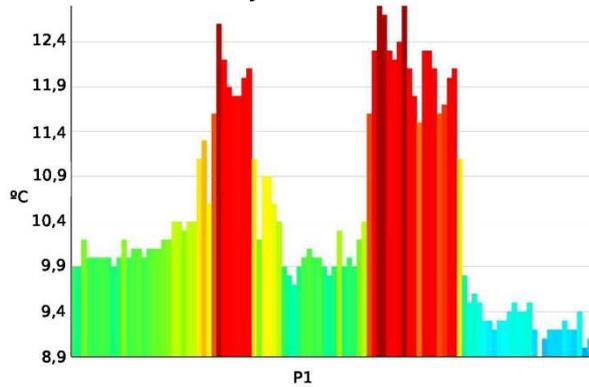
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 5°C	10:55h HUMEDAD RELATIVA 52%	ESTADO DEL CIELO Nubes altas
-----------------------	-----------------------------------	---------------------------------

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en San Juan de Plan (Comarca del Sobrarbe)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

En esta imagen se aprecia un gran puente térmico en las dos ventanas de la planta baja, estas contrastan en gran medida con sus homologas de la planta primera. Este contraste tan acusado entre dos elemento a priori iguales solo puede deberse a que una planta este habitada y la otra no. Por lo tanto nos centraremos en analizar la planta baja tal y como hemos hecho con el perfil de temperatura.

La esquina del edificio que da a una calle contigua refleja claramente unas temperaturas significativamente inferiores, pudiéndose apreciar en el histograma (zona derecha), quedando en valores de 9°C. Refleja como esa zona esta expuesta en mayor mediada a los agentes atmosféricos.

Puntos singulares

Los puntos singulares de esta imagen son las ventanas, tal incremento de temperatura se debe a la poca inercia térmica que tienen las ventanas, conformadas con marco de madera de pino y vidrio monolítico de 4mm. En el histograma se reconocen la situación de las dos ventanas, alcanzando valores de hasta 13°C, lo que supone un diferencial de 4°C con el punto mas frío de imagen, situado en la equina derecha del edificio.

FICHA A01g

LOCALIDAD

NOMBRE: Bielsa

ALTITUD: 1023 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:11,9ºC H.R.media:65,4%

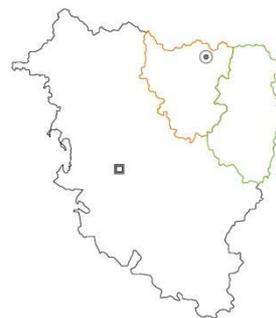
⊙Localidad

□Huesca capital

— Comarca del Sobrarbe

— Comarca de la Ribagorza

Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

Unifamiliar aislada

Unifamiliar adosada

Público aislado

Público adosado

Plurifamiliar

UBICACIÓN

Centro urbano

Alrededores

Nº DE PLANTAS

1

2

3

mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

<500m³

500-1.000m³

>1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

<1950

1950

1960

1970

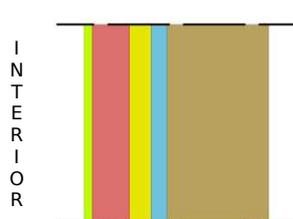
1980

1990

2000

2010

ENVOLVENTE



- Enlucido de yeso; e=2cm
- Ladrillo hueco doble; e=7cm
- Lana mineral; e=4cm
- Cámara de aire; e=3cm
- Bloque piedra natural; e=16cm

-Tipología 1-

Transmitancia de fachada U

0,47 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación

SI

NO

Cumple CTE

SI

NO

Orientación

Norte

Sur

Este

Oeste

HUECOS

Marco

Madera

Aluminio

PVC

Otros

Vidrio

Monolitico 4mm

Doble 4/6/4

Doble 4/10/4

Doble 4/16/4

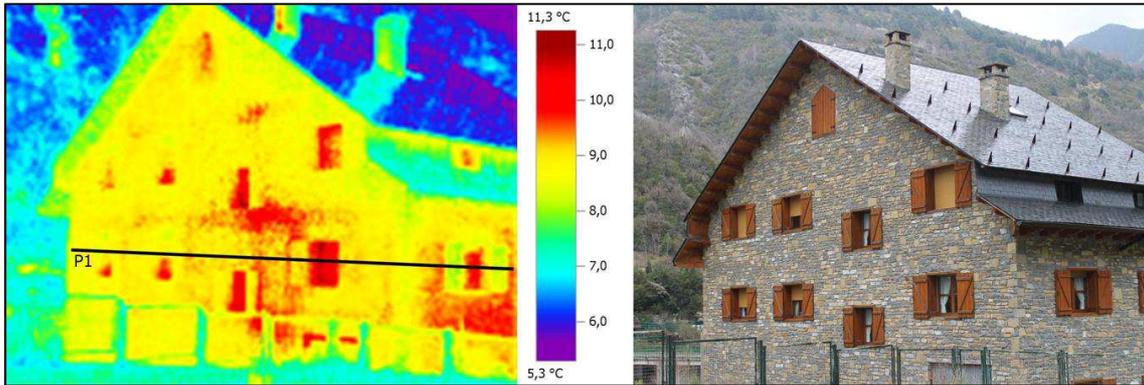
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA
4°C

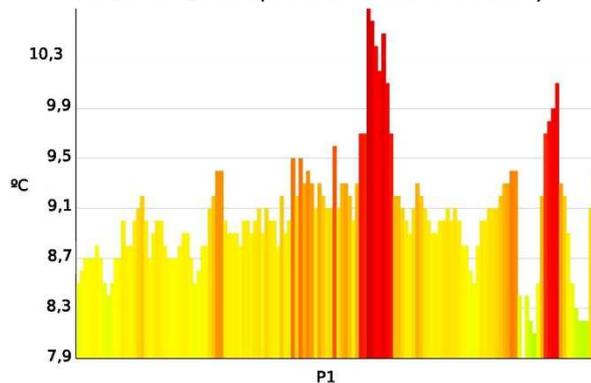
11:50h
HUMEDAD RELATIVA
52%

ESTADO DEL CIELO
Encapotado

IMÁGENES



Hotel en Bielsa(Comarca del Sobrarbe)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se observan distintas alteraciones en el conjunto de la fachada. En primer lugar los huecos de planta primera y segunda de la mitad derecha presentan unos valores térmicos claramente superiores a los de la mitad izquierda. En el histograma se puede observar como contrastan unos huecos sobre otros, llegando a alcanzar una diferencia de 3°C entre ellos. En segundo lugar cabe destacar la irregularidad térmica que aparece en la zona central de la fachada.

En el histograma podemos conocer cada uno de los puntos que atraviesa el segmento P1, destacando sobre el resto las dos ventas de planta primera situadas en la esquina norte-oeste

Puntos singulares

En esta imagen llama la atención la diferente transmisión entre los distintos huecos, esto puede ser debido a un mal estado de las carpinterías, a un error de colocación o bien a que solo algunas estancias estén habitadas, teniendo en su interior una temperatura mas elevada que en el resto.

La falta de homogeneidad que se observa en el muro en la parte centra y extremo derecho de la imagen es otro punto no menos singular.

FICHA A02g

LOCALIDAD

NOMBRE: Bielsa

ALTITUD: 1023 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:11,9ºC H.R.media:65,4%

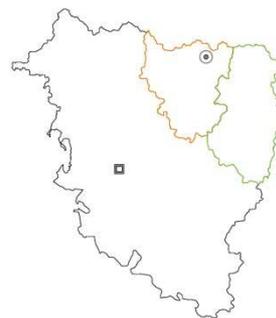
⊙Localidad

□Huesca capital

— Comarca del Sobrarbe

— Comarca de la Ribagorza

Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

Unifamiliar aislada

Unifamiliar adosada

Público aislado

Público adosado

Plurifamiliar

UBICACIÓN

Centro urbano

Alrededores

Nº DE PLANTAS

1

2

3

mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

<500m³

500-1.000m³

>1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

<1950

1950

1960

1970

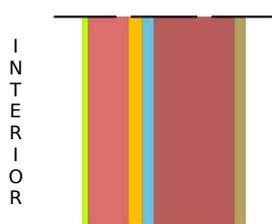
1980

1990

2000

2010

ENVOLVENTE



E
X
T
E
R
I
O
R

- Enlucido de yeso; e=1cm
- Ladrillo hueco doble; e=7cm
- Poliuretano proyectado; e=3cm
- Cámara de aire; e=2cm
- Bloque de termoarcilla; e=14cm
- Mortero monocapa; e=2cm

-Tipología 10-

Transmitancia de fachada U

0,50 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación

SI

NO

Cumple CTE

SI

NO

Orientación

Norte

Sur

Este

Oeste

HUECOS

Marco

Madera

Aluminio

PVC

Otros

Vidrio

Monolitico 4mm

Doble 4/6/4

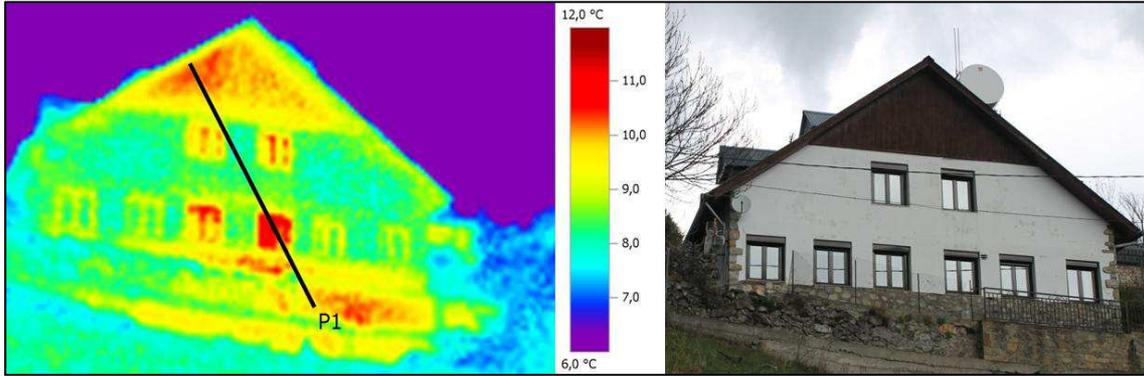
Doble 4/10/4

Doble 4/16/4

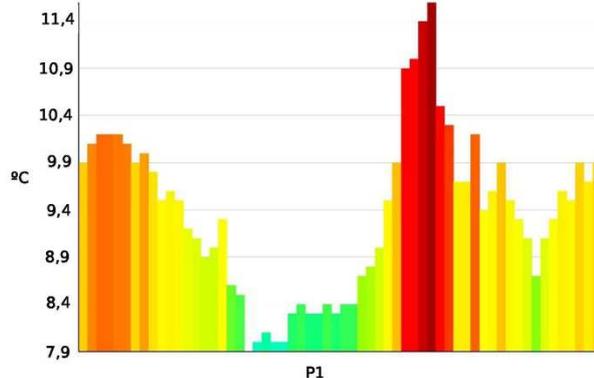
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 4°C	12:05h HUMEDAD RELATIVA 52%	ESTADO DEL CIELO Encapotado
-----------------------	-----------------------------------	--------------------------------

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en Bielsa(Comarca del Sobrarbe)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se distinguen con claridad los tres elementos que componen la fachada. Madera en la última planta, guarnecido de mortero en baja y primera, y por último un zócalo de piedra sobre los primeros metros de la fábrica. Se observa un claro contraste entre la zona aplacada de madera y el resto de la fachada. La zona alta del edificio tiene un peor comportamiento térmico en comparación con la fábrica revestida. Esta situación se puede comprobar en el histograma, identificando de una manera clara las zonas que recorre el segmento P1. Los huecos tienen un comportamiento muy heterogéneo, encontrando unos altos valores de irradiación térmica en los situados en el centro de la planta baja. Pasando inadvertidos el resto de huecos de la misma planta. Los huecos de la planta primera reflejan síntomas de sufrir mas perdidas pero sin llegar al extremo de los de planta baja.

Puntos singulares

En primer lugar el aplacado de madera situado en la planta bajo cubierta. Este es uno de los puntos a destacar debido a su incremento de temperatura en comparación con el resto de la fachada, tal y como representa el histograma esta zona alcanza unos valores de 10,2°C que se traduce en 2,5°C mas que el conjunto de la fábrica revestida.

La ventana de planta baja refleja el punto más caliente de la imagen llegando a los 12,4°C tal y como se aprecia en el perfil de temperatura. Suponiendo una diferencia con el resto del perfil de 4°C. Este comportamiento tan dispar en comparación con el resto de huecos puede ser debido a un mal estado de la ventana en cuestión, una gran fuente de calor en su interior o que solo esa sala esté habitada.

FICHA A03g

LOCALIDAD

NOMBRE: Bielsa

ALTITUD: 1023 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:11,9ºC H.R.media:65,4%

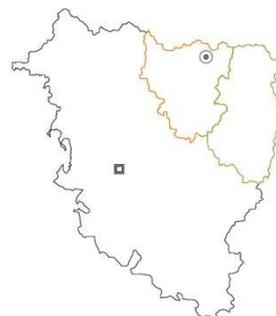
⊙Localidad

□Huesca capital

— Comarca del Sobrarbe

— Comarca de la Ribagorza

Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

Unifamiliar aislada

Unifamiliar adosada

Público aislado

Público adosado

Plurifamiliar

UBICACIÓN

Centro urbano

Alrededores

Nº DE PLANTAS

1

2

3

mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

<500m³

500-1.000m³

>1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

<1950

1950

1960

1970

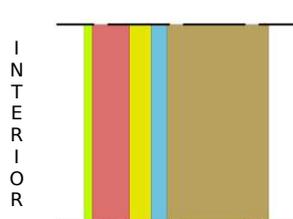
1980

1990

2000

2010

ENVOLVENTE



- Enlucido de yeso; e=2cm
- Ladrillo hueco doble; e=7cm
- Lana mineral; e=4cm
- Cámara de aire; e=3cm
- Bloque piedra natural; e=16cm

-Tipología 1-

Transmitancia de fachada U

0,47 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación

SI

NO

Cumple CTE

SI

NO

Orientación

Norte

Sur

Este

Oeste

HUECOS

Marco

Madera

Aluminio

PVC

Otros

Vidrio

Monolitico 4mm

Doble 4/6/4

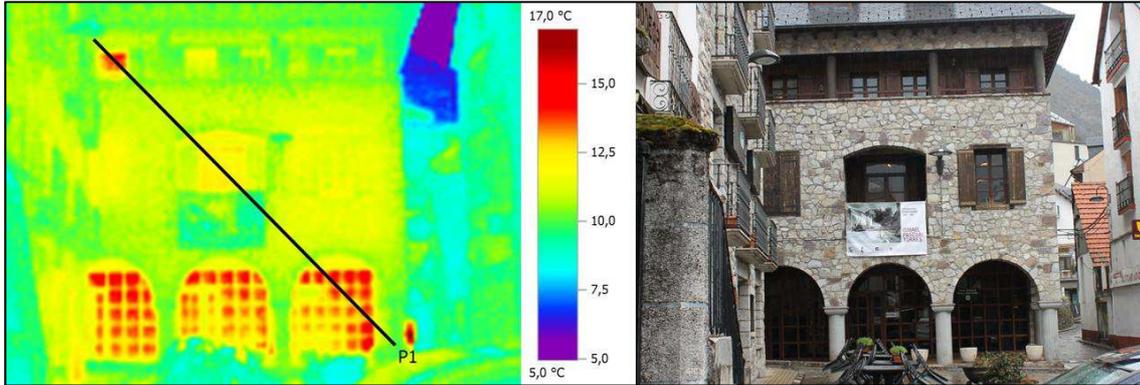
Doble 4/10/4

Doble 4/16/4

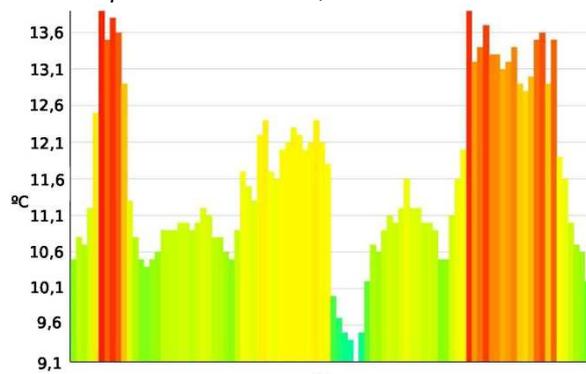
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 4°C	12:15h HUMEDAD RELATIVA 52%	ESTADO DEL CIELO Encapotado
-----------------------	-----------------------------------	--------------------------------

IMÁGENES



Edificio publico en Bielsa(Comarca del Sobrarbe)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se observa una gran homogeneidad en el conjunto de la fachada, sólo viéndose afectada por el incremento de temperatura que producen los huecos, en particular las cristaleras de planta baja y la ventana situada en la segunda planta. Estos huecos se pueden reconocer en el histograma donde las cristaleras de planta baja y la ventana de la segunda planta toman gran protagonismo, también se puede reconocer la ventana central de planta primera. La esquina del edificio recayente a la calle contigua presenta unos valores de temperatura más bajos, debido principalmente a que se encuentra más desprotegida.

Puntos singulares

Las cristaleras de planta baja, conformadas por marcos de madera y vidrio monolítico de 4mm son el puente térmico mas acusado de la fachada, no solo por los valores térmicos que alcanzan 14,3°C sino por la gran cantidad de superficie que representan, todo esto queda claramente ilustrado en el perfil de temperatura donde se llegan a reconocer los puntos que pertenecen al marco y los que pertenecen al vidrio.

La ventana de planta segunda queda claramente representada en el histograma alcanza un valor de 14,2°C.

La ventana de planta primera también se reconoce en el perfil de temperatura al no superar los 12,2°C.

FICHA A04g

LOCALIDAD

NOMBRE: Bielsa

ALTITUD: 1023 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:11,9ºC H.R.media:65,4%

⊙Localidad

□Huesca capital

— Comarca del Sobrarbe

— Comarca de la Ribagorza

Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

Unifamiliar aislada

Unifamiliar adosada

Público aislado

Público adosado

Plurifamiliar

UBICACIÓN

Centro urbano

Alrededores

Nº DE PLANTAS

1

2

3

mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

<500m³

500-1.000m³

>1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

<1950

1950

1960

1970

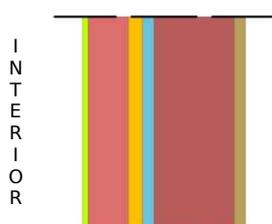
1980

1990

2000

2010

ENVOLVENTE



E
X
T
E
R
I
O
R

- Enlucido de yeso; e=1cm
- Ladrillo hueco doble; e=7cm
- Poliuretano proyectado; e=4cm
- Cámara de aire; e=3cm
- Bloque de termoarcilla; e=19cm
- Mortero monocapa; e=2cm

-Tipología 6-

Transmitancia de fachada U

0,43 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación

SI

NO

Cumple CTE

SI

NO

Orientación

Norte

Sur

Este

Oeste

HUECOS

Marco

Madera

Aluminio

PVC

Otros

Vidrio

Monolitico 4mm

Doble 4/6/4

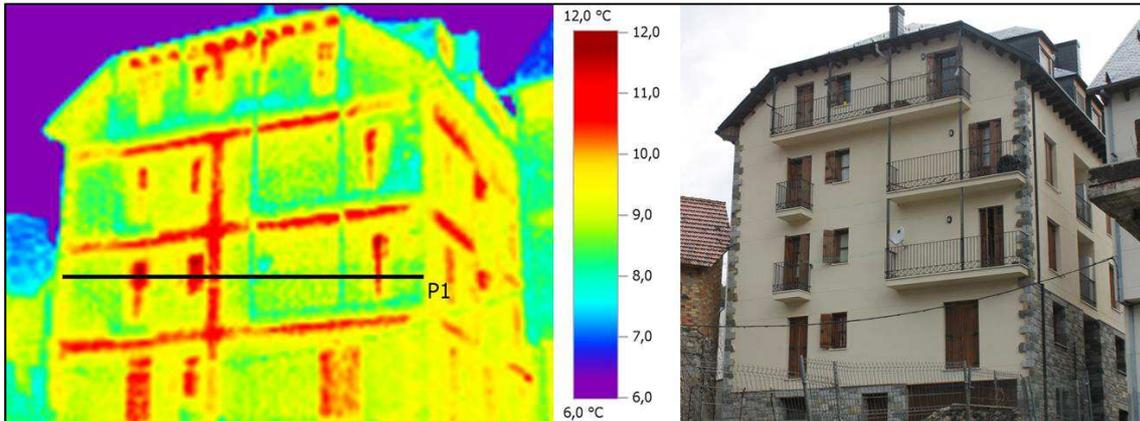
Doble 4/10/4

Doble 4/16/4

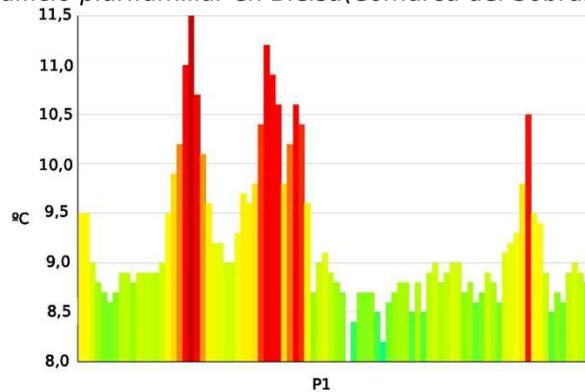
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 4°C	12:35h HUMEDAD RELATIVA 52%	ESTADO DEL CIELO Encapotado
-----------------------	-----------------------------------	--------------------------------

IMÁGENES



Edificio plurifamiliar en Bielsa(Comarca del Sobrarbe)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se observa un gran contraste entre el frente de estructura, huecos y alero con el resto de la fachada. Este contraste se ve reflejado en la imagen termográfica y en el histograma donde se reconocen claramente cada uno de los puntos que atraviesa el segmento P1. Este contraste se cuantifica en 3°C llegados a los puntos más extremos.

Una vez mas el contraste ente la temperatura del edificio y su entorno permite definir claramente todos los elementos constructivos que lo componen mediante una imagen termográfica.

Puntos singulares

Los puntos más destacados en este caso son los frentes de estructura, que alcanzan una temperatura de 11,5°C en su punto más caliente, de igual modo las ventanas, que aunque tienen un comportamiento bastante homogéneo cabe destacar la que atraviesa el segmento en primera instancia siendo el punto mas caliente de todas ellas. Por ultimo el alero de cubierta que presenta una temperatura de 11,3°C. Estos tres elementos conforman los puentes térmicos más habituales en fachada, siendo en este caso muy significativos, más por la gran superficie que supone que por el exceso de incremento térmico.

FICHA A01h

LOCALIDAD

NOMBRE: Javierre

ALTITUD: 1170 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:11,8ºC H.R.media:65,4%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca dela Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 4-

Transmitancia de fachada U	0,45 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K			
Riesgo de condensación	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO		
Cumple CTE	<input checked="" type="checkbox"/> SI			<input type="checkbox"/> NO
Orientación	<input type="checkbox"/> Norte	<input type="checkbox"/> Sur	<input checked="" type="checkbox"/> Este	<input type="checkbox"/> Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

Vidrio

- Monolitico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

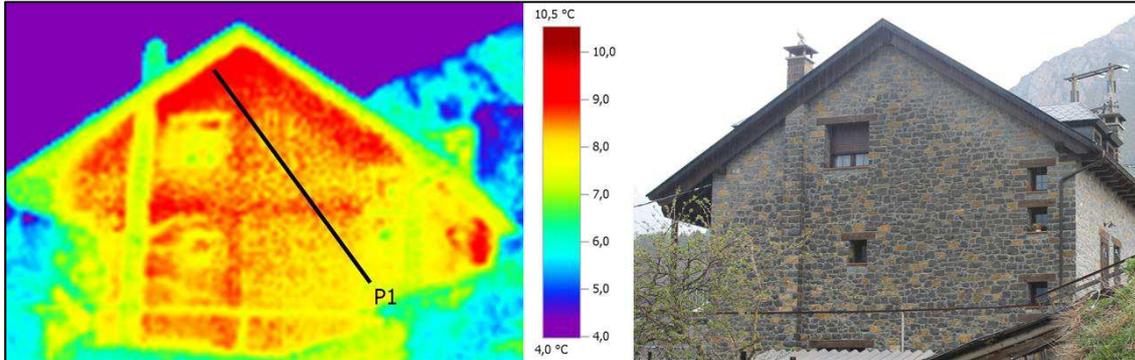
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA
4°C

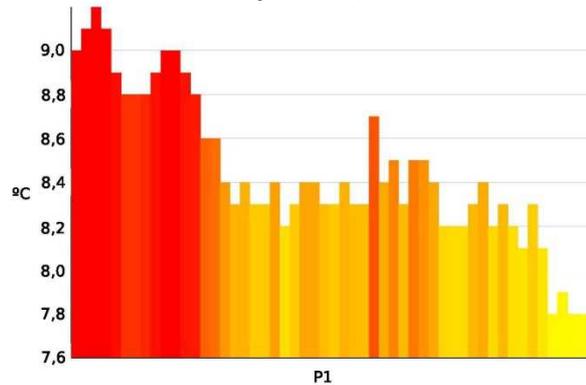
12:55h
HUMEDAD RELATIVA
52%

ESTADO DEL CIELO
Encapotado

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en Javierre(Comarca del Sobrarbe)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se observa un comportamiento homogéneo en el conjunto de la fachada, no existen contrastes excesivos entre muro y huecos. Cabe mencionar como se aprecia una transmisión térmica mas elevada en la zona inferior del alero. Como refleja el histograma esta trasmisión térmica descende conforme el segmento va bajando hacia las partes mas bajas de la fachada. El incremento de estos valores es de 2,5°C desde un punto inferior hasta un punto situado bajo el alero. Se intuye pero de una forma muy discreta la estructura que recae a fachada, conformando cuatro cuadrantes. El cuadrante situado en la parte inferior derecha es el que mejor comportamiento térmico tiene, llegando a valores mínimos de 7,7°C. El contraste producido por la temperatura del edificio en comparación con el entorno permite que quede claramente definida su silueta en la imagen termográfica.

