



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda
unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de
mecanismos activos, pasivos y avanzados.

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Arquitectura Avanzada, Paisaje,
Urbanismo y Diseño

AUTOR/A: Ruiz Taroncher, Aída

Tutor/a: Lerma Elvira, Carlos

Cotutor/a: Cubel Arjona, Francisco José

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

**Mejora de la eficiencia energética de una vivienda
unifamiliar adosada mediante la aplicación
práctica de mecanismos activos, pasivos y
avanzados**

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Arquitectura Avanzada, Paisaje,
Urbanismo y Diseño