Puntos singulares

El punto o zona más singular de esta imagen es la afectada por el alero. El aumento de temperatura de esta zona puede ser debido a varias hipótesis. Una mala ejecución de esta parte de la fábrica. Una incorrecta unión entre la cubierta y el paramento vertical provocando un flujo de energía. Un exceso de soleamiento de la cubierta que repercute de forma directa en las zonas más próximas a la misma. Esta última opción no se debe contemplar debido a que durante el día de la muestra no hubo sol para poder afectar al paramento de este modo. Otra zona que se puede destacar es el conducto de la chimenea, este se ve perfectamente sobre la imagen termográfica con una irradiación de calor mucho menor al resto de elementos.

FICHA B01a

LOCALIDAD

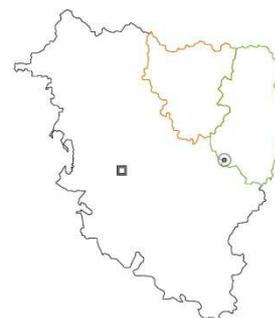
NOMBRE: Graus

ALTITUD: 500 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:14,8ºC H.R.media:66,2%

⊙Localidad
 □Huesca capital
 — Comarca del Sobrarbe
 — Comarca dela Ribagorza
 Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada Unifamiliar adosada
Público aislado Público adosado Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1 2 3 mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³ 500-1.000m³ >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 10-

Transmitancia de fachada U 0,50 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación SI NO

Cumple CTE SI NO

Orientación Norte Sur Este Oeste

HUECOS

Marco

- Madera Aluminio PVC Otros

Vidrio

- Monolitico 4mm Doble 4/6/4 Doble 4/10/4 Doble 4/16/4

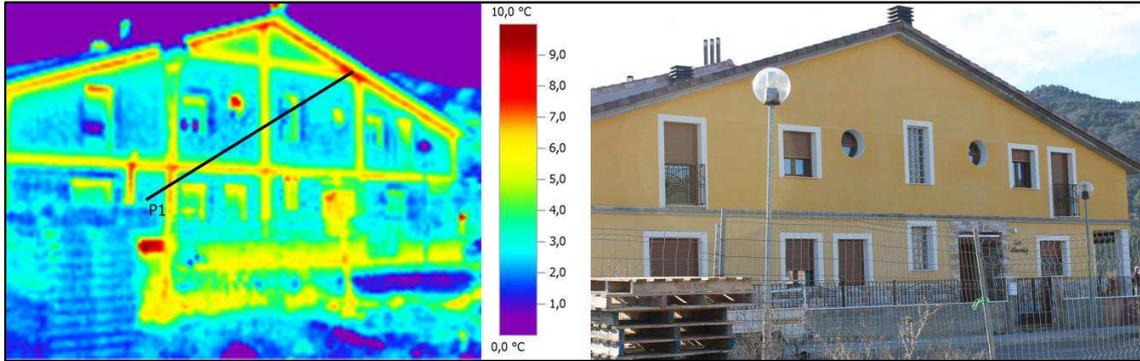
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA
4°C

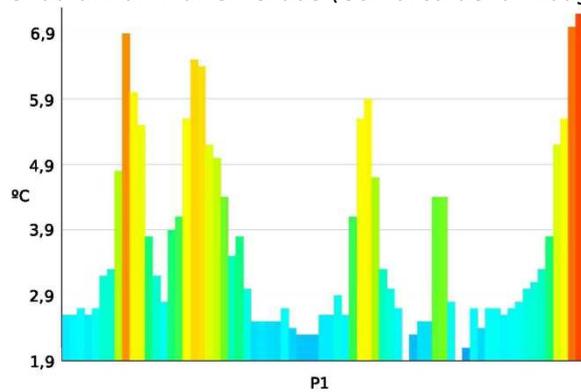
9:05h
HUMEDAD RELATIVA
51%

ESTADO DEL CIELO
Despejado

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en Graus (Comarca de la Ribagorza)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se observa un gran contraste entre los paños de fábrica y los frentes de estructura. Estos últimos se reconocen de forma sencilla si nos fijamos en el histograma que genera el segmento P1, es aquí donde podemos comprobar los valores que generan estos frentes de estructura, llegando a diferencias de 5°C con el resto de la fachada. El conjunto de la fachada se comporta de una forma homogénea a excepción del forjado inclinado. El punto más caliente lo encontramos en este forjado que presenta una temperatura de 7,5°C.

En este caso se aprecia un buen comportamiento de los huecos ya que pasan desapercibidas con el conjunto del muro. Estos tienen un valor medio de 3,2°C.

Puntos singulares

Lo más destacable de esta imagen son los puentes térmicos que aparecen en los frentes de estructura. Siendo más acusados en el forjado inclinado de cubierta.

El incremento de temperatura de un paño de fábrica a un frente de forjado es de 5°C. Este dato indica la relevancia de este elemento como puente térmico.

El estado de la ventana circular se debe despreciar puesto que esta abierta

Cabe destacar el buen comportamiento de las ventanas en comparación con la gran mayoría de casos que hemos estudiado, este síntoma se puede acusar al material del marco, pvc, un perfecto aislante, debido a sus características como material así como a la forma en que se constituyen estos marcos, generando una gran cantidad de cámaras, todo esto sumado a un vidrio doble 4/10/4.

FICHA B02a

LOCALIDAD

NOMBRE: Graus

ALTITUD: 500 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:14,8ºC H.R.media:66,2%

⊙Localidad
 □Huesca capital
 — Comarca del Sobrarbe
 — Comarca dela Ribagorza
 Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada Unifamiliar adosada
 Público aislado Público adosado Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1 2 3 mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³ 500-1.000m³ >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 10-

Transmitancia de fachada U 0,50 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación SI NO

Cumple CTE SI NO

Orientación Norte Sur Este Oeste

HUECOS

Marco

- Madera Aluminio PVC Otros

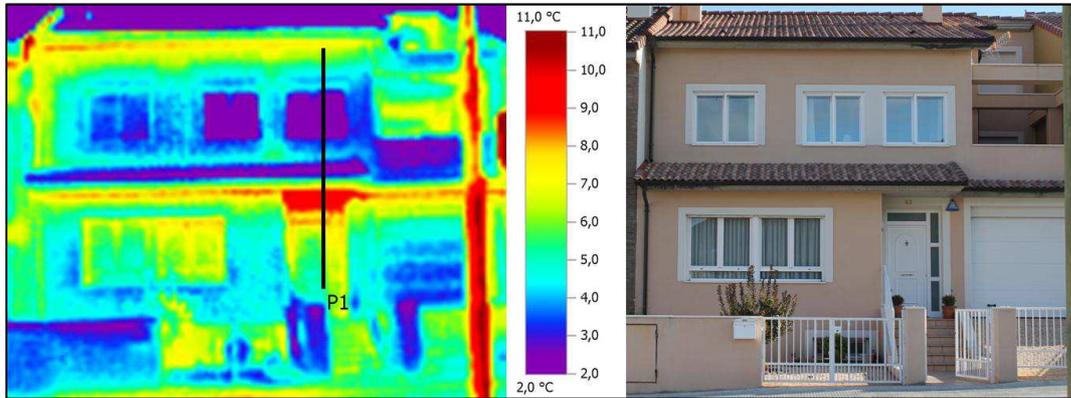
Vidrio

- Monolitico 4mm Doble 4/6/4 Doble 4/10/4 Doble 4/16/4

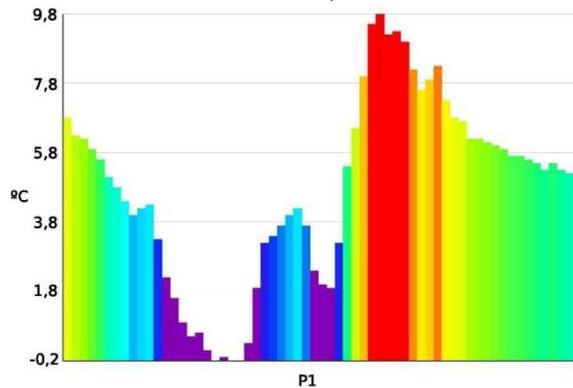
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 4°C	9:10h HUMEDAD RELATIVA 51%	ESTADO DEL CIELO Despejado
-----------------------	----------------------------------	-------------------------------

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en Graus (Comarca de la Ribagorza)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Observamos un buen comportamiento del conjunto, con la excepción de la losa del alero de la entrada, punto más caliente de la envolvente y la losa del alero de la cubierta que se muestra con un suave tono más cálido que el resto indicando un incorrecto funcionamiento de esta zona. Cabe destacar los puntos más fríos de la imagen que se encuentran por debajo de los 0°C, esto se debe a que la toma de la muestra se hizo en un día frío y a una hora temprana, estando estos puntos influenciados por el frío de la noche. Se observa un comportamiento muy diferente entre los huecos de planta baja y los de planta primera, estando estos últimos en unos valores de 0°C muy por debajo de los de planta baja a 6°C

Puntos singulares

Los dos puentes térmicos que apreciamos en esta envolvente son las losas de los aleros, tanto el de la entrada como el de la cubierta.

La losa del alero de la entrada es el punto más crítico, siendo claramente reconocible en el perfil de temperatura. Alcanza un valor de 10°C lo que supone que ese punto irradie una cantidad de calor muy superior al resto. Este puente térmico se prolonga en todo el ancho de la fachada a la altura del forjado de la primera planta.

Algo similar ocurre con el alero de cubierta que presenta una temperatura de 8°C. Al tener menos superficie vista no se refleja como un punto tan protagonista.

FICHA B03a

LOCALIDAD

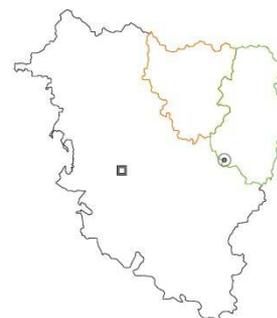
NOMBRE: Graus

ALTITUD: 500 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:14,8ºC H.R.media:66,2%

⊙Localidad
 □Huesca capital
 — Comarca del Sobrarbe
 — Comarca dela Ribagorza
 Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada Unifamiliar adosada
Público aislado Público adosado Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1 2 3 mas

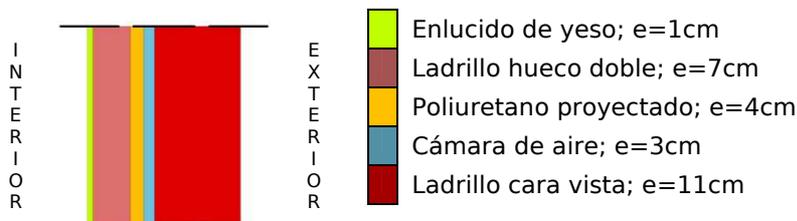
VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³ 500-1.000m³ >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 3-

Transmitancia de fachada U 0,51 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación SI NO

Cumple CTE SI NO

Orientación Norte Sur Este Oeste

HUECOS

Marco

- Madera Aluminio PVC Otros

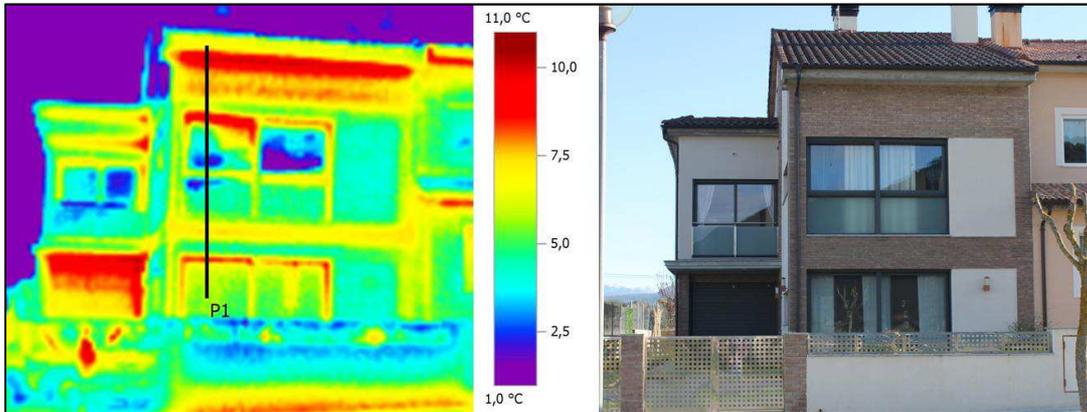
Vidrio

- Monolitico 4mm Doble 4/6/4 Doble 4/10/4 Doble 4/16/4

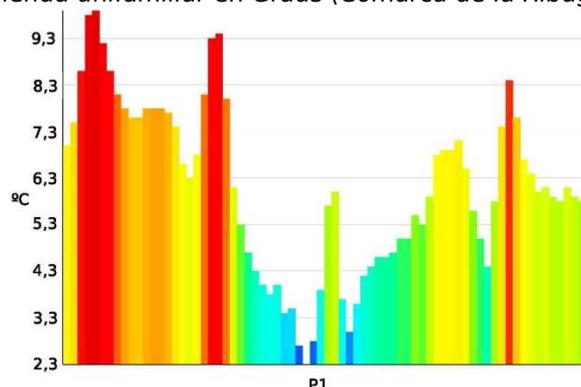
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 4°C	9:15h HUMEDAD RELATIVA 51%	ESTADO DEL CIELO Despejado
-----------------------	----------------------------------	-------------------------------

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en Graus (Comarca de la Ribagorza)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se observa una clara irregularidad en el conjunto de la envolvente, esto se debe a la cantidad de puntos que alteran una distribución normal de la temperatura en fachada. Se aprecian unos claros puentes térmicos en los aleros, tanto en el principal como en el que se sitúa en el acceso al garaje, valor promedio de ambos 9,9°C. También apreciamos el frente de forjado de la primera planta con un valor de 7,3°C. El ventanal principal de planta primera presenta una irregularidad en su parte superior, cuantificada en 9,5°C. Algo similar ocurre con el ventanal de planta baja pero no sufre un puente térmico tan acusado.

Puntos singulares

Los aleros vuelven a ser el canal transmisor de temperatura desde el interior al exterior. En el caso de los huecos observamos un mal comportamiento de los marcos, posiblemente se deba a la ausencia de rotura puente térmico que evite la transmisión de temperatura a través del aluminio. El ventanal de planta primera podría presentar un incorrecto sellado de su parte superior, tal y como se interpreta en la imagen termográfica.

FICHA B01b

LOCALIDAD

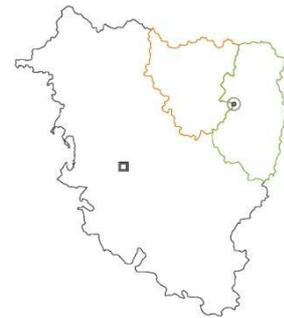
NOMBRE: Campo

ALTITUD: 691 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:13,4ºC H.R.media:66,2%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca de la Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 2-

Transmitancia de fachada U

1,04 W/m²K ≠ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación

- SI
- NO

Cumple CTE

- SI
- NO

Orientación

- Norte
- Sur
- Este
- Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

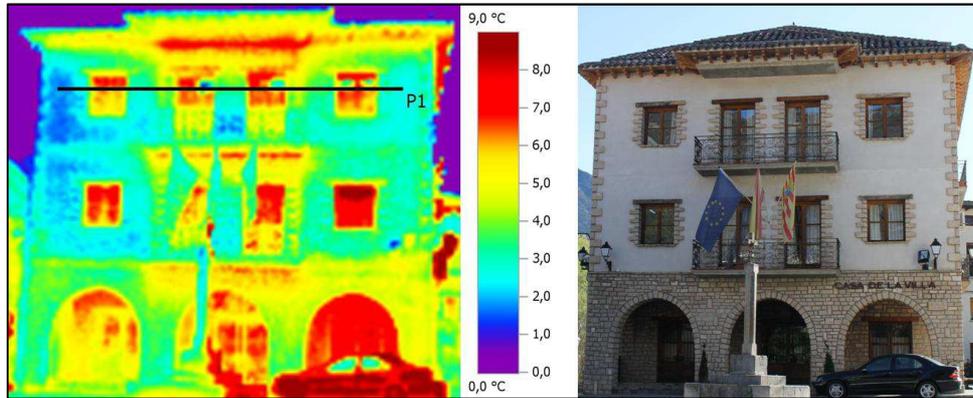
Vidrio

- Monolítico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

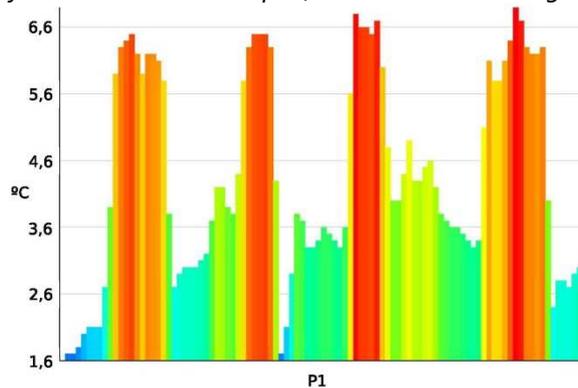
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 4°C	9:45h HUMEDAD RELATIVA 51%	ESTADO DEL CIELO Despejado
-----------------------	----------------------------------	-------------------------------

IMÁGENES



Ayuntamiento de Campo (Comarca de la Ribagorza)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se observa un gran contraste entre el muro de piedra y las ventanas, tal y como se reconoce en el perfil de temperatura este contraste se puede cuantificar en 3.8°C. Cada una de las ventanas que atraviesa el segmento P1 es perfectamente reconocible sobre el histograma. El reparto de temperaturas en las ventanas es ligeramente dispar, siendo más elevadas en la primera planta. Sin embargo el comportamiento de puertas balconeras y ventas tiene una respuesta más homogénea. Se intuye un claro flujo de temperatura en el alero de cubierta, siendo acusado en la losa de hormigón que sobresale. El histograma refleja unas temperaturas bajas en los extremos del edificio en comparación con las zonas centrales de la fachada. Este síntoma puede deberse a la falta de protección de los puntos exteriores que se ven sometidos de una forma más directa a los agentes atmosféricos.

Puntos singulares

Los puntos más destacados en esta envolvente son los huecos y el alero de cubierta. Los huecos están compuestos por un marco de madera y un vidrio monolítico de 4mm. Constituyen el punto mas caliente de la imagen con un valor de 8°C. El conjunto de la ventana no supone una barrera significativa para evitar la pérdida de temperatura. El alero de la cubierta conformado de hormigón genera un puente térmico muy acusado, alcanzando un valor de 6,7°C.

Despreciamos el estado del arco situado a la derecha, ya que podría estar afectado por la temperatura que puede irradiar el coche que allí se encuentra.

FICHA B02b

LOCALIDAD

NOMBRE: Campo

ALTITUD: 691 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:13,4ºC H.R.media:66,2%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca de la Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 13-

Transmitancia de fachada U 0,49 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación SI NO

Cumple CTE SI NO

Orientación Norte Sur Este Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

Vidrio

- Monolítico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

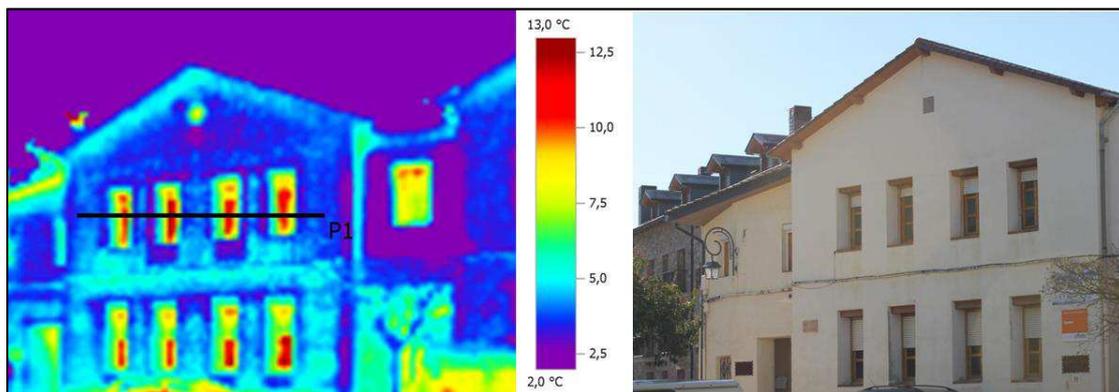
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA
4°C

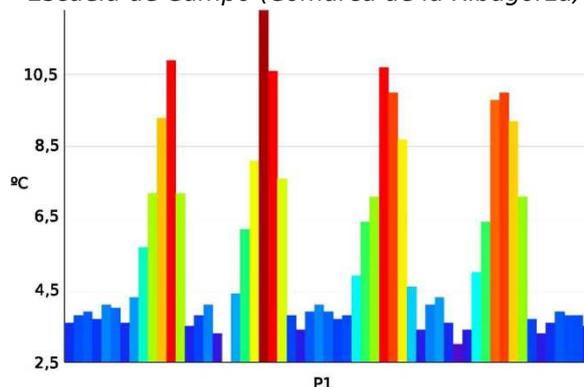
9:50h
HUMEDAD RELATIVA
51%

ESTADO DEL CIELO
Despejado

IMÁGENES



Escuela de Campo (Comarca de la Ribagorza)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se observa una distribución muy homogénea de las temperaturas en la fábrica de piedra, levemente mas caliente en la planta baja. Se distingue el frente de forjado que divide las dos plantas. Una vez más podemos reconocer a la perfección cada uno de los puntos que atraviesa el segmento P1 sobre el histograma. En este caso las protagonistas son las cuatro ventanas de planta primera que presentan un gran contraste en comparación con la fábrica de piedra. Estas ventanas tienen una temperatura media de 10,6°C y la segunda ventana de la primera planta es el punto mas caliente de la envolvente con 11,2°C. Se diferencian las distintas emisividades entre las persianas y los vidrios de los huecos.

Puntos singulares

Se observa una distribución de temperatura muy similar en cada uno de los huecos, tal y como refleja el histograma. Las ocho ventanas que pertenecen a la envolvente causan un gran puente térmico. Posiblemente la composición de madera mas vidrio monolítico de 4mm sea la causa principal del estado de los huecos.

FICHA B03b

LOCALIDAD

NOMBRE: Campo

ALTITUD: 691 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:13,4ºC H.R.media:66,2%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca de la Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 2-

Transmitancia de fachada U 1,04 W/m²K ≠ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación SI NO

Cumple CTE SI NO

Orientación Norte Sur Este Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

Vidrio

- Monolítico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

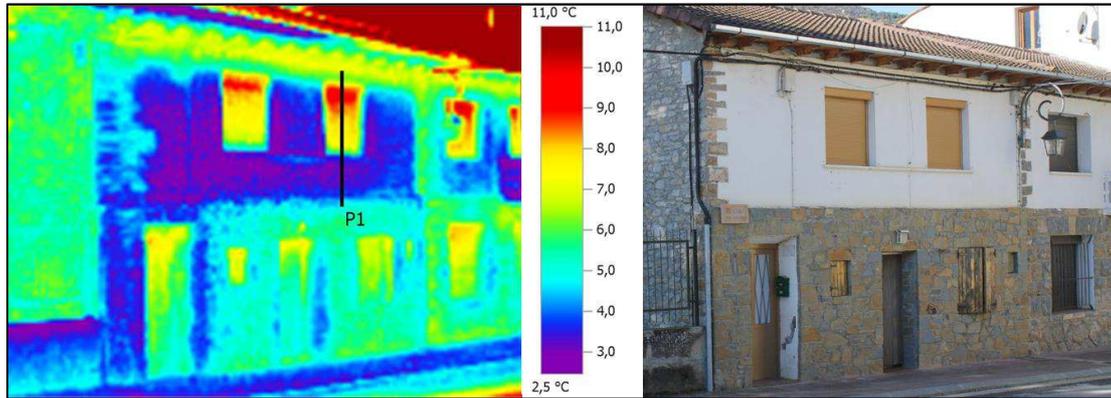
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA
4°C

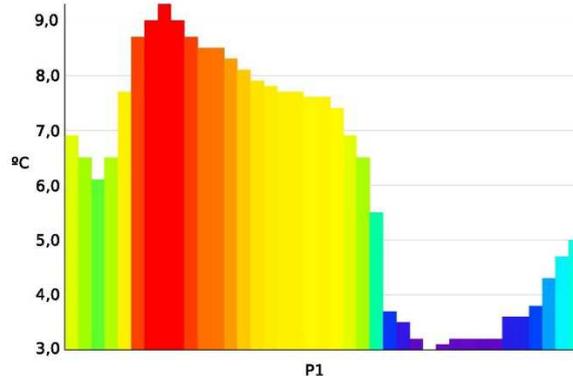
9:55h
HUMEDAD RELATIVA
51%

ESTADO DEL CIELO
Despejado

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en Campo (Comarca de la Ribagorza)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se observa un gran contraste entre los dos acabados de la envolvente, teniendo un mejor comportamiento el guarnecido de mortero, estando 1°C por debajo. Cada uno de ellos presenta una distribución de la temperatura muy homogénea.

De igual modo se aprecia la situación de los huecos sobre la imagen termográfica. Estos no presentan un comportamiento homogéneo, viéndose afectados en mayor medida los situados en primera planta. Tal y como representa el histograma los huecos de planta primera sufren un incremento de temperatura en la zona del cajón de la persiana alcanzando un valor de 9,2°C.

Se distingue el alero en la parte superior de la imagen con unos tonos claro que denotan un aumento de la temperatura. En este caso y según indica el histograma con un valor de 7°C

Puntos singulares

Los puntos más significativos de esta imagen son los puentes térmicos producidos en los cajones de las persianas. El histograma representa fielmente como actúa este elemento en el hueco. Al tratarse de un elemento independiente a la ventana no cuenta con las mismas prestaciones que esta, en muchos casos carece de aislamiento ya que habitualmente va colocado detrás de la fábrica, pero en casos como este donde el cajón queda visto se convierte en un puente térmico de importancia.

FICHA B01c

LOCALIDAD

NOMBRE: El Run

ALTITUD: 828 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:10,2ºC H.R.media:66,2%

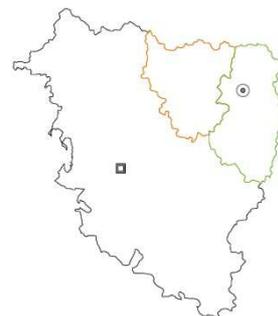
⊙Localidad

□Huesca capital

— Comarca del Sobrarbe

— Comarca de la Ribagorza

Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

Unifamiliar aislada

Unifamiliar adosada

Público aislado

Público adosado

Plurifamiliar

UBICACIÓN

Centro urbano

Alrededores

Nº DE PLANTAS

1

2

3

mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

<500m³

500-1.000m³

>1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

<1950

1950

1960

1970

1980

1990

2000

2010

ENVOLVENTE



-Tipología 10-

Transmitancia de fachada U

0,50 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación

SI

NO

Cumple CTE

SI

NO

Orientación

Norte

Sur

Este

Oeste

HUECOS

Marco

Madera

Aluminio

PVC

Otros

Vidrio

Monolítico 4mm

Doble 4/6/4

Doble 4/10/4

Doble 4/16/4

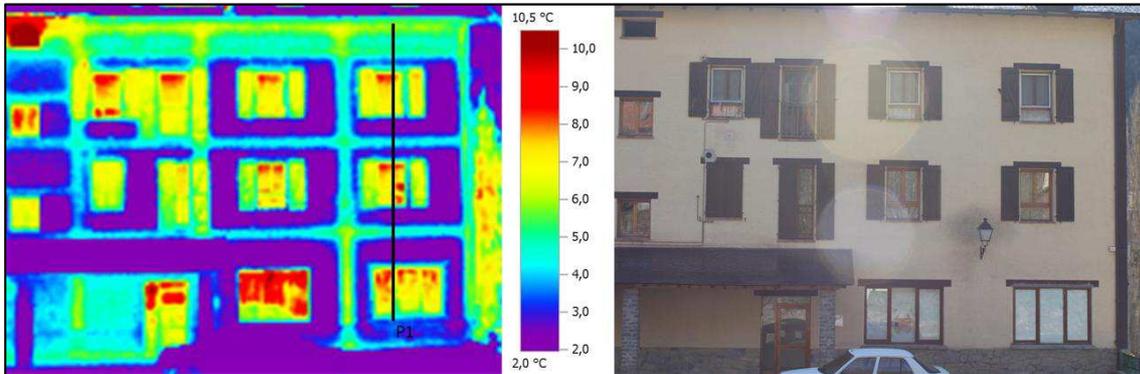
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA
4°C

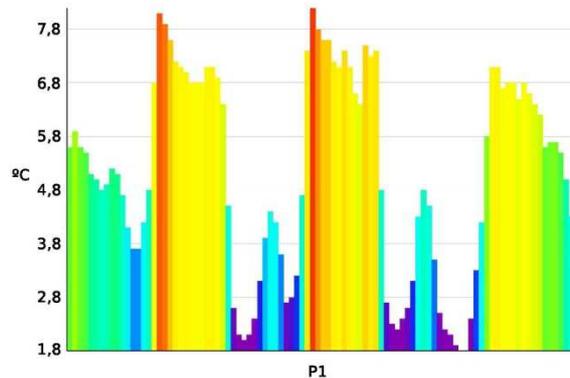
10:45h
HUMEDAD RELATIVA
51%

ESTADO DEL CIELO
Despejado

IMÁGENES



Edificio plurifamiliar en El Run (Comarca de la Ribagorza)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Nos encontramos frente a una imagen donde se reconocen todos los elementos que componen la fachada. En el perfil de temperatura podemos identificar cada uno de los puntos que atraviesa el segmento P1. La parte situada bajo el alero presenta una alteración térmica muy singular, encontrándose 4°C por encima del resto del paño, a priori construido de igual modo. Los huecos suponen otra de las alteraciones de la fachada, presentando una temperatura mayor en las zonas del dintel de la ventana. El estado de los huecos es en gran medida homogéneo, sus variables suponen 1°C como valor máximo. El frente de estructura conforma una cuadrícula casi perfecta, alcanzando unos valores claramente inferiores a los de los huecos, no por ello menos importantes situados en 4,8°C. Despreciaremos el estado de la ventana más afectada en planta baja al poder estar influenciada por el coche que tiene delante, así como el hueco situado en la última planta en la zona izquierda de la imagen por estar abierto.

Puntos singulares

La franja situada bajo el alero, conforma uno de los puntos más singulares. Sin conocer un motivo claro para justificar su estado podemos pensar que esta zona está influenciada por el propio alero, sobre este incide el sol y puede estar actuado como fuente de irradiación de calor. Esta zona se corresponde con la parte inicial del histograma. Las ventanas compuestas de marco de madera y vidrio doble 4/6/4 contrastan hasta en 5,2°C con el conjunto de fábrica, lo que supone un puente térmico de importancia, tanto por el calor que irradian como por la cantidad de huecos que componen la fachada con un comportamiento similar.

FICHA B02c

LOCALIDAD

NOMBRE: El Run

ALTITUD: 828 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media:10,2ºC H.R.media:66,2%

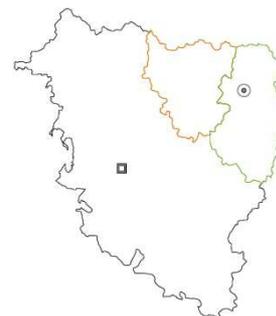
⊙Localidad

□Huesca capital

— Comarca del Sobrarbe

— Comarca de la Ribagorza

Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

Unifamiliar aislada

Unifamiliar adosada

Público aislado

Público adosado

Plurifamiliar

UBICACIÓN

Centro urbano

Alrededores

Nº DE PLANTAS

1

2

3

mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

<500m³

500-1.000m³

>1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

<1950

1950

1960

1970

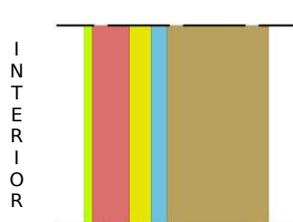
1980

1990

2000

2010

ENVOLVENTE



- Enlucido de yeso; e=2cm
- Ladrillo hueco doble; e=7cm
- Lana mineral; e=4cm
- Cámara de aire; e=3cm
- Bloque piedra natural; e=16cm

-Tipología 1-

Transmitancia de fachada U

0,47 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación

SI

NO

Cumple CTE

SI

NO

Orientación

Norte

Sur

Este

Oeste

HUECOS

Marco

Madera

Aluminio

PVC

Otros

Vidrio

Monolítico 4mm

Doble 4/6/4

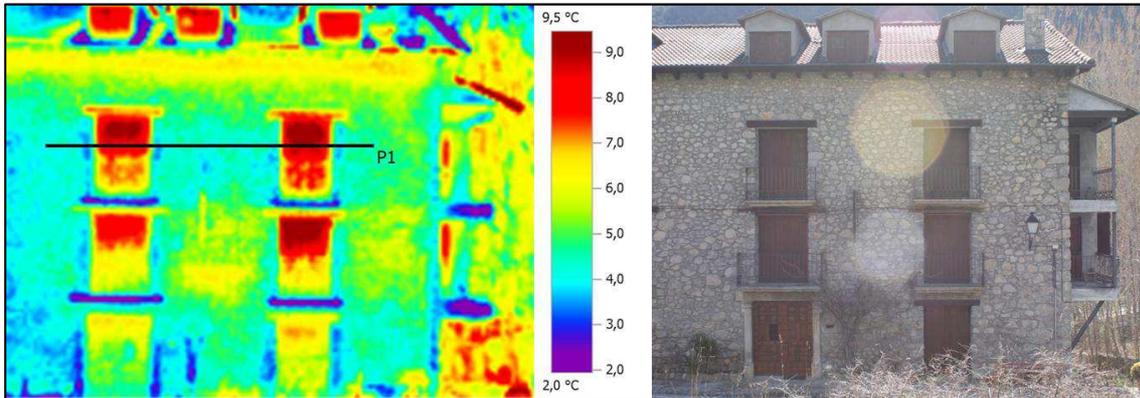
Doble 4/10/4

Doble 4/16/4

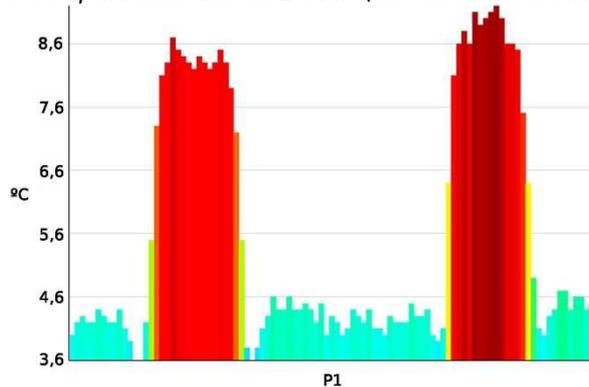
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 4°C 10:50h HUMEDAD RELATIVA 51% ESTADO DEL CIELO Despejado

IMÁGENES



Edificio de apartamentos en El Run (Comarca de la Ribagorza)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se observa una distribución de temperatura homogénea sobre la fábrica de piedra. En la zona más próxima al alero hay un pequeño aumento de la temperatura, tal y como ocurre en la primera planta, en las zonas contiguas a los huecos, estos incrementos son de 1°C en los puntos más acusados.

Los huecos claramente interpretables tanto en la imagen termográfica como en el histograma, presentan unas reacciones sensiblemente dispares, puesto que los huecos de planta primera y segunda suponen una gran irradiación de calor llegando a los 9°C mientras que los de planta baja se comportan de una manera más cauta.

Otro elemento que reconocemos sobre la imagen termográfica son las losas de los balcones, en este caso se comporta de forma correcta sin irradiar calor hacia el exterior.

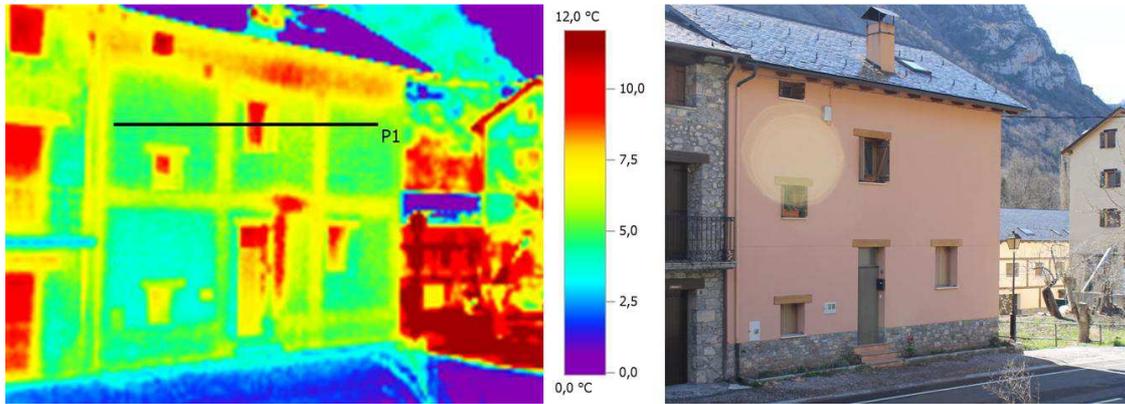
Puntos singulares

El comportamiento dispar de los huecos se debe a que en la planta baja se encuentra el zaguán sin estar calefactado, mientras que el resto de plantas están constituidas por viviendas que si se encuentran calefactadas. El segundo hueco de la planta segunda es el punto mas caliente de la envolvente con 9,3°C.

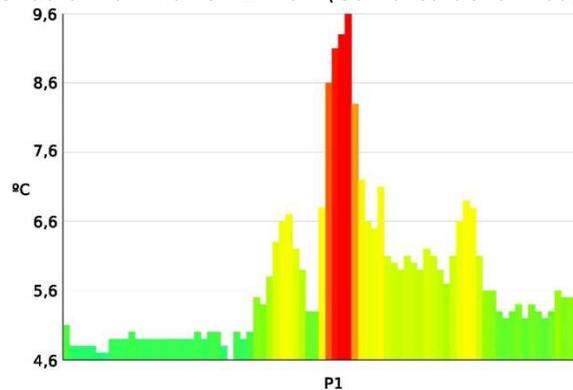
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 4°C	10:55h HUMEDAD RELATIVA 51%	ESTADO DEL CIELO Despejado
-----------------------	-----------------------------------	-------------------------------

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en El Run (Comarca de la Ribagorza)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se observa una distribución muy homogénea de la temperatura de la fábrica revestida. Aunque se aprecian los frentes de la estructura, estos suponen una alteración de sólo 1°C, por lo que no son excesivamente protagonistas. Los huecos una vez más se convierten en los puentes térmicos más acusados. Tal y como representa el segmento P1 sobre el histograma el estado de los huecos supone un aumento de 5°C en comparación con los paños de fábrica que lo rodean. Otro elemento a reseñar es la chimenea, viendo donde se encuentra en el tejado nos hace pensar que su conducto discurre por la fachada. Por este motivo identificamos la zona contigua a la puerta de entrada como una irradiación de calor producida por la propia chimenea.

Puntos singulares

Una vez más los huecos de fachada con un insuficiente elemento de cerramiento conforman los puntos más destacables de la envolvente, convirtiéndose los puentes térmicos más habituales y acusados.

No hacemos hincapié en la situación de la fábrica adyacente al alero ya que consideramos que esta influenciada por la irradiación del propio alero, siendo una fuente de calor.

FICHA B01d

LOCALIDAD

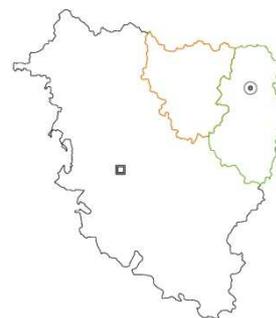
NOMBRE: Castejón de Sos

ALTITUD: 904 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media: 9,8°C H.R. media: 66,2%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca de la Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

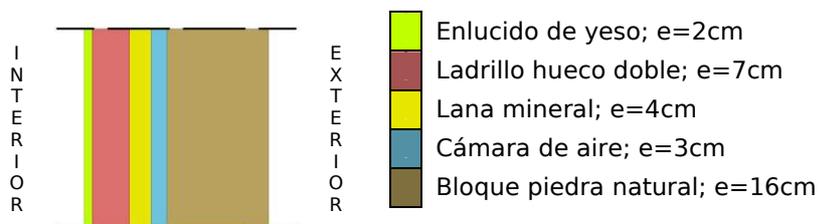
VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 1-

Transmitancia de fachada U

0,47 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación

- SI
- NO

Cumple CTE

- SI
- NO

Orientación

- Norte
- Sur
- Este
- Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

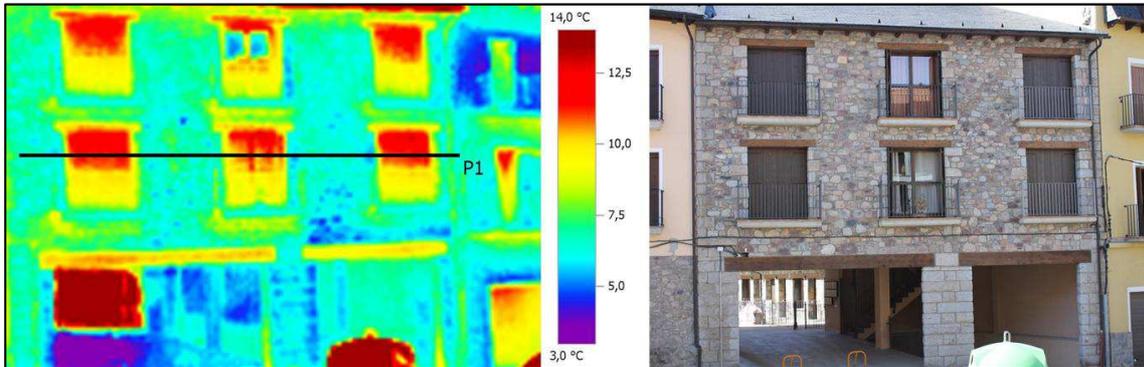
Vidrio

- Monolítico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

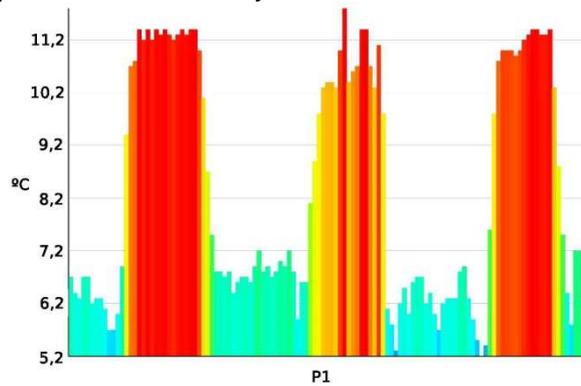
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 8°C	11:20h HUMEDAD RELATIVA 51%	ESTADO DEL CIELO Despejado
-----------------------	-----------------------------------	-------------------------------

IMÁGENES



Edificio plurifamiliar en Castejón de Sos (Comarca de la Ribagorza)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

A la vista esta que el elemento más destacado de esta fachada son sus huecos. Se distinguen de forma muy nítida en la imagen termográfica. En el histograma se reconocen los tres huecos que atraviesa el segmento P1. Los huecos de planta primera están 1°C por encima de los de planta segunda, a su vez los huecos centrales presentan un mejor comportamiento que los de los extremos de la fachada, tal y como se ve en el histograma estos huecos presentan un valor térmico de 11,5°C, punto mas caliente de la fachada. Este valor es notoriamente superior al conjunto de la fachada que tiene una temperatura media 6°C. También podemos distinguir aunque de una manera mas leve las losas de los balcones situadas debajo de cada ventanal con un valor térmico medio de 8,5°C

Puntos singulares

Los huecos de la fachada representan el puente térmico más significativo de esta fachada. Su comportamiento es irregular. La mitad superior de las balconeras irradian una cantidad superior a la otra mitad. Este fenómeno puede deberse a que estén compuestas de materiales diferentes o que haya afectado en la toma de la muestra las barandillas que se sitúan delante de las balconeras.

FICHA B02d

LOCALIDAD

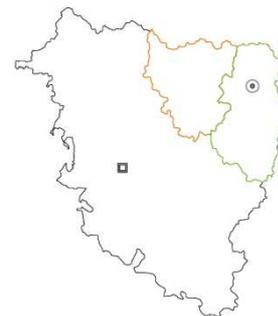
NOMBRE: Castejón de Sos

ALTITUD: 904 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media: 9,8°C H.R. media: 66,2%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca de la Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 1-

Transmitancia de fachada U	0,47 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K			
Riesgo de condensación	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO		
Cumple CTE	<input checked="" type="checkbox"/> SI			<input type="checkbox"/> NO
Orientación	<input type="checkbox"/> Norte	<input type="checkbox"/> Sur	<input type="checkbox"/> Este	<input checked="" type="checkbox"/> Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

Vidrio

- Monolítico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

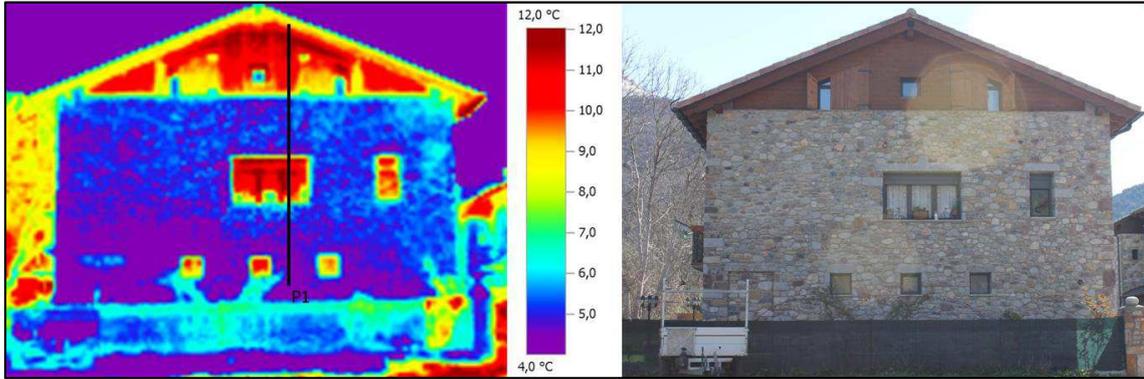
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA
8°C

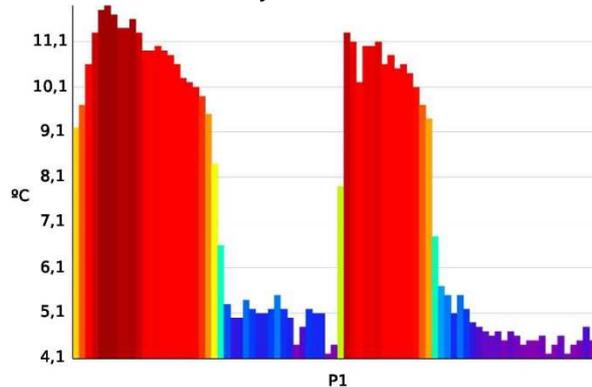
11:30h
HUMEDAD RELATIVA
51%

ESTADO DEL CIELO
Despejado

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en Castejón de Sos (Comarca de la Ribagorza)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se aprecia con facilidad cada uno de los elementos que conforman la envolvente, es claro el contraste entre los dos materiales la componen. El revestimiento de madera acusa mayores pérdidas, llegando a valores de 12°C. La fábrica de piedra presenta una mayor inercia térmica con un mejor comportamiento, sus valores medios son de 4,8°C. Cada una de las partes de la envolvente por separado presenta una distribución de temperatura relativamente uniforme.

Volvemos a identificar los huecos como un punto por el que la envolvente pierde temperatura. Tal y como refleja el histograma la diferencia de estos con la fábrica que los rodea es de 6,5°C.

Puntos singulares

Los puntos mas destacados de esta envolvente son los huecos así como la zona que compone el bajo cubierta. Este último supone un puente térmico muy relevante, dado el elevado valor de temperatura que irradia así como por la gran superficie que representa en relación al conjunto de la fachada.

FICHA B03d

LOCALIDAD

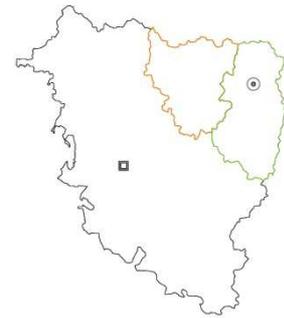
NOMBRE: Castejón de Sos

ALTITUD: 904 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media: 9,8°C H.R. media: 66,2%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca de la Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada Unifamiliar adosada
 Público aislado Público adosado Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1 2 3 mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³ 500-1.000m³ >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 1-

Transmitancia de fachada U	0,47 W/m²K ≤ 0,57 W/m²K			
Riesgo de condensación	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO		
Cumple CTE	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO		
Orientación	<input checked="" type="checkbox"/> Norte	<input type="checkbox"/> Sur	<input type="checkbox"/> Este	<input type="checkbox"/> Oeste

HUECOS

Marco

- Madera Aluminio PVC Otros

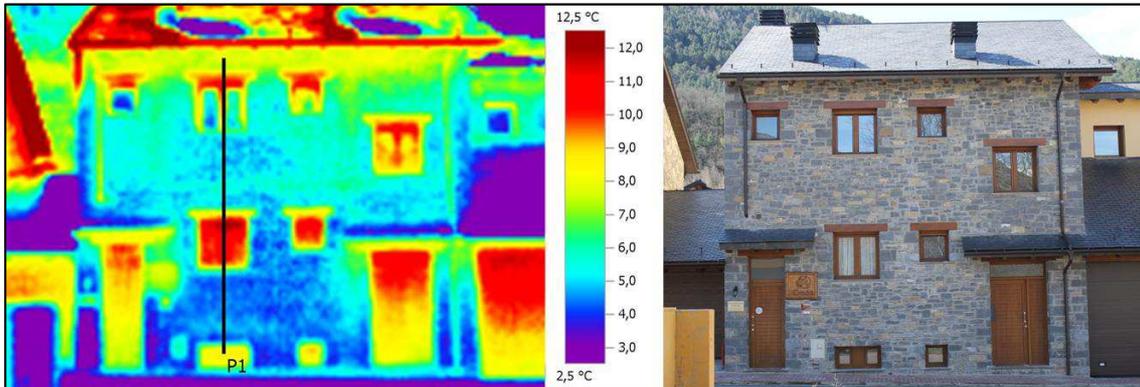
Vidrio

- Monolítico 4mm Doble 4/6/4 Doble 4/10/4 Doble 4/16/4

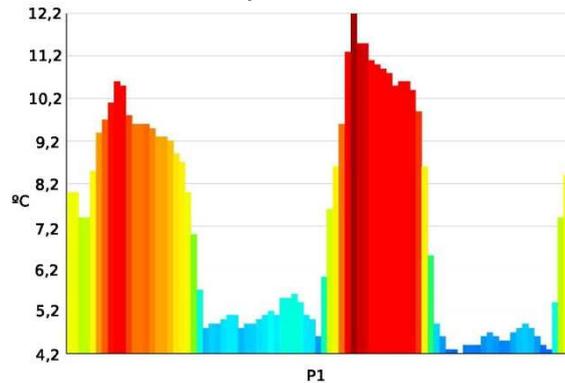
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 8°C	11:40h HUMEDAD RELATIVA 51%	ESTADO DEL CIELO Despejado
-----------------------	-----------------------------------	-------------------------------

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en Castejón de Sos (Comarca de la Ribagorza)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se reconocen todos los elementos constructivos que forman la fachada a través de la imagen termográfica, síntoma de que cada material tiene una emisividad diferente. Lo mismo ocurre con el histograma que representa fielmente cada uno de los puntos que atraviesa el segmento P1. El muro de fábrica tiene un comportamiento homogéneo, con un valor medio de 4,8°C. Destaca la franja más cercana al alero de cubierta en la que se eleva su temperatura hasta los 8,2°C.

Se observa un incremento de temperatura gradual en la gran mayoría de los huecos. La ventana de planta baja representa el punto mas caliente de la envolvente con 12,2°C

Puntos singulares

El incremento gradual de temperatura en los huecos se debe a que la parte superior esta más protegida de los agentes atmosféricos y por ello se representa con 1°C por encima del resto de la superficie del hueco. Esto ocurre principalmente en los huecos de la planta primera así como en las puertas de la planta baja.

La franja del muro de fábrica mas próxima al alero sufre un aumento de temperatura en comparación al resto de la fachada, esto se puede deber a dos razones. Que se vea influenciada por la irradiación del tejado calentado por el sol o que este aumento de temperatura se de por estar mas protegido de los agentes atmosféricos que el resto del muro.

FICHA B04d

LOCALIDAD

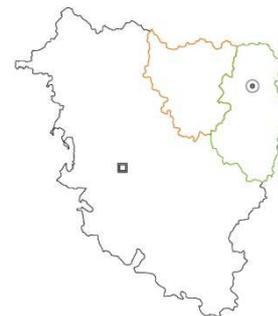
NOMBRE: Castejón de Sos

ALTITUD: 904 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media: 9,8°C H.R. media: 66,2%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca de la Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 2-

Transmitancia de fachada U	1,04 W/m²K ≠ 0,57 W/m²K			
Riesgo de condensación	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO		
Cumple CTE	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO		
Orientación	<input checked="" type="checkbox"/> Norte	<input type="checkbox"/> Sur	<input type="checkbox"/> Este	<input type="checkbox"/> Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

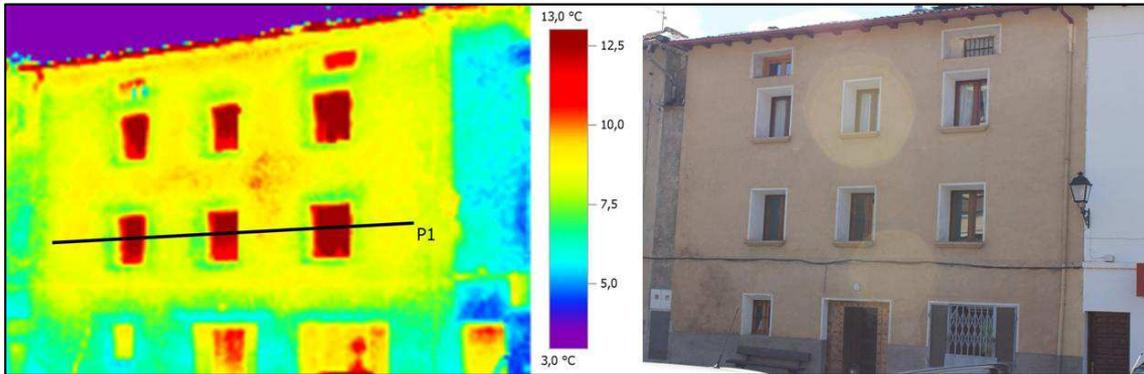
Vidrio

- Monolítico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

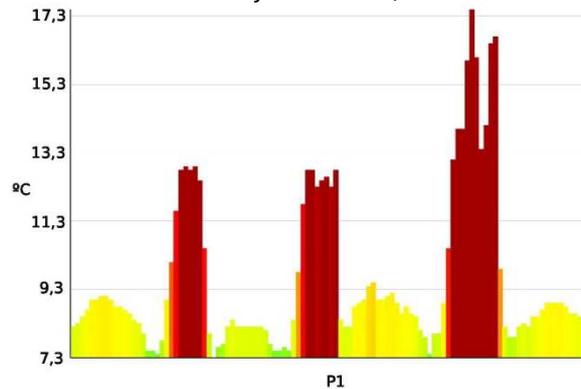
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 8°C	11:50h HUMEDAD RELATIVA 51%	ESTADO DEL CIELO Despejado
-----------------------	-----------------------------------	-------------------------------

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en Castejón de Sos (Comarca de la Ribagorza)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se observa un comportamiento homogéneo en la fábrica de piedra revestida. Este elemento tiene un valor medio de 8°C. El contraste de esta en relación a los huecos es absoluto. Tal y como representa el histograma existe una alteración producida por los huecos de planta primera y segunda que se puede cuantificar en 10°C si comparamos el punto mas caliente con el más frío.

Puntos singulares

La diferencia tonal que se intuye en la planta baja en comparación con el resto se debe a que esta planta no esta calefactada y el resto si lo están. Motivo por el que la planta baja se encuentra a menor temperatura y por lo tanto no refleja los mismos valores térmicos.

El estado tan precario en el que se encuentran los huecos se debe al tipo de carpintería que acogen, tal y como se ve en los datos de la ficha se trata de ventanas con marco de madera y vidrio monolítico de 4mm. Esto hace que sean las protagonistas del histograma y que podamos reconocer la situación de cada una de ellas.

FICHA B01e

LOCALIDAD

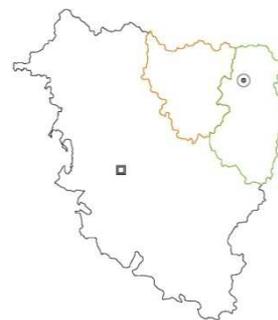
NOMBRE: Villanova

ALTITUD: 966 msnm

ZONA CLIMÁTICA SEGÚN CTE: E1

Tª media: 9,6°C H.R. media: 66,2%

- ⊙Localidad
 -Huesca capital
 - Comarca del Sobrarbe
 - Comarca de la Ribagorza
- Mapa de la provincia de Huesca



EDIFICIO

TIPOLOGÍA

- Unifamiliar aislada
- Unifamiliar adosada
- Público aislado
- Público adosado
- Plurifamiliar

UBICACIÓN

- Centro urbano
- Alrededores

Nº DE PLANTAS

- 1
- 2
- 3
- mas

VOLUMEN CONSTRUIDO

- <500m³
- 500-1.000m³
- >1.000m³

DECADA DE CONSTRUCCIÓN

- <1950
- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000
- 2010

ENVOLVENTE



-Tipología 2-

Transmitancia de fachada U 1,04 W/m²K ≠ 0,57 W/m²K

Riesgo de condensación SI NO

Cumple CTE SI NO

Orientación Norte Sur Este Oeste

HUECOS

Marco

- Madera
- Aluminio
- PVC
- Otros

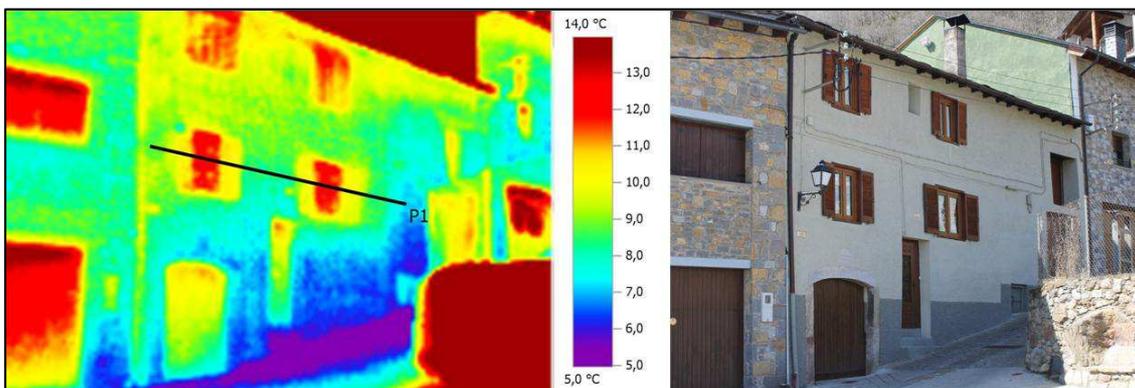
Vidrio

- Monolítico 4mm
- Doble 4/6/4
- Doble 4/10/4
- Doble 4/16/4

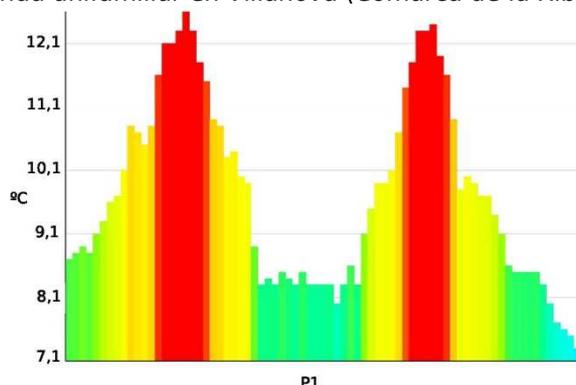
CONDICIONES AMBIENTALES

Tª ATMOSFÉRICA 11°C	12:15h HUMEDAD RELATIVA 51%	ESTADO DEL CIELO Despejado
------------------------	-----------------------------------	-------------------------------

IMÁGENES



Vivienda unifamiliar en Villanova (Comarca de la Ribagorza)



Perfil de temperatura del segmento P1

ANÁLISIS

Descripción

Se trata de un edificio muy antiguo en que se observa una gran inercia térmica en sus muros, la fachada se divide en tres grandes áreas con diferente irradiación, aumentando conforme se sube de nivel. La mencionada fachada tiene un valor medio de 8°C.

Los huecos son claramente reconocibles tanto en la imagen termográfica como en el perfil de temperatura. Aquí podemos identificar cada uno de los puntos que atraviesa el segmento P1, destaca la diferente emisividad entre los porticones y guarnecido de mortero. Los huecos de planta primera se corresponden con el punto mas caliente de la envolvente con un valor de 13°C. Estos irradian mayor temperatura que los situados en planta baja y planta segunda.

Puntos singulares

Las tres grandes áreas en las que se divide la envolvente según su emisividad parecen tener una justificación clara. Los puntos mas calientes aparecen siempre cerca de la cubierta y descienden progresivamente hasta llegar a las zonas mas frías situadas muy cerca de la calzada. Este curioso reparto de zonas frías y calientes se puede ver originado en la cubierta estando alterada por la incidencia del sol.

Los huecos de acceso están compuestos por madera maciza de 4cm de espesor, sin embargo las ventanas están formadas por marco de aluminio sin rotura puente térmico y por un vidrio doble 4/6/4. Al analizar las imágenes comprendemos que la composición de las ventanas es insuficiente para corregir el problema que en ellas se genera. Un nuevo puente térmico.

4. CARACTERIZACIÓN TÉRMICA

La caracterización térmica de los edificios estudiados se lleva a cabo mediante el análisis de las fichas creadas para cada uno de ellos. El procedimiento que se ha seguido es extraer los datos más representativos y agruparlos en tablas. Los datos elegidos son los siguientes:

- Tipología edificatoria
- Número de plantas
- Volumen construido
- Década de construcción
- Tipología de envolvente
- Transmitancia del muro
- Orientación

La idea es ir encontrando y descubriendo analogías diferencias y tendencias que a primera vista resulten más difíciles de reconocer.

4.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS FICHAS

El análisis se lleva a cabo interpretando los datos seleccionados mediante unas gráficas radiales que permiten un análisis comparativo visual de los distintos parámetros analizados en las figuras.

La tabla 6 presenta la distribución de las tipologías edificatorias analizadas, representadas por comarcas en unidades y representación porcentual.

Tabla 6. Tipología edificatoria

	Comarca del Sobrarbe		Comarca de la Ribagorza	
	Ud	%	Ud	%
Unifamiliar Aislada	9	53	3	21
Unifamiliar adosada	2	12	6	43
Público aislado	1	6	0	0
Público adosado	2	12	2	14
Plurifamiliar	3	18	3	21

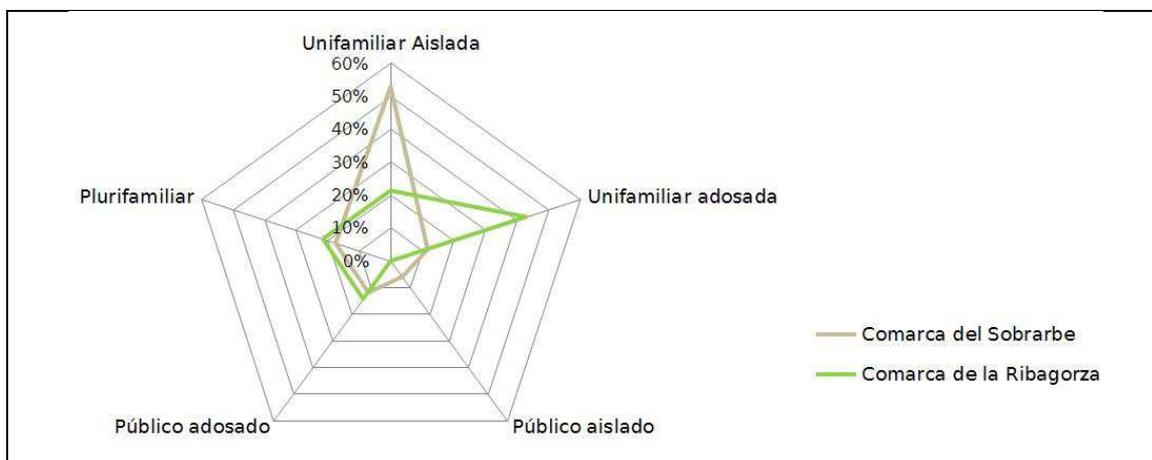


Figura 9. Gráfico de la **tipología edificatoria**

En la figura 9 tenemos representada con dos polígonos la distribución de tipología edificatoria por comarcas de la muestra analizada.

En la comarca del Sobrarbe destaca la tipología unifamiliar aislada, mientras que en la comarca de la Ribagorza la familiar adosada es la más frecuente.

Las otras tres opciones tienen un grado de representación similar, no estando representados en la comarca de la Ribagorza los edificios públicos aislados. A pesar de todo podemos afirmar que la muestra presenta un suficiente grado de representatividad en ambas comarcas tal y como denota la amplia superficie de los polígonos.

La tabla 7 presenta la distribución en número de plantas representadas por comarcas.

Tabla 7. Número de plantas

	Comarca del Sobrarbe		Comarca de la Ribagorza	
	Ud	%	Ud	%
1 planta	5	29	7	50
2 plantas	7	41	5	36
3 plantas	3	18	2	14
Más	2	12	0	0

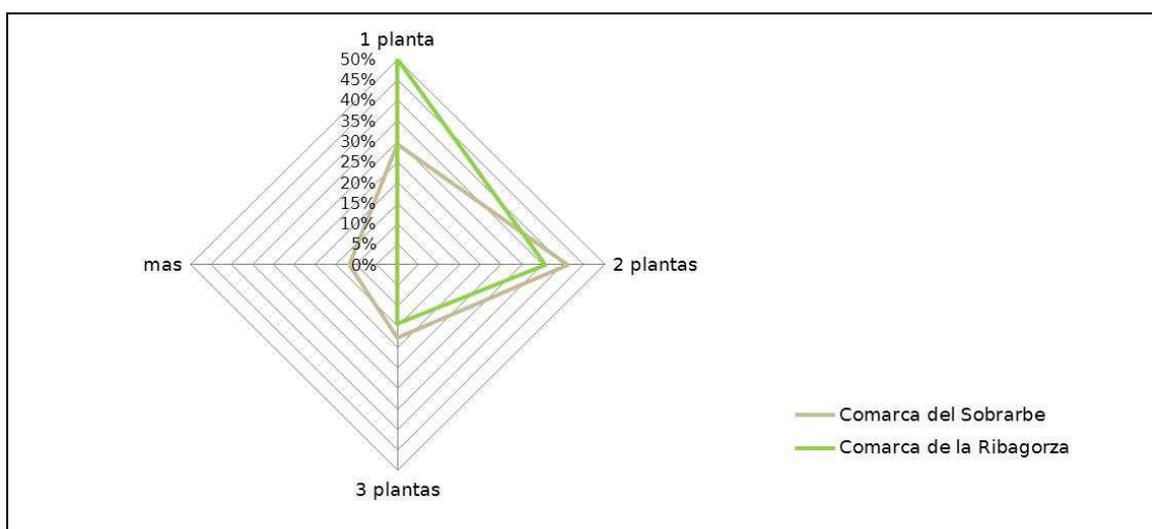


Figura 10. Gráfico del **número de plantas**

En la figura 10 se representa la distribución en número de plantas que presentan la muestra de las dos comarcas analizadas.

El 50% de los edificios analizados de la comarca de la Ribagorza presentan una única planta, mientras que en la comarca del Sobrarbe el 40% de los edificios estudiados tienen 2 plantas.

Los dos polígonos presentan un área similar, cabe destacar que la comarca del Sobrarbe cuenta con una figura más homogénea al polígono original, lo que denota una representación más equilibrada de las diferentes opciones planteadas en la ficha.

A continuación aparece la tabla número 8 donde se presenta el volumen construido de los diferentes edificios estudiados divididos por comarcas.

Tabla 8.Volumen construido

	Comarca del Sobrarbe		Comarca de la Ribagorza	
	Ud	%	Ud	%
<500m ³	1	6	5	36
500-1.000m ³	9	53	8	57
>1.000m ³	7	41	1	7

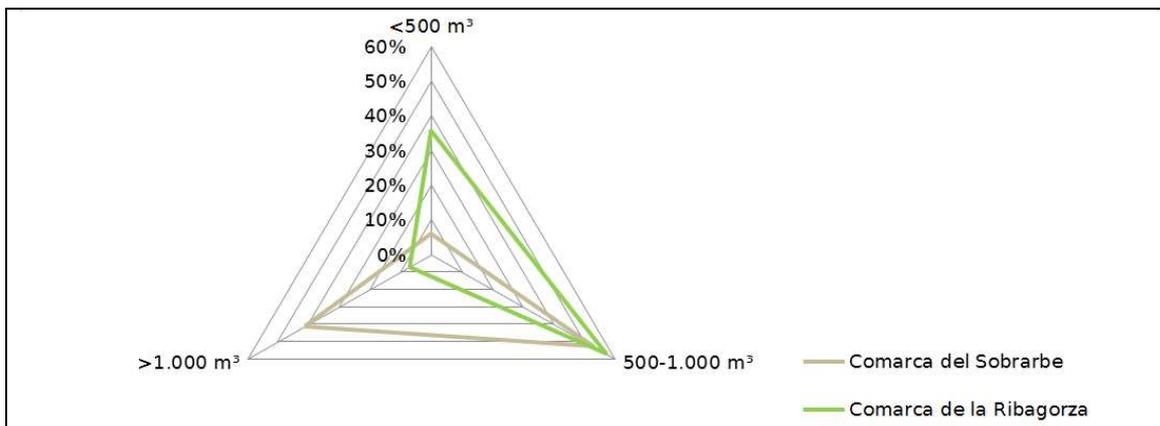


Figura 11.Grafico **del volumen construido**

Por lo que se refiere a volumen construido cada una de las comarcas cuenta con dos opciones mas acentuadas sobre una tercera. En la comarca del Sobrarbe predomina entre los edificios estudiados los que tienen un volumen superior a los 1.000m³ con 41% y los que se encuentran entre los 500-1000m³ con un 53% de la muestra. En la comarca de la Ribagorza las variables que predominan en la muestra son las de <500m³ con un 36% y las que se encuentran entre 500-1.000m³ con una representación del 57%

En la tabla 9 se presentan los datos desglosados de la década de construcción de los edificios objeto de estudio.

Tabla 9.Década de construcción

	Comarca del Sobrarbe		Comarca de la Ribagorza	
	Ud	%	Ud	%
<1950	0	0	2	14
1950	0	0	0	0
1960	0	0	3	21
1970	3	18	0	0
1980	5	29	0	0
1990	4	24	2	14
2000	4	24	7	50
2010	1	6	0	0

En la figura 12 tenemos representadas con dos polígonos la distribución de década de construcción por comarcas de la muestra analizada. En este caso debido a que algunos de los valores no se encuentran representados en la muestra de las dos comarcas los polígonos no reproducen el octógono original. La comarca del Sobrarbe solo se ve representada por edificios construidos a partir de 1970

mientras que en la comarca de la Ribagorza el 50% de sus edificios analizados pertenecen a la década del 2000

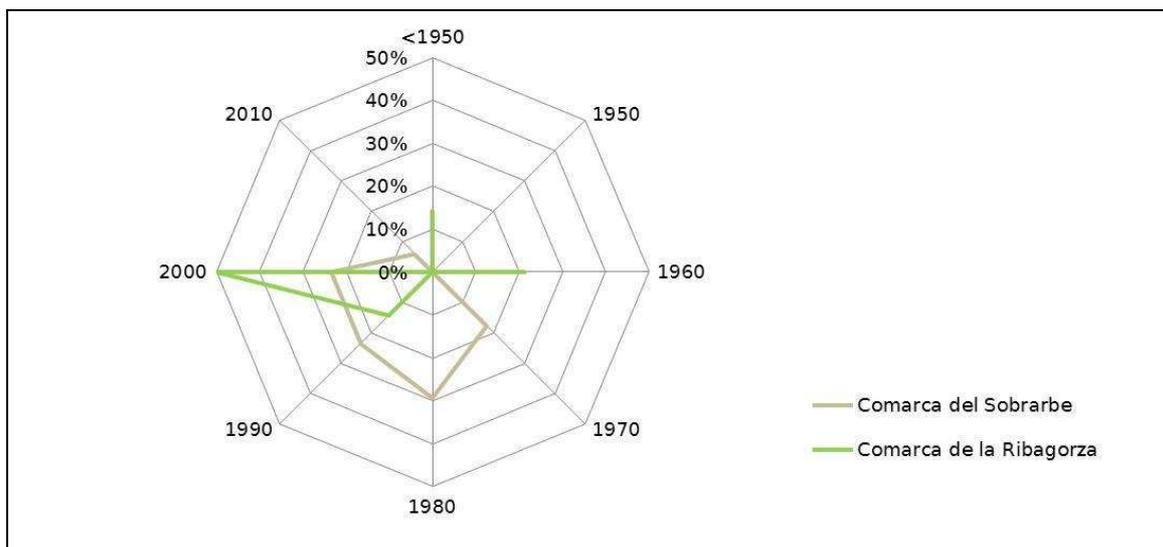


Figura 12. Gráfico de la **década de construcción**

La tabla 10 presenta los diferentes tipos de envolventes analizadas en la muestra, desglosadas por comarcas.

Tabla 10. Tipología de envolventes

	Comarca del Sobrarbe		Comarca de la Ribagorza	
	Ud	%	Ud	%
Envolvente tipo 1	5	29	4	29
Envolvente tipo 2	0	0	4	29
Envolvente tipo 3	0	0	1	7
Envolvente tipo 4	1	6	0	0
Envolvente tipo 5	2	12	0	0
Envolvente tipo 6	1	6	1	7
Envolvente tipo 7	1	6	0	0
Envolvente tipo 8	1	6	0	0
Envolvente tipo 9	1	6	0	0
Envolvente tipo 10	3	18	3	21
Envolvente tipo 11	1	6	0	0
Envolvente tipo 12	1	6	0	0
Envolvente tipo 13	0	0	1	7

Algo similar al gráfico anterior ocurre en este polígono de trece lados y trece vértices. En cada uno de sus vértices se encuentran representadas las diferentes tipologías de envolvente en las que hemos clasificado los ejemplos estudiados (anexo I). Al haber tantas variables no todas están representadas en las dos comarcas, lo que hace que los polígonos inscritos sean tan irregulares.

La envolvente tipo 1 es la más representada en las dos comarcas, suponiendo un 29% de la muestra estudiada.

Por la situación de los vértices del polígono que representa a la comarca del Sobrarbe podemos decir que la muestra de esta comarca es más homogénea.

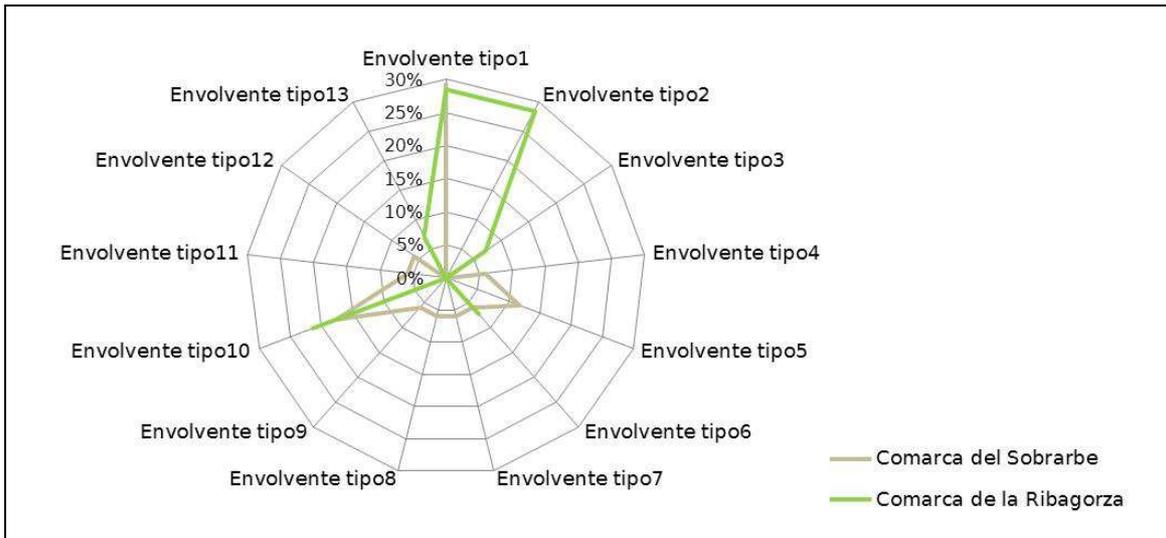


Figura 13. Grafico de la **tipología de envolventes**

En la tabla 11 se presentan los datos desglosados de la transmitancia del muro de los edificios objeto de estudio.

Tabla 11. Transmitancia de muro en W/m^2K

	Comarca del Sobrarbe		Comarca de la Ribagorza	
	Ud	%	Ud	%
0,43	2	12	1	7
0,45	1	6	0	0
0,47	7	41	4	29
0,49	0	0	1	7
0,50	4	24	3	21
0,51	0	0	1	7
0,53	1	6	0	0
1,04	0	0	4	29
1,06	1	6	0	0
1,12	1	6	0	0

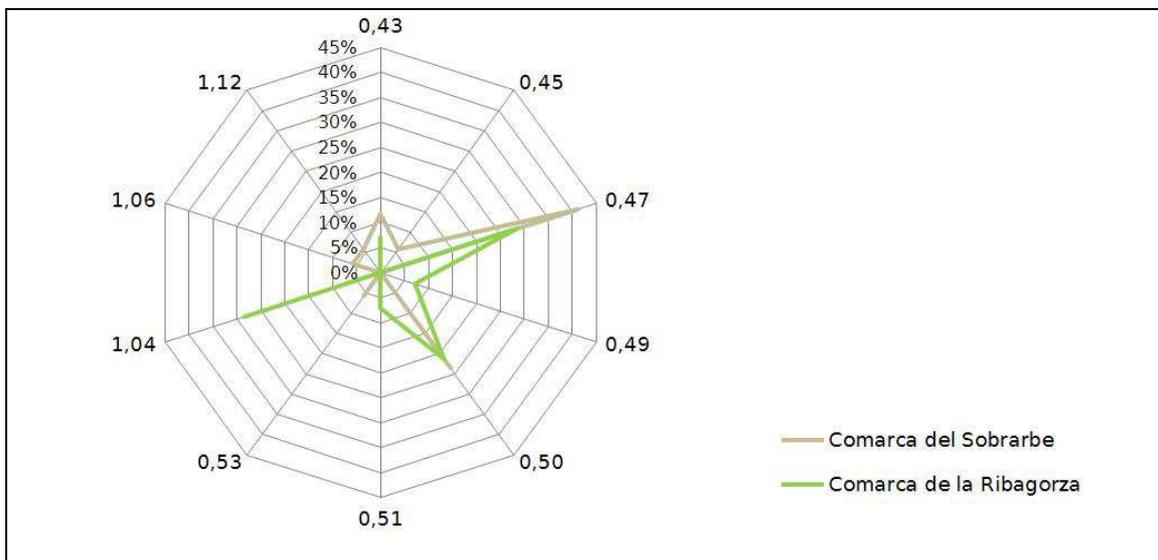


Figura 14. Grafico de la **transmitancias de muro en W/m^2K**

Al igual que ocurre con los tipos de envolvente, la transmitancia de los muros es muy dispersa y poco homogénea. Como se aprecia en la figura 14 son cuatro valores los que más se repiten en el conjunto de la muestra. La comarca del Sobrarbe se ve representada en gran medida por coeficientes de transmisión térmica de 0,47 y 0,50. En el caso de la comarca de la Ribagorza los valores más notorios son 0,47 0,50 y 1,04 este último valor se encuentra fuera del límite establecido en el código técnico.

Sobre los casos en los que la transmitancia de muro supera el límite marcado por el CTE se planteara en el apartado 4.2 una intervención para corregir esas deficiencias.

A continuación en la tabla 12 analizamos el dato correspondiente a la orientación de las fachadas estudiadas en cada una de las comarcas.

Tabla 12.Orientación

	Comarca del Sobrarbe		Comarca de la Ribagorza	
	Ud	%	Ud	%
Norte	3	18	4	29
Sur	3	18	3	21
Este	6	35	0	0
Oeste	5	29	7	50

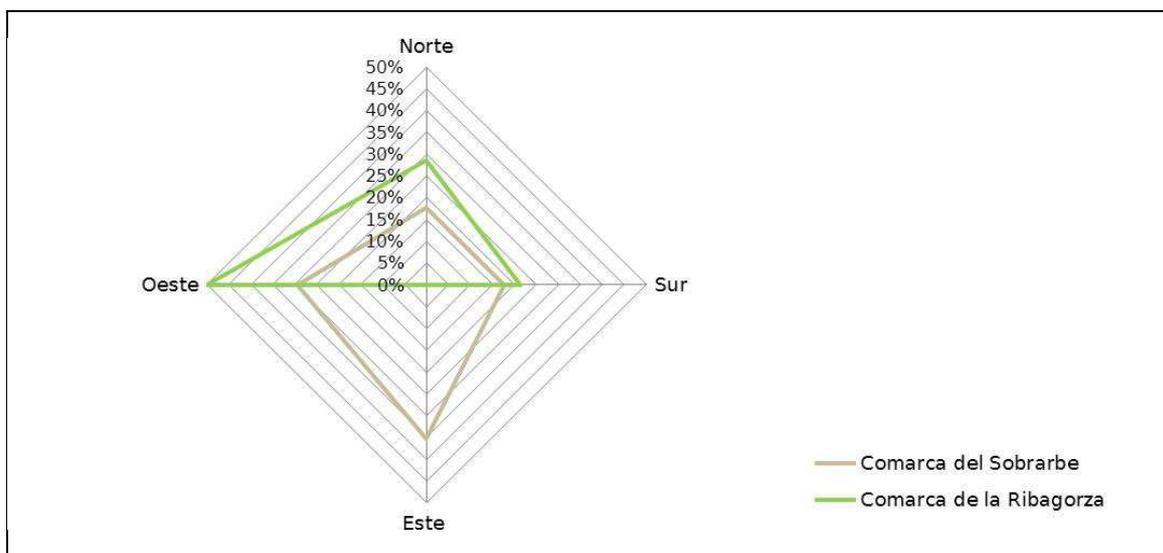


Figura 15.Grafico de **orientaciones**

En la figura 15 tenemos representadas con dos polígonos la distribución de la orientación sobre las envolventes estudiadas por comarcas.

En la comarca del Sobrarbe destaca la orientación Este, estando representada por el 35% de los edificios estudiados mientras que en la comarca de la Ribagorza la orientación Oeste es la más frecuente.

Cabe destacar como las envolventes analizadas de la comarca de la Ribagorza no tienen ninguna orientación Este.

La comarca del Sobrarbe cuenta con una distribución más homogénea en cuanto a orientaciones se trata.

4.2 PROPUESTA DE MEJORA

Se han elegido a raíz de todo el análisis efectuado hasta el momento los más interesantes para realizar una propuesta de mejora de envolvente térmica, interviniendo sobre cerramientos.

El primer edificio se corresponde con la ficha A01d y está ubicado en la localidad de Lafortunada, a una altitud de 700 msnm en la Comarca del Sobrarbe.

La figura 16 presenta el estado en el que se encuentra actualmente el edificio

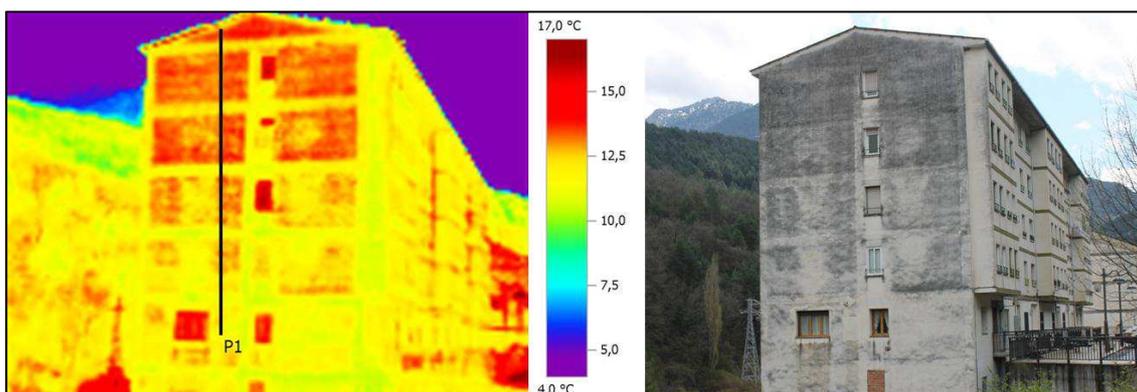


Figura 16. Estado actual. Edificio plurifamiliar.

estudiado así como una imagen termográfica del mismo que nos muestra sus carencias más evidentes.

Nos encontramos frente a un edificio construido en la década de 1970, constituido por una fachada compuesta por un enlucido de yeso en el interior, ladrillo hueco doble de 7 cm, cámara de aire de 3cm, bloque cerámico de 12 cm y un guarnecido de mortero al exterior de 2 cm.

Con este esquema hemos calculado la transmitancia del muro mediante el software de *Econdensa* (anexo I). El valor obtenido $1,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ supera el valor establecido por el Código Técnico de la Edificación para la zona climática E1 de $0,57\text{W/m}^2\text{K}$.

Vamos a realizar una propuesta de mejora además de un análisis y contraste de la misma.

La intervención tiene como objeto la mejora del aislamiento de la envolvente. Para ello se propone la remodelación del cerramiento actual. Utilizaremos la fábrica existente como hoja interior de lo que pasara a ser una fachada ventilada compuesta por la mencionada hoja interior más un paneleado mediante rastreles que conformara la hoja exterior. Sobre el elemento existente colocaremos un aislamiento de lana mineral con formato panel, recubiertos con un velo de vidrio blanco repelente al agua, evitando el deterioro con el paso del tiempo, uso especial para fachadas ventiladas. Estos paneles incrementan entre 7 y 10 dB el aislamiento acústico en la parte ciega de la fachada donde se incorporan. Su clasificación al fuego incombustible A2, s1, d0 nos proporcionara protección frente a la propagación del fuego. Su espesor será $e=4 \text{ cm}$, su conductividad térmica $\lambda=0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$ y su resistencia térmica $R_T=1,10 \text{ m}^2\text{K/W}$.

El aplacado exterior consiste en un sistema de perfiles anclados al muro existente que permite la suspensión de placas de $e=2,5 \text{ cm}$ de, conformadas en madera local

de pino tratada mediante procesos de impregnación profunda por autoclave vacío y presión, tratamiento especial para exteriores, protegiendo y decorando la fachada. El valor de conductividad térmica de este aplacado de madera es $\lambda=0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$. La inclusión de una cámara de aire ventilada entre el aislante y el elemento de acabado exterior permite minimizar el sobrecalentamiento en verano, facilitando la transpiración de la fachada, limitando el riesgo de condensaciones intersticiales.

A continuación se expone un detalle constructivo de la propuesta de intervención acotado en centímetros.

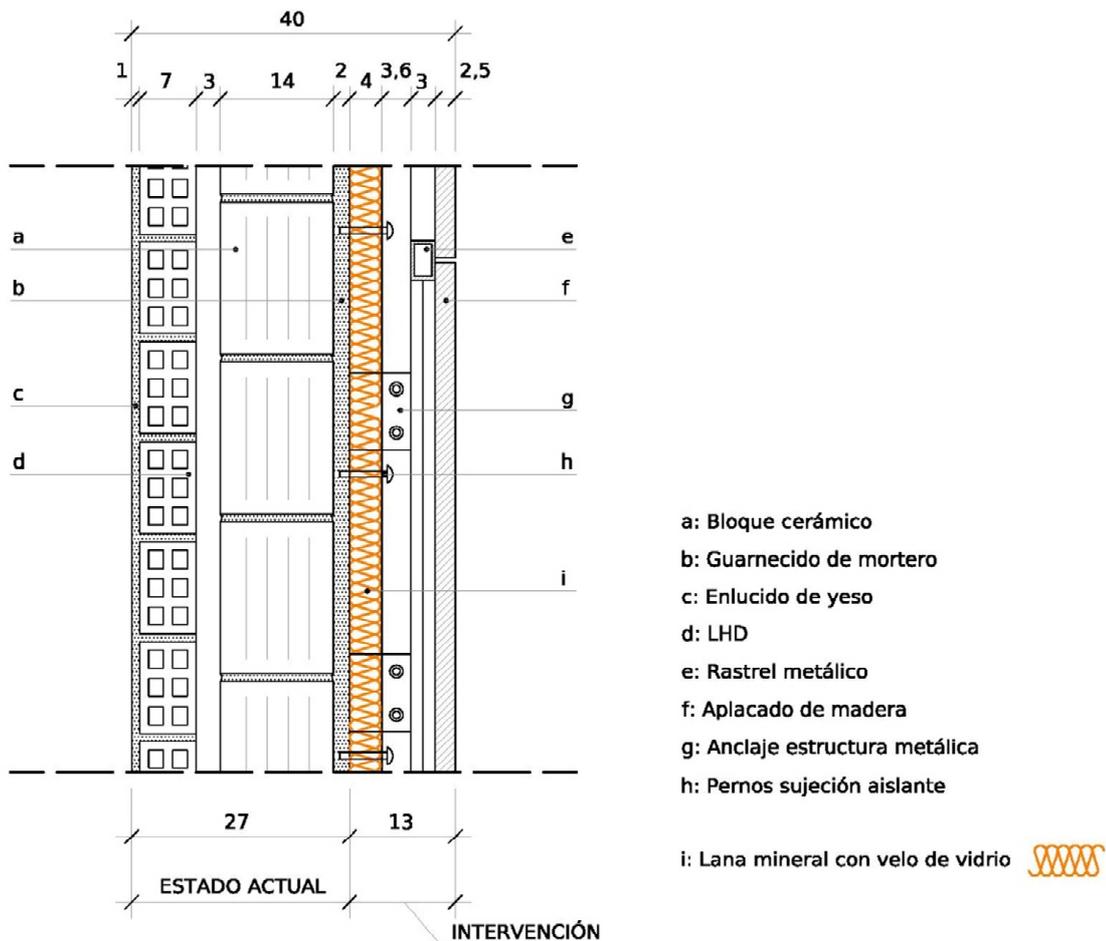


Figura 17. Detalle constructivo de la intervención. Aplacado de madera exterior y lana mineral

Además del mal funcionamiento del cerramiento se ha observado como los huecos son los puntos donde mas energía se pierde, por eso proponemos una sustitución de las ventanas actuales por un modelo cuyas características mas destacadas se presentan a continuación.

La ventana esta compuesta por marco de pvc con cinco cámaras de perfil de hoja que garantiza unas buenas propiedades de aislamiento térmico con $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. El acristalamiento de triple vidrio de espesores 4/4/4 mm de protección térmica. Las cámaras de 14 mm que se generan entre los tres vidrios están rellenas de gas argón lo que otorga una mayor resistencia térmica al conjunto. Con estos dos elementos, cristal mas cámara, conseguiremos un valor $U=0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ventana de pvc triple acristalamiento y marco de 72 mm. Cotas en milímetros.

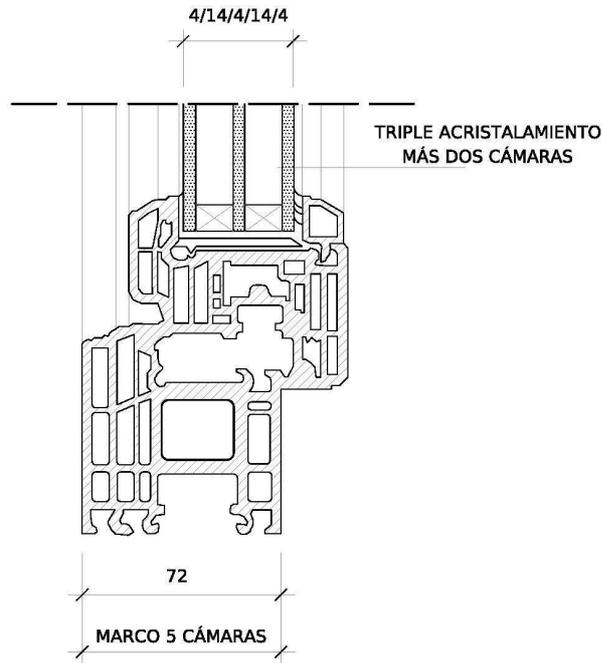


Figura 18. Detalle carpintería pvc

Dicha intervención se hará en el conjunto del edificio ya que todas sus partes se encuentran afectadas de un modo similar.

Una vez que esta definido el nuevo muro volveremos a calcular su nuevo valor U mediante el software de *Econdensa* (anexo I).

En la figura 19 se visualiza la transmitancia térmica del muro, antes y después de la intervención.

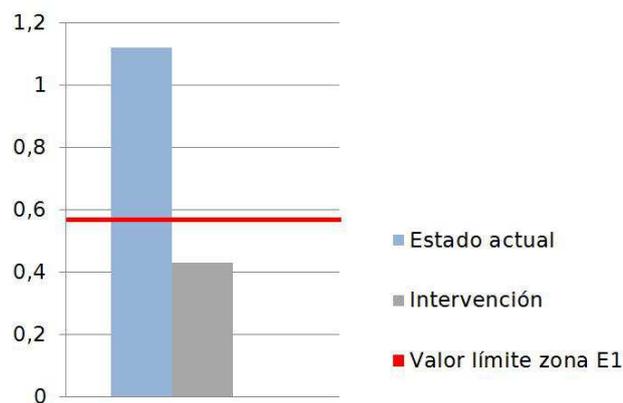


Figura 19. Gráfico de barras A01d, valor de transmitancia en W/m²K

Como resultado se ha obtenido una bajada de la transmitancia en el muro del 59%. Desde el estado actual con un valor $U=1,12$ W/m²K, pasamos tras la intervención, a un valor de $U=0,46$ W/m²K.

El segundo edificio objeto de propuesta de mejora es el representado en la figura 20. Se corresponde con la ficha A02f y está ubicado en la localidad de San Juan de Plan, a una altitud de 1121msnm en la Comarca del Sobrarbe.

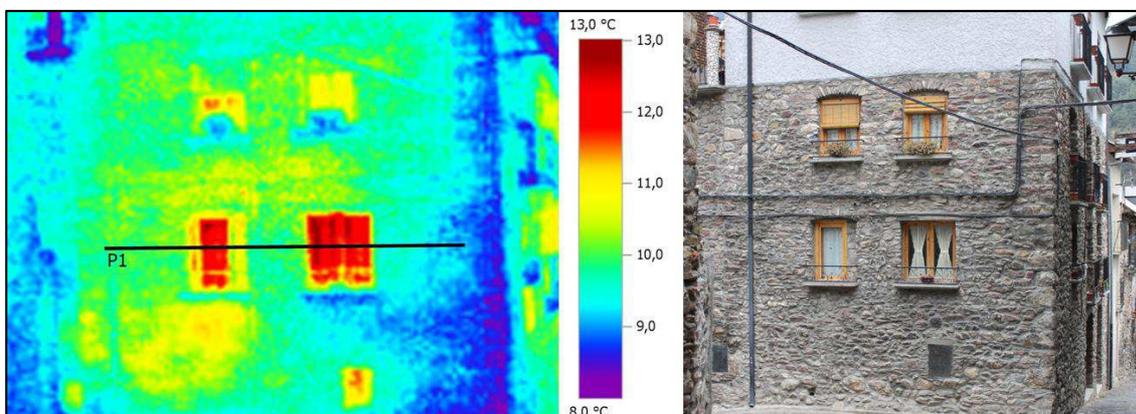


Figura 20. Estado actual. Vivienda unifamiliar

La figura 20 presenta el estado en el que se encuentra actualmente el edificio estudiado mediante una imagen reciente y una imagen termográfica que nos muestra sus carencias más evidentes.

Esta vivienda fue construida en fechas anteriores al 1950. Su muro se encuentra formado por un enlucido de yeso en el interior, ladrillo perforado de 11 cm, cámara de aire de 2cm y una fábrica de piedra de 25 cm al exterior.

Con el esquema de muro existente hemos calculado la transmitancia del mismo mediante el software de *Econdensa* (anexo I). El valor obtenido $1,06 \text{ W/m}^2\text{K}$ supera el valor establecido por el Código Técnico de la Edificación para la zona climática E1 $0,57\text{W/m}^2\text{K}$.

La fachada actual cuenta con una fábrica de piedra al exterior vista, lo que dificulta la colocación de una hoja exterior como hemos hecho en el caso anterior. Por este motivo, vamos a proponer en este caso un trasdosado interior mediante yeso laminado y aislante.

La nombrada intervención se llevara a cabo desde el interior de la vivienda, se trata de trasdosar todas las paredes que recaen a fachada. Esto se realizara mediante una estructura ligera compuesta por rastreles fajados a suelo y techo mediante taco y tornillo, estos actúan como guía para los montantes verticales que forman una cuadrícula con los rastreles, dependiendo de la altura libre colocaremos rastrel intermedio. Esta estructura ligera es el soporte para las placas de yeso laminado. En este caso, puesto que es un trasdosado sólo se colocaran las placas por un lado de la hoja interior. Las placas de yeso laminado tienen un espesor $e=2 \text{ cm}$, dependiendo de las necesidades se pueden colocar espesores superpuestos. Esta va fijada mediante tornillos tirafondo a la estructura conformada por rastreles y montantes. Las placas de yeso laminado cuentan con una conductividad térmica $\lambda=0,25\text{W/m}^2\text{K}$ y una resistencia térmica $R_{\tau}=0,08 \text{ m}^2\text{K/W}$.

En el hueco generado entre revestimiento de yeso existente y la lamina de yeso laminado ira colocado el aislante que proporciona una estabilidad térmica a la vivienda.

En este caso hemos elegido una lana mineral en rollo clase MW-036 con un $e=4$ cm, una conductividad térmica $\lambda=0,036$ W/m²K y su resistencia térmica $R_T=1,10$ m²K/W. Aislamiento A1 frente al fuego, evita la propagación del mismo. Incrementa entre 7 y 10 dB el aislamiento acústico en la parte de la hoja interior donde se incorpora.

La colocación de la lana mineral se hace de forma manual mediante presión entre los montantes y las placas de yeso laminado.

A continuación se muestra un detalle constructivo de la propuesta de intervención con un trasdosado interior, acotado en centímetros.

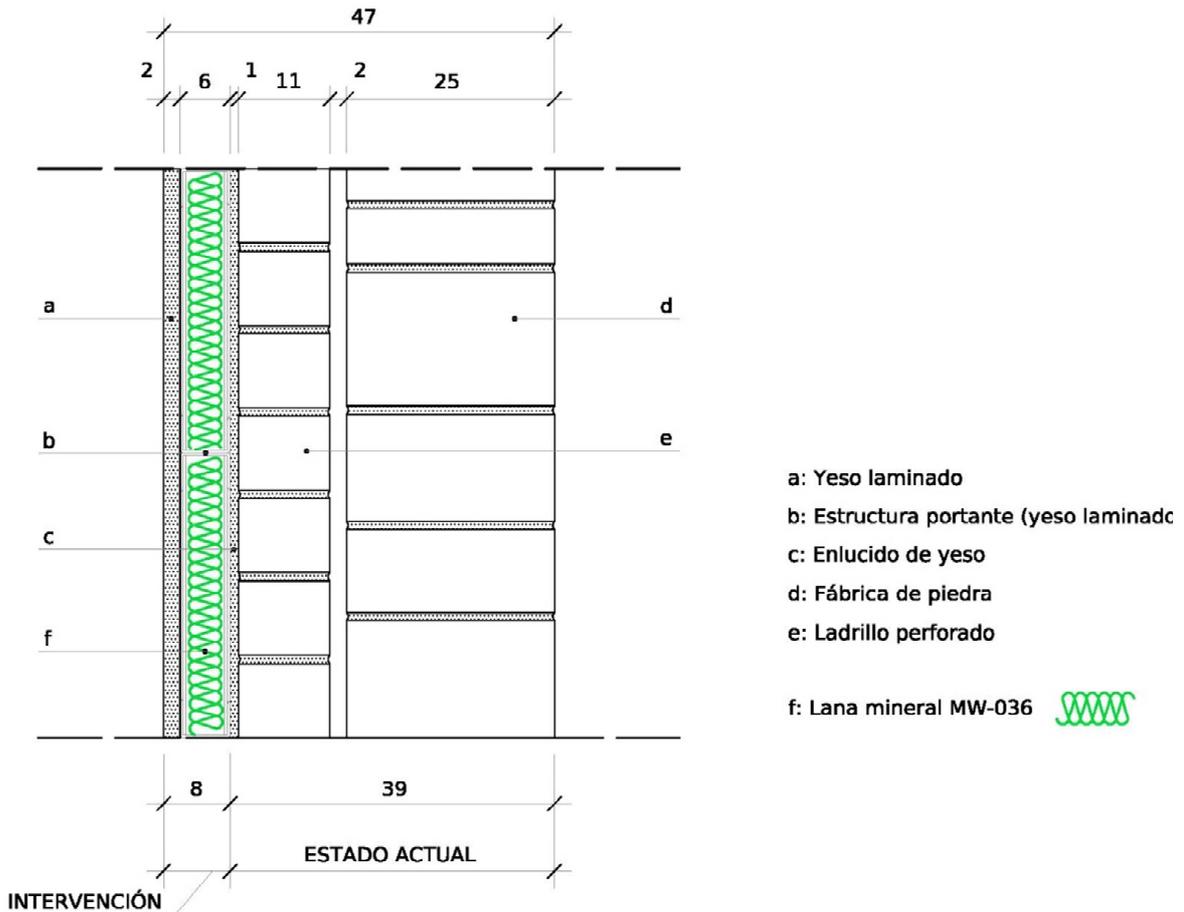


Figura 21. Detalle constructivo de la intervención. Trasdoso interior y lana mineral

Tal y como ocurre en el ejemplo anterior, los huecos también se ven afectados por un mal funcionamiento ante el flujo térmico, por lo que se propone un cambio de ventanas similar al anterior.

La ventana está compuesta por marco de pvc con cinco cámaras de perfil de hoja que garantiza unas buenas propiedades de aislamiento térmico con $U=1,3$ W/m²K. El acristalamiento de triple vidrio de espesores 4/4/4 mm de protección térmica. Las cámaras de 12 mm que se generan entre los tres vidrios están rellenas de gas argón lo que otorga una mayor resistencia térmica al conjunto. Con estos dos elementos, cristal más cámara, conseguiremos un valor $U=0,6$ W/m²K.

A continuación se detalla la ventana de pvc que cubre las necesidades anteriormente expuestas.

Ventana de pvc triple acristalamiento y marco de 72 mm. Cotas en milímetros.

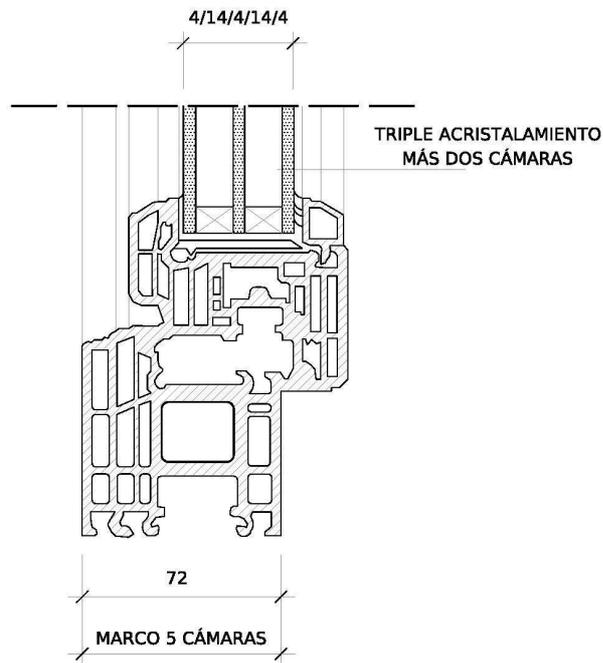


Figura 18. Detalle carpintería pvc

Una vez que esta definido el nuevo muro volveremos a calcular su nuevo valor U mediante el software de *Econdensa* (anexo I).

En la figura 22 se visualiza la transmitancia térmica del muro, antes y después de la intervención.

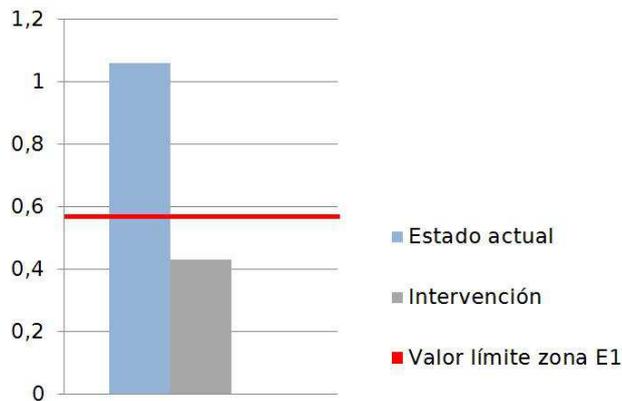


Figura 22. Gráfico de barras A02f, valor de transmitancia de muro en W/m²K

Como resultado se ha obtenido una bajada de la transmitancia del 55 %. Desde el estado actual con un valor $U=1,06$ W/m²K, y pasamos tras la intervención a un valor de $U=0,47$ W/m²K

El tercer edificio sobre el que vamos a realizar una propuesta de mejora es el representado en la figura 23. Se corresponde con la ficha B01b, y está ubicado en la localidad de Campo, a una altitud de 691msnm en la Comarca de la Ribagorza.

La figura 23 presenta el estado en el que se encuentra actualmente el edificio estudiado mediante una imagen reciente y una imagen termográfica que nos muestra sus carencias más evidentes.

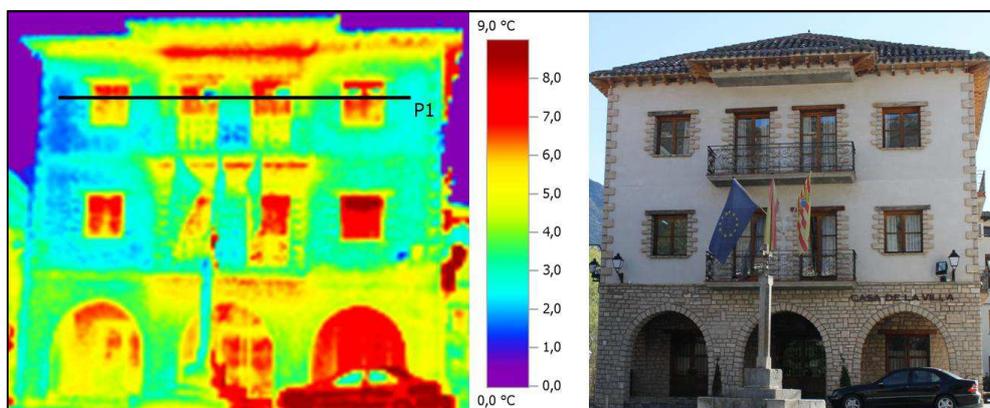


Figura 23. Estado actual Ayuntamiento de Campo

El Ayuntamiento de campo fue construido en fechas anteriores al 1950. Su muro se encuentra formado por un enlucido de yeso en el interior, ladrillo perforado de 11 cm, cámara de aire de 2cm, una fabrica de piedra de 20 cm y un guarnecido de mortero de 2cm al exterior.

Con el esquema de muro existente hemos calculado la transmitancia del mismo mediante el software de *Econdensa* (anexo I). El valor obtenido 1,04 W/m²K supera el valor establecido por el Código Técnico de la Edificación para la zona climática E1 de 0,57W/m²K.

Vamos a realizar una propuesta de mejora además de un análisis y contraste de la misma.

La intervención tiene como objeto la mejora del aislamiento de la envolvente. Para ello se propone la remodelación del cerramiento actual. Utilizaremos la fábrica existente como hoja interior de lo que pasara a ser una fachada ventilada compuesta por la mencionada hoja interior más un paneleado mediante rastreles que conformara la hoja exterior. Sobre el elemento existente proyectaremos un aislamiento de poliuretano. Con este tipo de aislante a igualdad de espesor, obtenemos mayor resistencia térmica y por tanto más aislamiento. Impermeabiliza la pared de humedades exteriores que pudieran penetrar por capilaridad. No es preciso el revoco interior del trasdós de la pared sobre la que se vaya a colocar. Sin embargo, permite la transpiración del edificio. Al carecer de juntas y estar perfectamente adherido al soporte sobre el que se proyecta, no permite la formación de humedades por condensación entre el aislante y el trasdós en la pared de cerramiento. Mejora el aislamiento acústico del cerramiento con espesores de espuma de 2 a 4 cm reduciendo hasta 10dB. En nuestro caso proponemos un espesor de 4 cm, cuya conductividad térmica $\lambda=0,028$ W/m²K y su resistencia térmica $R_T=1,42$ m²K/W.

El aplacado exterior consiste en un sistema de perfiles anclados al muro existente que permite la suspensión de placas de $e=2,5$ cm. En este caso hemos elegido unas piezas prefabricadas cerámicas para proteger y decorar la fachada. El aplacado cerámico tiene una conductividad térmica $\lambda=0,69$ W/m²K. La inclusión de una cámara de aire ventilada entre el aislante y el elemento de acabado exterior

permite minimizar el sobrecalentamiento en verano, facilitando la transpiración de la fachada, limitando al máximo el riesgo de condensaciones intersticiales.

A continuación se expone un detalle constructivo de la propuesta de intervención acotado en centímetros.

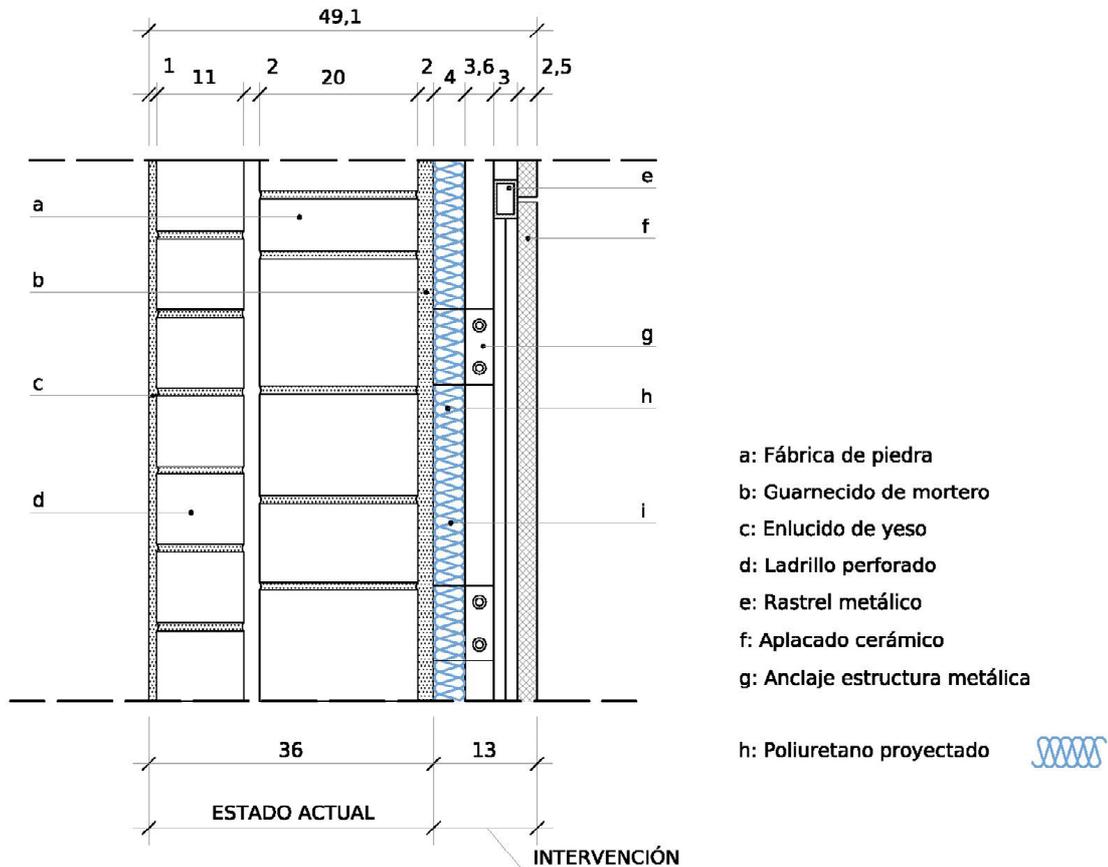


Figura 24. Detalle constructivo de la intervención. Aplanado cerámico exterior y poliuretano proyectado

En este caso también, los huecos se ven afectados por un mal funcionamiento ante el flujo térmico, por lo que se propone un cambio de ventanas similar al anterior.

La ventana esta compuesta por marco de *pvc* con cinco cámaras de perfil de hoja que garantiza unas buenas propiedades de aislamiento térmico con $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. El acristalamiento de triple vidrio de espesores 4/4/4 mm de protección térmica. Las cámaras de 12 mm que se generan entre los tres vidrios están rellenas de gas argón lo que otorga una mayor resistencia térmica al conjunto. Con estos dos elementos, cristal mas cámara, conseguiremos un valor $U=0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

A continuación se detalla la ventana de *pvc* que cubre las necesidades anteriormente expuestas.

A continuación se detalla la ventana de *pvc* que se propone como alternativa a las ya existentes. Este tipo de ventana con su gran capacidad de marco permite llevar a cabo el cambio de ventanas sin la necesidad de quitar por completo las ya existentes, utilizaremos los marcos antiguos como premarco de nuestra nueva ventana.

Ventana de pvc triple acristalamiento y marco de 72 mm. Cotas en milímetros.

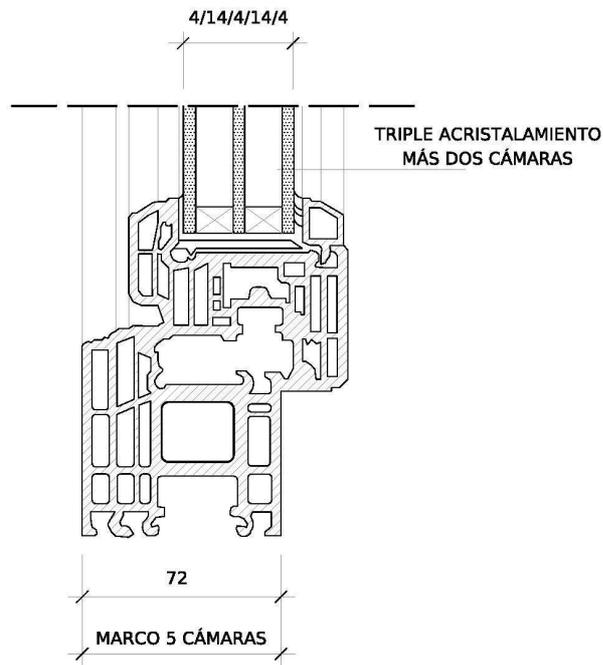


Figura 18. Detalle carpintería pvc

Dicha intervención se hará en el conjunto del edificio ya que todas sus partes se encuentran afectadas de un modo similar.

Una vez que esta definido el nuevo muro volveremos a calcular su nuevo valor U mediante el software de *Econdensa* (anexo I).

En la figura 25 se visualiza la transmitancia térmica del muro, antes y después de la intervención.

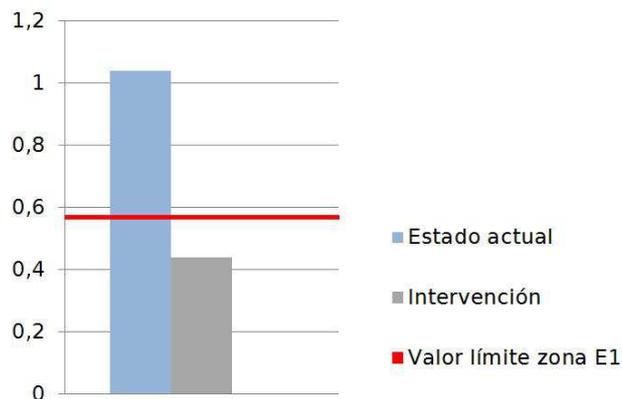


Figura 25. Grafico de barras B01b, valor de transmitancia del muro en W/m²K

Como resultado se ha obtenido una bajada de la transmitancia del 58%. Desde el estado actual con un valor $U=1,04 \text{ W/m}^2\text{K}$, pasamos tras la intervención a un valor $U=0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$.

El siguiente edificio sobre el que vamos a realizar una propuesta de mejora es el representado en la figura 26. Se corresponde con la ficha B03b, y está ubicado en la localidad de Campo, a una altitud de 691msnm, en la Comarca de la Ribagorza.

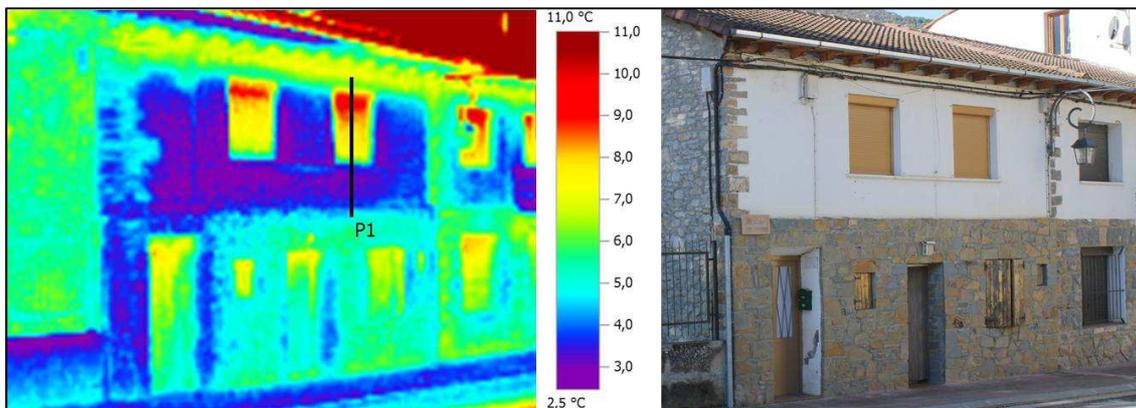


Figura 26. Estado actual vivienda unifamiliar

La figura 26 presenta el estado en el que se encuentra actualmente el edificio estudiado mediante una imagen reciente y una imagen termográfica que nos muestra sus carencias más evidentes.

Esta vivienda fue construida en la década de 1960. Su muro se encuentra formado por un enlucido de yeso en el interior, ladrillo perforado de 11 cm, cámara de aire de 2cm, una fábrica de piedra de 20 cm y en algunas zonas un guarnecido de mortero de 2cm al exterior.

Con el esquema de muro existente hemos calculado la transmitancia del mismo mediante el software de *Econdensa* (anexo I). El valor obtenido 1,04 W/m²K supera el establecido por el código técnico de la edificación para la zona climática E1 0,57W/m²K.

Dado que en su estado actual no cumple con las exigencias del código técnico vamos a realizar una propuesta de mejora además de un análisis y contraste de la misma.

En este caso la intervención se llevará a cabo desde el interior de la vivienda, se trata de trasdosar todas las paredes que recaen a fachada. Esto se realizará con una estructura ligera compuesta por rastreles fijados a suelo y techo mediante taco y tornillo, estos actúan como guía para los montantes verticales que forman una cuadrícula con los rastreles, dependiendo de la altura libre colocaremos rastrel intermedio. Esta estructura ligera es el soporte para las placas de yeso laminado. En este caso puesto que es un trasdosado sólo se colocaran las placas por un lado de la hoja interior. Las placas de yeso laminado tienen un espesor de 2 cm, dependiendo de las necesidades se pueden colocar espesores superpuestos. Esta va fijada mediante tornillos tirafondo a la estructura conformada por rastreles y montantes. Las placas de yeso laminado cuentan con una conductividad térmica $\lambda=0,25\text{W/m}^2\text{K}$ y una resistencia térmica $R_T=0,08\text{ m}^2\text{K/W}$.

En el hueco generado entre revestimiento de yeso existente y la lamina de yeso laminado irá colocado el aislante que proporcione una estabilidad térmica a la vivienda.

En este caso hemos elegido una lana mineral en rollo clase MW-036 con un espesor de 4 cm, una conductividad térmica $\lambda=0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$ y su resistencia térmica $R_T=1,10 \text{ m}^2\text{K/W}$. Aislamiento A1 frente al fuego, evita la propagación del mismo. Incrementa entre 7 y 10 dB el aislamiento acústico en la parte de la hoja interior donde se incorpora.

La colocación de la lana mineral se hace de forma manual mediante presión entre los montantes y las placas de yeso laminado.

A continuación se muestra un detalle constructivo de la propuesta de intervención con un trasdosado interior, acotado en centímetros.

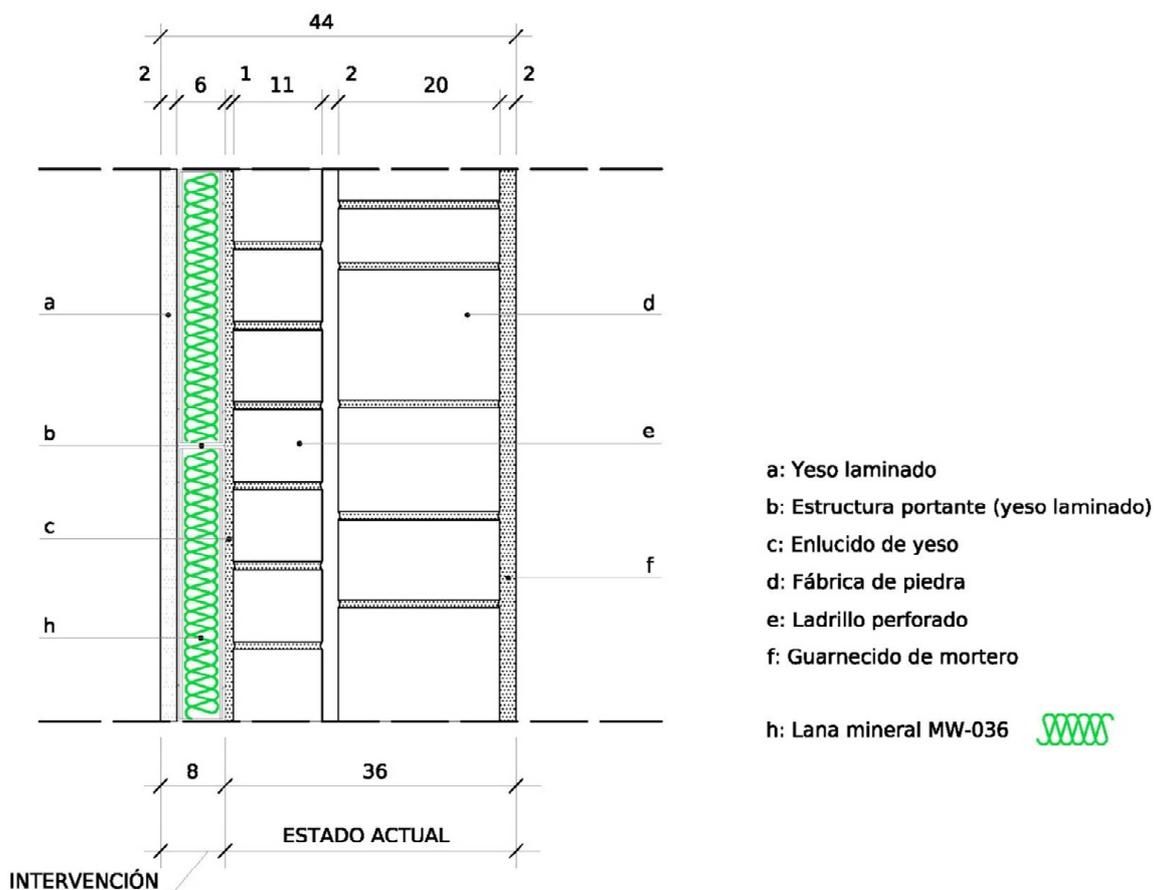


Figura 27. Detalle constructivo de la intervención. Trasdoso interior y lana mineral

Los huecos también se ven afectados por un mal funcionamiento ante el flujo térmico, por lo que se propone un cambio de ventanas como en casos anteriores.

Ventana compuesta por marco de *pvc* con cinco cámaras de perfil de hoja que garantiza unas buenas propiedades de aislamiento térmico con $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Acristalamiento de triple vidrio de espesores 4/4/4 mm de protección térmica. Las cámaras que se generan entre los tres vidrios con un $e=14\text{mm}$ están rellenas de gas argón lo que otorga una mayor resistencia térmica al conjunto. Con estos dos elementos, cristal mas cámara conseguiremos un valor $U=0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

A continuación se detalla la ventana de *pvc* que se propone como alternativa a las ya existentes. Este tipo de ventana con su gran capacidad de marco permite llevar

a cabo el cambio de ventanas sin la necesidad de quitar por completo las ya existentes, utilizaremos los marcos antiguos como premarco de nuestra nueva ventana.

Ventana de pvc triple acristalamiento y marco de 72 mm. Cotas en milímetros.

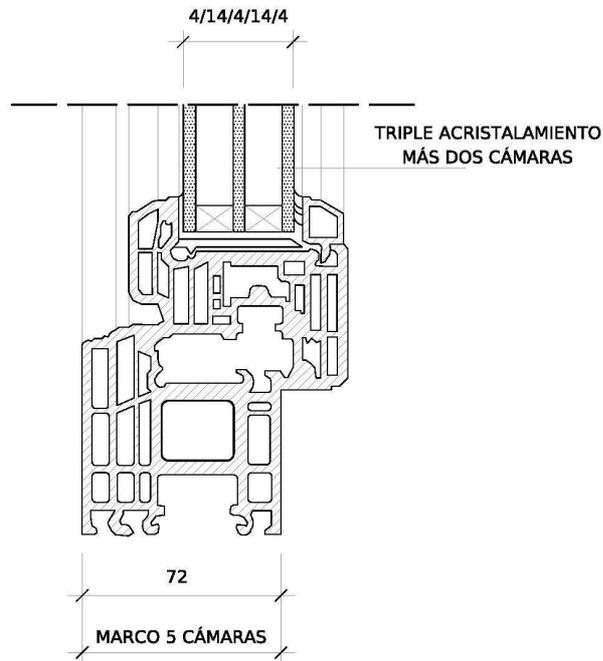


Figura 18. Detalle carpintería pvc

Dicha intervención se hará en el conjunto del edificio ya que todas sus partes se encuentran afectadas de un modo similar.

Una vez que esta definido el nuevo muro volveremos a calcular su nuevo valor U mediante el software de *Econdensa* (anexo I).

En la figura 28 se visualiza la transmitancia térmica del muro, antes y después de la intervención.

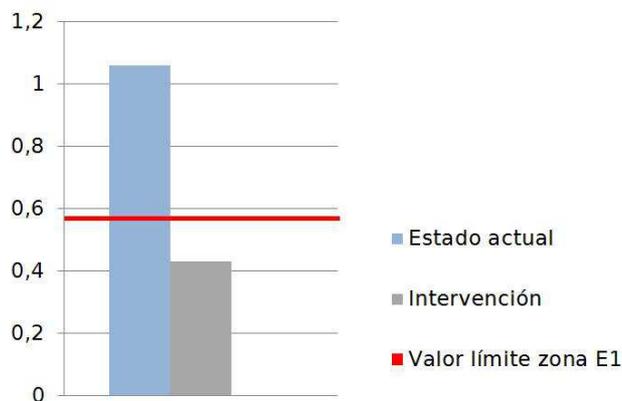


Figura 28. Grafico de barras B03b, valor de transmitancia de muro en W/m²K

Como resultado se ha obtenido una bajada de la transmitancia del 53 %. Desde el estado actual con un valor de $U=1,04 \text{ W/m}^2\text{K}$, pasamos tras la intervención a un valor $U=0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$.

El siguiente edificio sobre el que vamos a realizar una propuesta de mejora es el representado en la figura 29. Se corresponde con la ficha B04d, y está ubicado en la localidad de Castejón de Sos, a una altitud de 904msnm, en la Comarca de la Ribagorza.

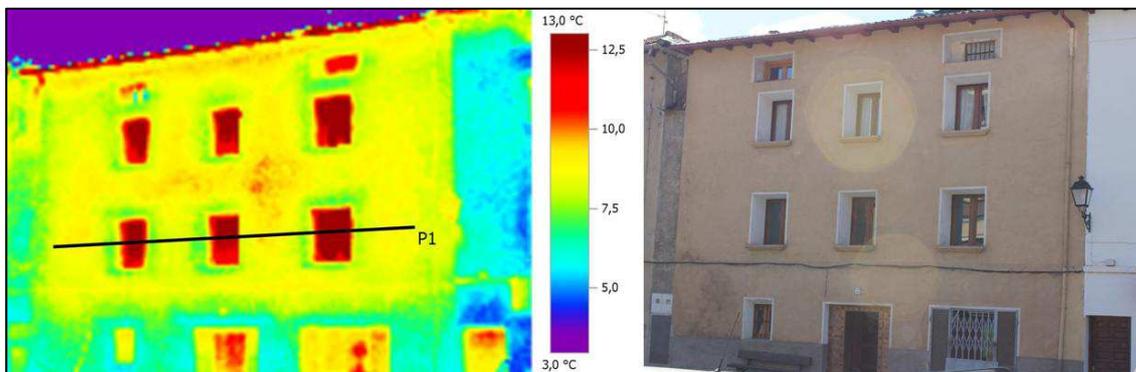


Figura 29. Estado actual vivienda unifamiliar

La anterior figura representa el estado en el que se encuentra actualmente el edificio estudiado mediante una imagen reciente y una imagen termográfica que nos muestra sus carencias más evidentes.

Esta vivienda fue construida en la década de 1960. Su muro se encuentra formado por un enlucido de yeso en el interior, ladrillo perforado de 11 cm, cámara de aire de 2cm, una fábrica de piedra de 20 cm y un guarnecido de mortero de 2cm al exterior.

Con el esquema de muro existente hemos calculado la transmitancia del mismo mediante el software de *Econdensa* (anexo I). El valor obtenido $1,04 \text{ W/m}^2\text{K}$ supera el establecido por el código técnico de la edificación para la zona climática E1 $0,57\text{W/m}^2\text{K}$.

Dado que en su estado actual no cumple con las exigencias del código técnico vamos a realizar una propuesta de mejora además de un análisis y contraste de la misma.

La intervención tiene como objeto la mejora del aislamiento de la envolvente, para ello se propone la remodelación del muro actual. Utilizaremos la fábrica existente como hoja interior de lo que pasará a ser una fachada ventilada compuesta por la mencionada hoja interior más un paneado mediante rastreles que conformará la hoja exterior. Sobre el elemento existente colocaremos un aislamiento de lana mineral con formato panel, recubiertos con un velo de vidrio blanco repelente al agua, evitando el deterioro con el paso del tiempo, uso especial para fachadas ventiladas. Estos paneles incrementan entre 7 y 10 dB el aislamiento acústico en la parte ciega de la fachada donde se incorporan. Su clasificación al fuego incombustible A2, s1, d0 nos proporcionará protección frente a la propagación del fuego. Su espesor será de 4 cm, su λ de $0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$ y su resistencia térmica de $1,10 \text{ m}^2\text{K/W}$.

El aplacado exterior consiste en un sistema de perfiles anclados al muro existente que permite la suspensión de placas de $e=2,5 \text{ cm}$, en este caso hemos elegido piezas prefabricadas cerámicas para proteger y decorar la fachada. El valor de

conductividad térmica de este aplacado cerámico es $\lambda=0,69 \text{ W/m}^2\text{K}$. La inclusión de una cámara de aire ventilada entre el aislante y el elemento de acabado exterior permite minimizar el sobrecalentamiento en verano, facilitando la transpiración de la fachada, limitando al máximo el riesgo de condensaciones intersticiales.

A continuación se expone un detalle constructivo de la propuesta de intervención acotado en centímetros.

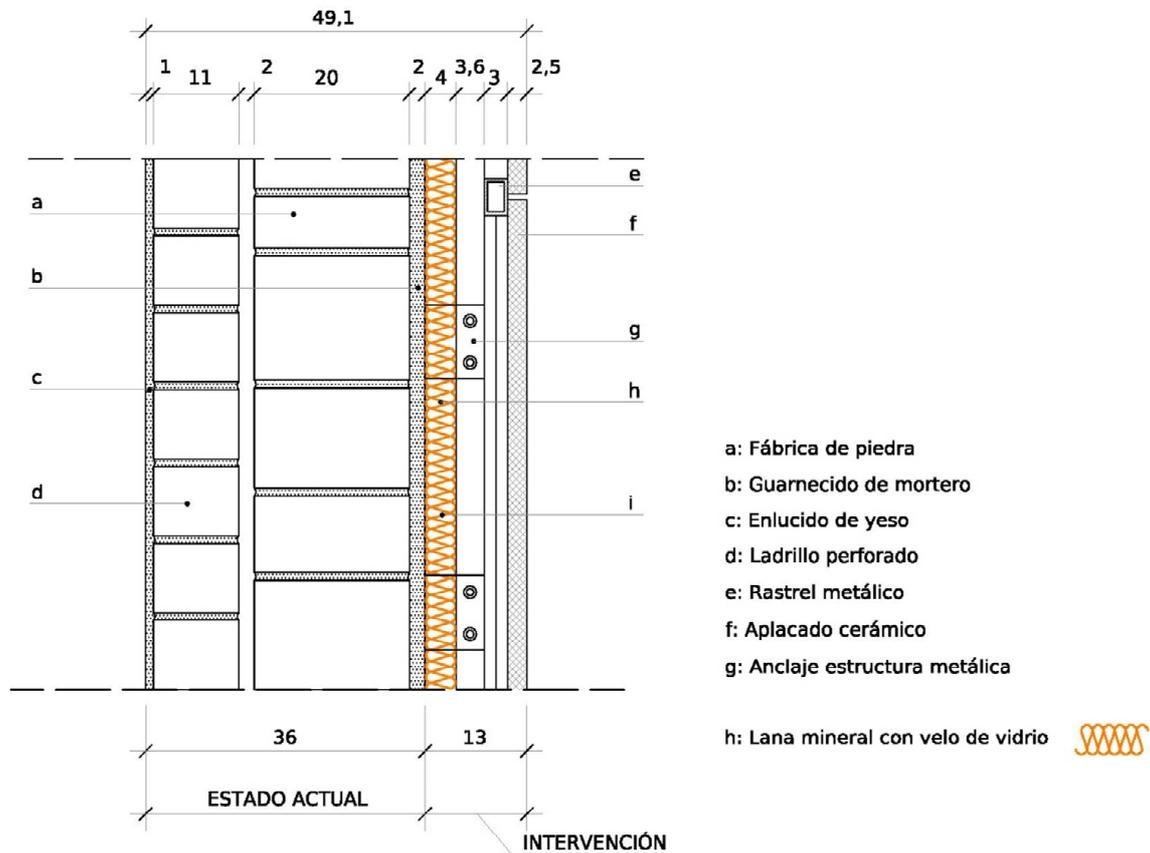


Figura 30. Detalle constructivo de la intervención. Aplacado cerámico exterior y lana mineral

Además del mal funcionamiento del muro se observa como los huecos son los puntos donde mas energía se pierde por eso proponemos una sustitución de las ventanas actuales por un modelo que se desarrolla a continuación.

La ventana esta compuesta por marco de pvc con cinco cámaras de perfil de hoja que garantiza unas buenas propiedades de aislamiento térmico con $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. El acristalamiento de triple vidrio de espesores 4/4/4 mm de protección térmica. Las cámaras de 14 mm que se generan entre los tres vidrios están rellenas de gas argón lo que otorga una mayor resistencia térmica al conjunto. Con estos dos elementos, cristal mas cámara, conseguiremos un valor $U=0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

A continuación se detalla la ventana de pvc que se propone como alternativa a las ya existentes. Este tipo de ventana con su gran capacidad de marco permite llevar a cabo el cambio de ventanas sin la necesidad de quitar por completo las ya existentes, utilizaremos los marcos antiguos como premarco de nuestra nueva ventana.

Ventana de pvc triple acristalamiento y marco de 72 mm. Cotas en milímetros.

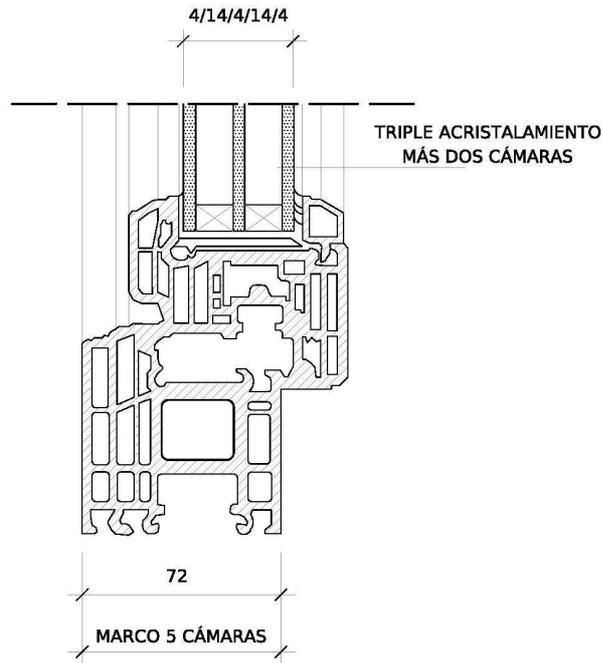


Figura 18. Detalle carpintería pvc

Dicha intervención se hará en el conjunto del edificio ya que todas sus partes se encuentran afectadas de un modo similar.

Una vez que esta definido el nuevo muro volveremos a calcular su nuevo valor U mediante el software de *Econdensa* (anexo I).

En la figura 31 se visualiza la transmitancia térmica del muro, antes y después de la intervención.

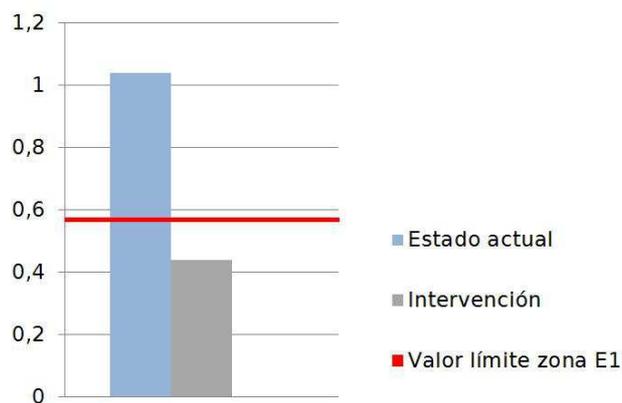


Figura 31. Grafico de barras B04b, valor de transmitancia del muro en W/m²K

Como resultado se ha obtenido una bajada de la transmitancia del 52%. Desde el estado actual con un valor $U=1,04 \text{ W/m}^2\text{K}$, pasamos tras la intervención a un valor $U=0,50\text{W/m}^2\text{K}$

El siguiente edificio sobre el que vamos a realizar una propuesta de mejora es el representado en la figura 32. Se corresponde con la ficha B01e, y está ubicado en la localidad de Villanova, a una altitud de 966 msnm en la Comarca de la Ribagorza.

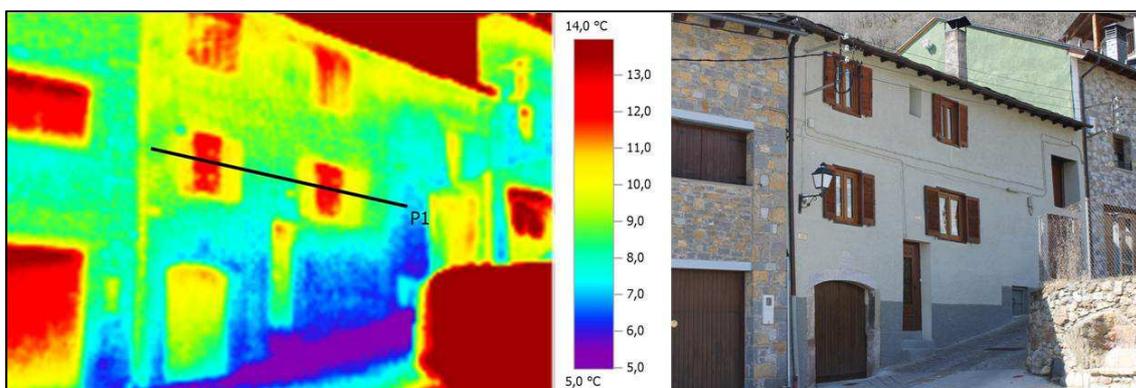


Figura 32. Estado actual vivienda unifamiliar

Esta vivienda fue construida en fechas anteriores al 1950. Su muro se encuentra formado por un enlucido de yeso en el interior, ladrillo perforado de 11 cm, cámara de aire de 2cm, una fábrica de piedra de 25 cm y un guarnecido de mortero de 2cm al exterior.

Con el esquema de muro existente hemos calculado la transmitancia del mismo mediante el software de *Econdensa* (anexo II). El valor obtenido $1,04 \text{ W/m}^2\text{K}$ supera el establecido por el código técnico de la edificación para la zona climática E1 $0,57\text{W/m}^2\text{K}$.

Dado que en su estado actual no cumple con las exigencias del código técnico vamos a realizar una propuesta de mejora además de un análisis y contraste de la misma.

La intervención tiene como objeto la mejora del aislamiento de la envolvente, para ello se propone la remodelación del muro actual. Utilizaremos la fábrica existente como hoja interior de lo que pasará a ser una fachada ventilada compuesta por la mencionada hoja interior más un panelado mediante rastreles que conformará la hoja exterior. Sobre el elemento existente proyectaremos un aislamiento de poliuretano. Con este tipo de aislante a igualdad de espesor, obtenemos mayor resistencia térmica y por tanto más aislamiento. Impermeabiliza la pared de humedades exteriores que pudieran penetrar por capilaridad. No es preciso el revoco interior del trasdós de la pared sobre la que se vaya a colocar. Sin embargo, permite la transpiración del edificio. Al carecer de juntas de estar perfectamente adherido al soporte sobre el que se proyecta, no permite la formación de humedades por condensación entre el aislante y el trasdós en la pared de cerramiento. Mejora el aislamiento acústico del cerramiento con espesores de espuma de 2 a 4 cm reduciendo hasta 10dB. En nuestro caso proponemos un espesor $e=4 \text{ cm}$, su conductividad térmica $\lambda=0,028 \text{ W/m}^2\text{K}$ y su resistencia térmica $R_T=1,42 \text{ m}^2\text{K/W}$.

El aplacado exterior consiste en un sistema de perfiles anclados al muro existente que permite la suspensión de placas de $e=2,5 \text{ cm}$ de, conformadas en madera local de pino tratada mediante procesos de impregnación profunda por autoclave vacío y

presión, protegiendo y decorando la fachada. El valor de conductividad térmica de este aplacado de madera es $\lambda=0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$.

La inclusión de una cámara de aire ventilada entre el aislante y el elemento de acabado exterior permite minimizar el sobrecalentamiento en verano, facilitando la transpiración de la fachada, limitando al máximo el riesgo de condensaciones intersticiales.

A continuación se expone un detalle constructivo de la propuesta de intervención acotado en centímetros.

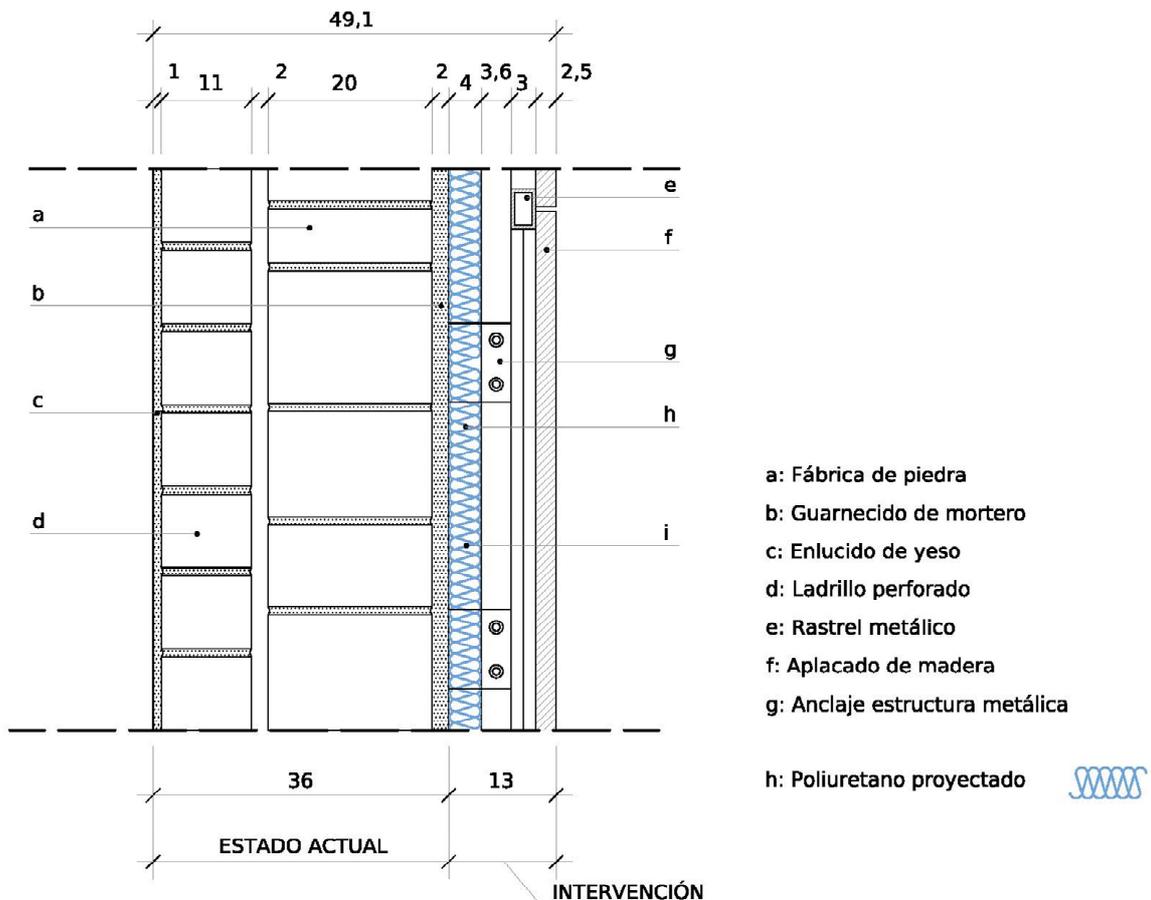


Figura 33. Detalle constructivo de la intervención. Aplacado de madera exterior y poliuretano proyectado

En este caso también, los huecos se ven afectados por un mal funcionamiento ante el flujo térmico, por lo que se propone un cambio de ventanas similar al anterior.

La ventana esta compuesta por marco de *pvc* con cinco cámaras de perfil de hoja que garantiza unas buenas propiedades de aislamiento térmico con $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. El acristalamiento de triple vidrio de espesores 4/4/4 mm de protección térmica. Las cámaras de 14 mm que se generan entre los tres vidrios están rellenas de gas argón lo que otorga una mayor resistencia térmica al conjunto. Con estos dos elementos, cristal mas cámara, conseguiremos un valor $U=0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

A continuación se detalla la ventana de *pvc* que se propone como alternativa a las ya existentes.

Ventana de pvc triple acristalamiento y marco de 72 mm. Cotas en milímetros.

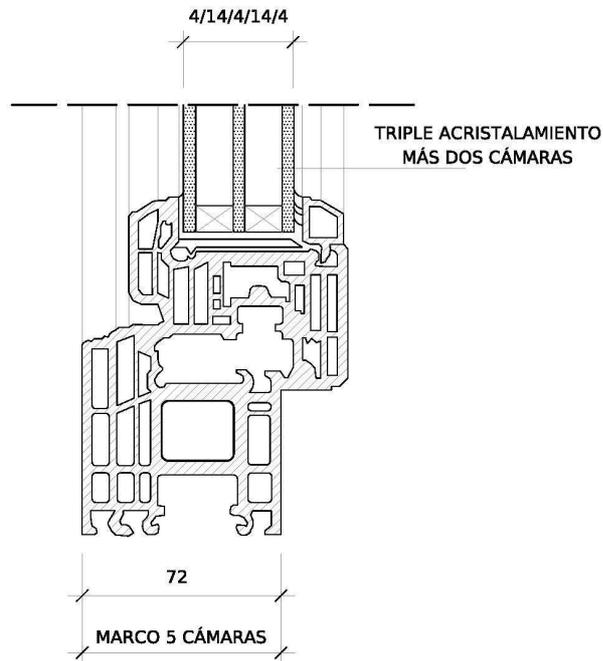


Figura 18. Detalle carpintería pvc

Una vez que esta definido el nuevo muro volveremos a calcular su nuevo valor U mediante el software de *Econdensa* (anexo I).

En la figura 25 se visualiza la transmitancia térmica del muro, antes y después de la intervención.

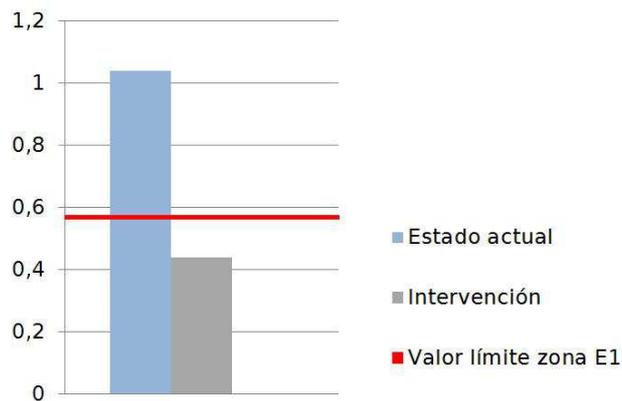


Figura 34. Grafico de barras B01e, valor de transmitancia del muro en W/m²K

Como resultado se ha obtenido una bajada de la transmitancia del 60 %. Desde el estado actual con un valor $U= 1,04 \text{ W/m}^2\text{K}$, pasamos tras la intervención a un valor $U=0,42\text{W/m}^2\text{K}$

5. CONCLUSIONES

De esta experiencia con el uso de la termografía aplicada al análisis de las envolventes de edificaciones existentes puedo destacar:

-La termografía es una técnica que me ha posibilitado localizar con facilidad las zonas con problemas de un edificio. Grietas, distintos materiales ocultos, zonas húmedas y puentes térmicos.

-Este sistema me ha posibilitado hacer un gran número de inspecciones en un tiempo limitado.

-El hecho de almacenar las imágenes me permite generar documentación gráfica para posibles consultas posteriores.

-Tiene la ventaja de proporcionar información a distancia, sin ser necesario el contacto con el edificio, lo que me ha hecho independiente a la hora de llevar a cabo la toma de muestras.

-Esta información es a la vez cualitativa y cuantitativa, ya que además de localizar las zonas afectadas me aporta la temperatura a la que se encuentran cada una de estas áreas afectadas.

Mediante el análisis comparativo de las fichas hemos comprobado las siguientes tendencias:

-Las tipologías constructivas apenas han evolucionado, la aparición del aislante es la única mejora que se reconoce en los edificios estudiados. El gran periodo de construcción que abarca la muestra analizada en comparación al desarrollo de las envolventes es insignificante.

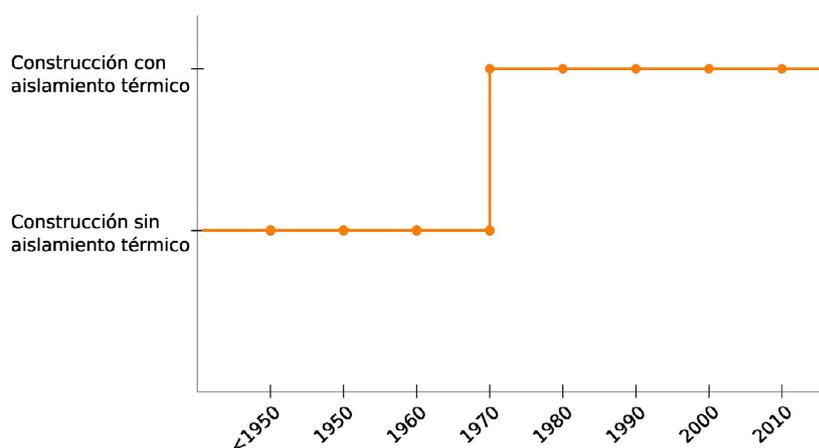


Figura 35. Evolución térmica en construcción

-Los ejemplos que no cumplen el Código Técnico son aquellos construidos con anterioridad al año 1970, que todavía no se utilizaba el aislamiento térmico

A la hora de cruzar el resto de datos sobre los que he trabajado en la fichas y en el posterior análisis comparativo no se aprecian apenas tendencias.

No encontramos relación entre las diferentes variables, como son tipología el número de plantas, volumen construido u orientación.

El hecho de que apenas se aprecien tendencias puede deberse a la homogeneidad de la muestra de las dos comarcas estudiadas o bien a la falta de relación entre los datos analizados.

Creamos la ficha con estas variables pensando que con ellas podíamos obtener tendencias contrastándolas con las imágenes termográficas, esto sumado a que durante el trabajo de campo pretendimos ser independientes con la toma de imágenes y la recopilación de datos nos llevo a elegir estas variables que ahora reconocemos como carentes de peso para asociarlas a unas conclusiones.

El hecho de haber dado este paso y reconocer esta variables como invalidas no tiene por qué ser el resultado de un trabajo mal hecho sino la motivación para seguir obteniendo datos, analizarlos, cruzarlos e intentar obtener conclusiones asociadas a la caracterización térmica de los edificios estudiados.

A continuación se representa mediante un gráfico de barras las cinco soluciones adoptadas en cada caso y los valores de transmitancia térmica en W/m^2K de cada uno de ellas. Siendo el más eficiente el que represente un valor mas bajo de transmitancia puesto que este dato es inversamente proporcional a la resistencia térmica.

Hemos aplicado cinco soluciones a la hora de resolver los déficits térmicos que presentan algunos de los edificios afectados. (Cuatro trasdosados exteriores y un trasdosado interior). De lo que podemos destacar lo siguiente.

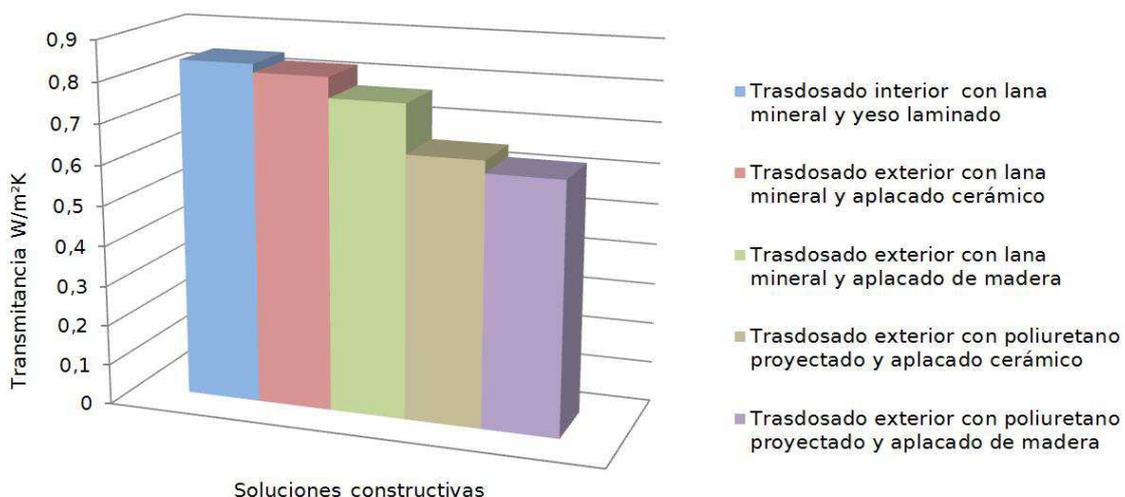


Figura 36. Transmitancia térmica de las diferentes soluciones constructivas aplicadas

Comparando los sistemas de trasdosado interior o exterior podemos afirmar que los aplacados por el exterior resultan más eficientes. Entre estos sistemas los compuestos por poliuretano ofrecen menos facilidad al flujo térmico. Como muestra la figura 35 el más eficiente a igualdad de espesores es el que genera una fachada

ventilada formada por poliuretano proyectado más un aplacado de madera con una transmitancia de 0,62W/m²K.

Ahora vamos a valorar los costes de cada una de estas intervenciones por m² dependiendo del sistema y materiales empelados:

M² de trasdosado interior mediante montantes y travesaños metálicos anclados a forjados mediante taco y tornillo. Acabado con láminas de yeso laminado fijadas con tornillo tirafondo. Aislamiento mediante lana mineral MW-036 de 4cm, colocada de forma manual. Incluso mermas y roturas.20€/m²

M² de trasdosado exterior mediante estructura metálica fijada a la fachada con anclajes normalizados. Aplacado de madera de pino tratada mediante procesos de impregnación profunda por autoclave vacío y presión. Aislamiento de lana mineral de 4cm, con velo de vidrio colocada mediante tacos anclada a la fachada. Incluso medios auxiliares para montaje y colocación, mermas y roturas de material.40€/m²

M² de trasdosado exterior mediante estructura metálica fijada a la fachada con anclajes normalizados. Aplacado cerámico. Aislamiento de lana mineral con velo de vidrio de 4cm, colocada mediante tacos anclada a la fachada. Incluso medios auxiliares para montaje y colocación, mermas y roturas de material.43€/m²

M² de trasdosado exterior mediante estructura metálica fijada a la fachada con anclajes normalizados. Aplacado de madera de pino tratada mediante procesos de impregnación profunda por autoclave vacío y presión. Aislamiento de poliuretano proyectado de 4cm. Incluso medios auxiliares para montaje y colocación, mermas y roturas de material.33€/m²

M² de trasdosado exterior mediante estructura metálica fijada a la fachada con anclajes normalizados. Aplacado cerámico. Aislamiento de poliuretano proyectado de 4cm. Incluso medios auxiliares para montaje y colocación, mermas y roturas de material.36€/m²

Análisis gráfico del coste de las soluciones constructivas:

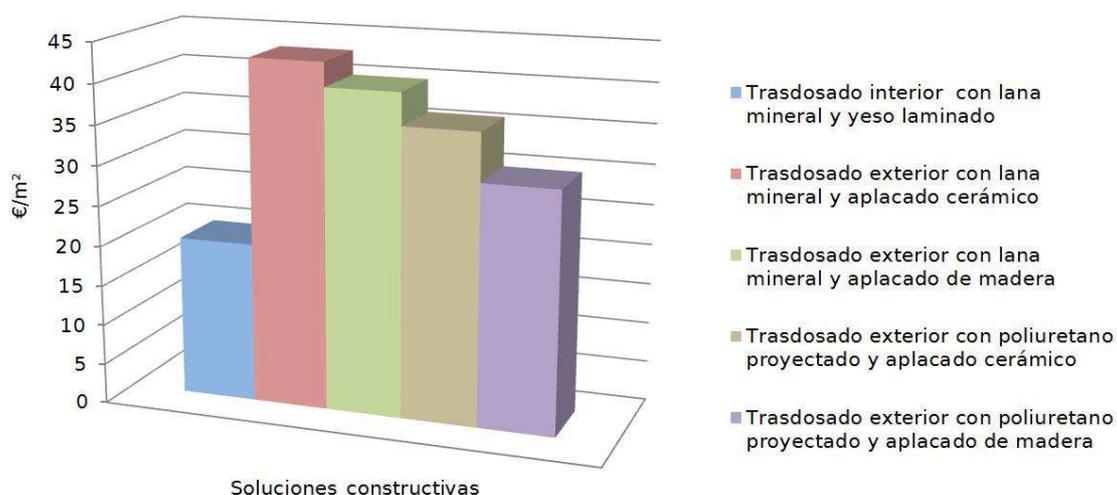


Figura 37. Coste de las diferentes soluciones constructivas aplicadas por metro cuadrado

Como se puede observar los tratamientos por el exterior son mucho más caros que un simple trasdosado interior. Esto se debe a que los medios necesarios para ejecutar la hoja exterior de una fachada ventilada son más complejos que los que utilizaríamos para trasdosar por el interior. Esto es lo que incrementa de tal modo el precio por metro cuadrado. También cabe destacar que dependiendo del material que utilicemos para aislar y para aplacar obtendremos un precio u otro.

A la hora de decantarnos por una solución debemos valorar lo que nos cuesta su colocación en relación a lo que vamos a ahorrar en calefacción una vez instalado el sistema de mejora térmica.

De entrada merece una mención especial la dificultad para obtener cierta información sobre los edificios estudiados, debido a la falta de documentación sobre estos y al desconocimiento de algunos de los propietarios. Esto nos ha obligado a proponer alternativas que tal vez hayan desvirtuado en parte la precisión de los resultados por lo que debe tenerse en cuenta este factor a la hora de interpretar los datos.

En cualquier caso creemos haber demostrado en este proyecto como con una serie de datos y el apoyo de una técnica tan eficaz como es la termografía infrarroja podemos hacer una evaluación de cualquier edificio con el fin de mejorar su eficiencia energética. Aspecto que consideramos fundamental dada la situación en la que nos encontramos, con un parque de viviendas envejecido y con carencias evidentes que son susceptibles de una rehabilitación energética.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Flir: "Historia de la aplicación termográfica" 2009

[2] Vela Pérez. Angela-Alonso Girón. Jesús M^a: "*Radiación infrarroja y ultravioleta. Tecnología y aplicación*" Ed. Mc Graw Hill, 1998

[3] Testo AG: "*Guía de Termografía*" 2008

[4] Flir: "*Guía sobre termografía para aplicaciones en edificios y energía renovable*" 2011

[5] Public Building Service of the General Services Administration: "Thermal Infrared Imaging"

[6] Legambiente: "Tutti in classe A. Campaña sobre eficiencia energética en edificación"

Concepto de transmitancia.

Es la cantidad de energía que atraviesa, en una unidad de tiempo, una unidad de superficie de un elemento constructivo de caras paralelas cuando entre dichas caras hay un gradiente térmico unidad. Es el inverso a la resistencia térmica. Su expresión matemática es:

$$U = W/S \cdot K$$

Siendo:

U=Transmitancia en vatios por metro cuadrado y kelvin.

W=Potencia en vatios.

S=Superficie en metros cuadrados.

K=Diferencia de temperaturas en kelvin.

Concepto de resistencia térmica.

La resistencia térmica R de una capa homogénea de material sólido, en metro cuadrado por kelvin y por vatio, viene dada por:

$$R = e/\lambda$$

Siendo:

R=Resistencia térmica

e=Espesor del material

λ =Conductividad térmica del material, W/K·m²

Envolvente tipo 1				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Piedra	16	0,60	0,27	3,75
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
Lana mineral	4	0,03	1,29	0,77
LHD	7	0,37	0,18	5,35
Enlucido yeso	2	0,40	0,05	20,00
TOTAL	31		2,13	0,47



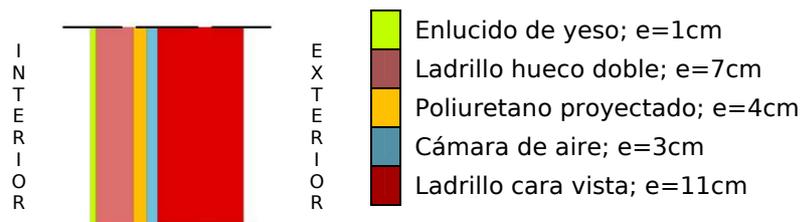
-Tipología 1-

Envolvente tipo 2				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Mortero de cemento	3	0,30	0,10	10,00
Piedra	20	0,60	0,33	3,00
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
LP	11	0,69	0,16	6,31
Enlucido yeso	1	0,40	0,02	40
TOTAL	37		0,957	1,04



-Tipología 2-

Envolvente tipo 3				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
LCV	11	0,69	0,16	6,31
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
Poliuretano proyectado	4	0,03	1,25	0,80
LHD	7	0,37	0,19	5,36
Enlucido yeso	1	0,40	0,02	40
TOTAL	25		1,960	0,51



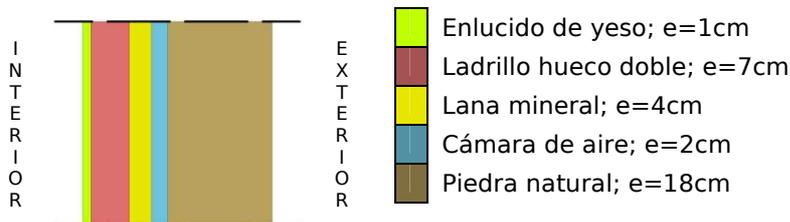
-Tipología 3-

Envolvente tipo 4				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Piedra	20	0,60	0,33	3,00
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
Lana mineral	4	0,03	1,29	0,77
LHD	7	0,37	0,19	5,36
Enlucido yeso	2	0,40	0,05	20
TOTAL	35		2,20	0,45



-Tipología 4-

Envolvente tipo 5				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Piedra	18	0,60	0,33	3,33
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
Lana mineral	4	0,03	1,29	0,77
LHD	7	0,37	0,19	5,36
Enlucido yeso	1	0,40	0,02	40
TOTAL	32		2,14	0,47



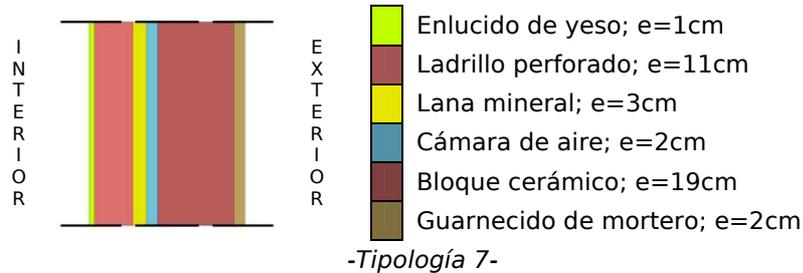
-Tipología 5-

Envolvente tipo 6				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Mortero de cemento	2	0,30	0,06	15,00
Bloque cerámico	19	0,43	0,44	2,27
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
Poliuretano proyectado	4	0,03	1,25	0,80
LHD	7	0,37	0,19	5,36
Enlucido yeso	1	0,40	0,02	40
TOTAL	35		2,31	0,43

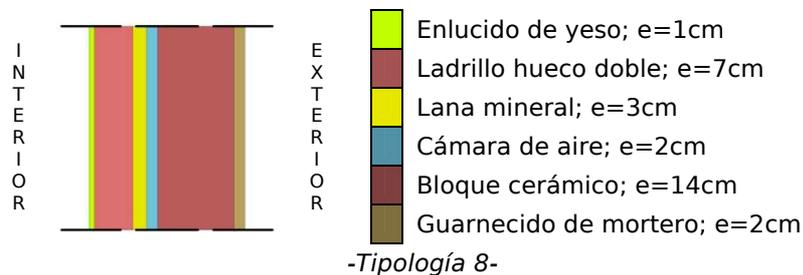


-Tipología 6-

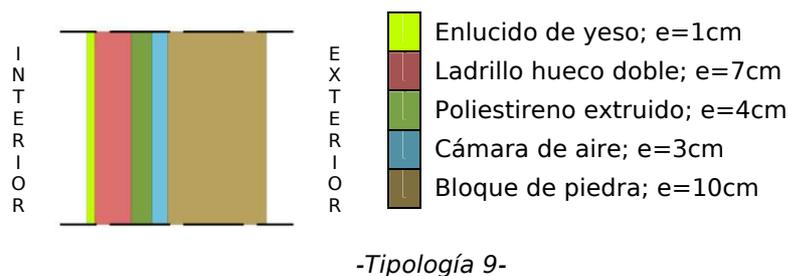
Envolvente tipo 7				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Mortero de cemento	2	0,30	0,06	15,00
Bloque cerámico	19	0,43	0,44	2,27
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
Lana mineral	3	0,03	0,96	1,03
LP	11	0,69	0,16	6,31
Enlucido yeso	1	0,40	0,02	40
TOTAL	38		1,99	0,50



Envolvente tipo 8				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Mortero de cemento	2	0,30	0,06	15,00
Bloque cerámico	14	0,43	0,32	3,12
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
Lana mineral	3	0,03	0,96	1,03
LHD	7	0,37	0,18	5,35
Enlucido yeso	1	0,40	0,02	40
TOTAL	29		1,91	0,52



Envolvente tipo 9				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Piedra	10	0,60	0,16	6
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
Poliestireno extruido	4	0,02	1,60	0,62
LHD	7	0,37	0,19	5,36
Enlucido yeso	1	0,40	0,02	40
TOTAL	25		2,32	0,43



Envolvente tipo 10				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Mortero de cemento	2	0,30	0,06	15,00
Bloque cerámico	14	0,43	0,32	3,12
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
Poliuretano proyectado	3	0,03	1,07	0,93
LHD	7	0,37	0,19	5,36
Enlucido yeso	1	0,40	0,02	40
TOTAL	29		2,01	0,50



-Tipología 10-

Envolvente tipo 11				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Mortero de cemento	2	0,30	0,06	15,00
Bloque cerámico	12	0,43	0,27	3,64
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
LHD	7	0,37	0,19	5,36
Enlucido yeso	1	0,40	0,02	40
TOTAL	24		0,89	1,12



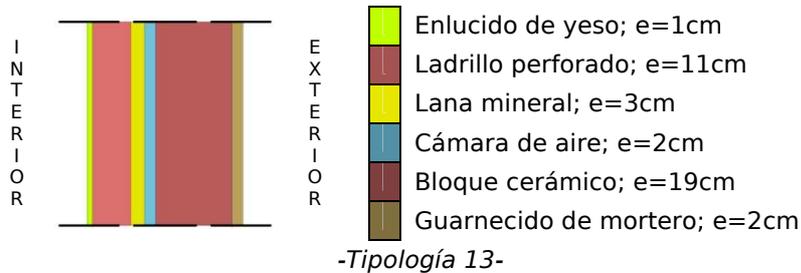
-Tipología 11-

Envolvente tipo 12				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Piedra	25	0,60	0,42	2,4
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
LP	11	0,69	0,16	6,31
Enlucido yeso	1	0,40	0,02	40
TOTAL	39		0,94	1,06



-Tipología 12-

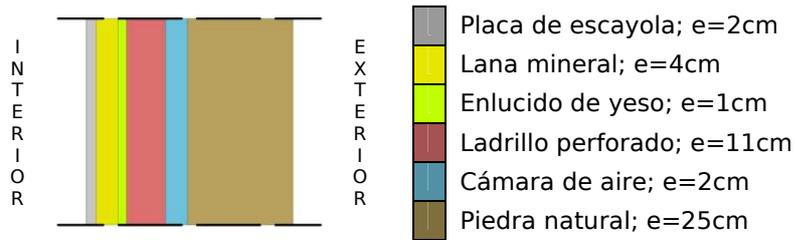
Envolvente tipo 13				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Mortero de cemento	2	0,30	0,06	15,00
Bloque cerámico	19	0,43	0,44	2,27
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
Lana mineral	3	0,03	0,96	1,03
LHD	7	0,37	0,19	5,36
Enlucido yeso	1	0,40	0,02	40
TOTAL	34		2,02	0,49



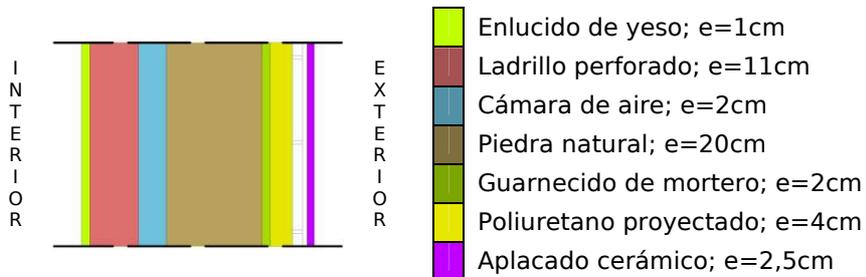
Intervención A01d				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Aplacado de madera	2,5	0,29	0,08	11,60
Cámara de aire semi-vent	2	0,23	0,08	11,76
Lana mineral	4	0,03	1,11	0,90
Mortero de cemento	2	0,30	0,06	15,00
Bloque cerámico	12	0,43	0,27	3,64
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
LHD	7	0,37	0,19	5,36
Enlucido yeso	1	0,40	0,02	40
TOTAL	32		1,98	0,50



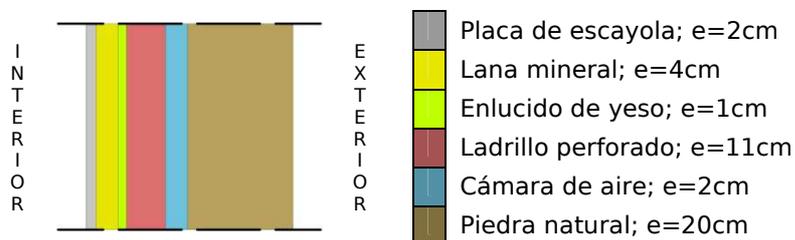
Intervención A02f				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Placa de yeso laminado	2	0,25	0,08	12,50
Lana mineral	4	0,03	1,11	0,90
Enlucido yeso	1	0,57	0,02	57,00
LP	11	0,69	0,16	6,31
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
Piedra	25	0,60	0,42	2,4
TOTAL	45		2,12	0,47



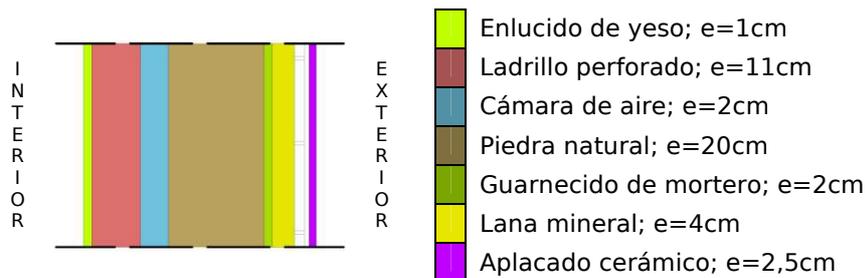
Intervención B01b				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Aplacado cerámico	2,5	0,69	0,03	27,6
Cámara de aire semi-vent	2	0,23	0,08	11,76
Poliuretano proyectado	4	0,028	1,43	0,7
Mortero de cemento	2	0,30	0,10	10,00
Piedra	20	0,60	0,33	3,00
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
LP	11	0,69	0,16	6,31
Enlucido yeso	1	0,40	0,02	40
TOTAL	44,5		2,41	0,43



Intervención B03b				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Placa de yeso laminado	2	0,25	0,08	12,50
Lana mineral	4	0,03	1,11	0,90
Enlucido yeso	1	0,57	0,02	57,00
LP	11	0,69	0,16	6,31
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
Piedra	20	0,60	0,33	3,00
TOTAL	40		2,04	0,49



Intervención B04d				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Aplacado cerámico	2,5	0,69	0,03	27,6
Cámara de aire semi-vent	2	0,23	0,08	11,76
Lana mineral	4	0,036	1,11	0,90
Mortero de cemento	2	0,30	0,10	10,00
Piedra	20	0,60	0,33	3,00
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
LP	11	0,69	0,16	6,31
Enlucido yeso	1	0,40	0,02	40,00
TOTAL	44,5		2,00	0,50



Intervención B01e				
Nombre	Espesor	Lambda	Resistencia	Transmitancia
Aplacado de madera	2,5	0,29	0,08	11,60
Cámara de aire semi-vent	2	0,23	0,08	11,76
Poliuretano proyectado	4	0,028	1,43	0,7
Mortero de cemento	2	0,30	0,10	10,00
Piedra	20	0,60	0,33	3,00
Cámara de aire	2	0,12	0,17	5,88
LP	11	0,69	0,16	6,31
Enlucido yeso	1	0,40	0,02	40
TOTAL	44,5		2,37	0,42

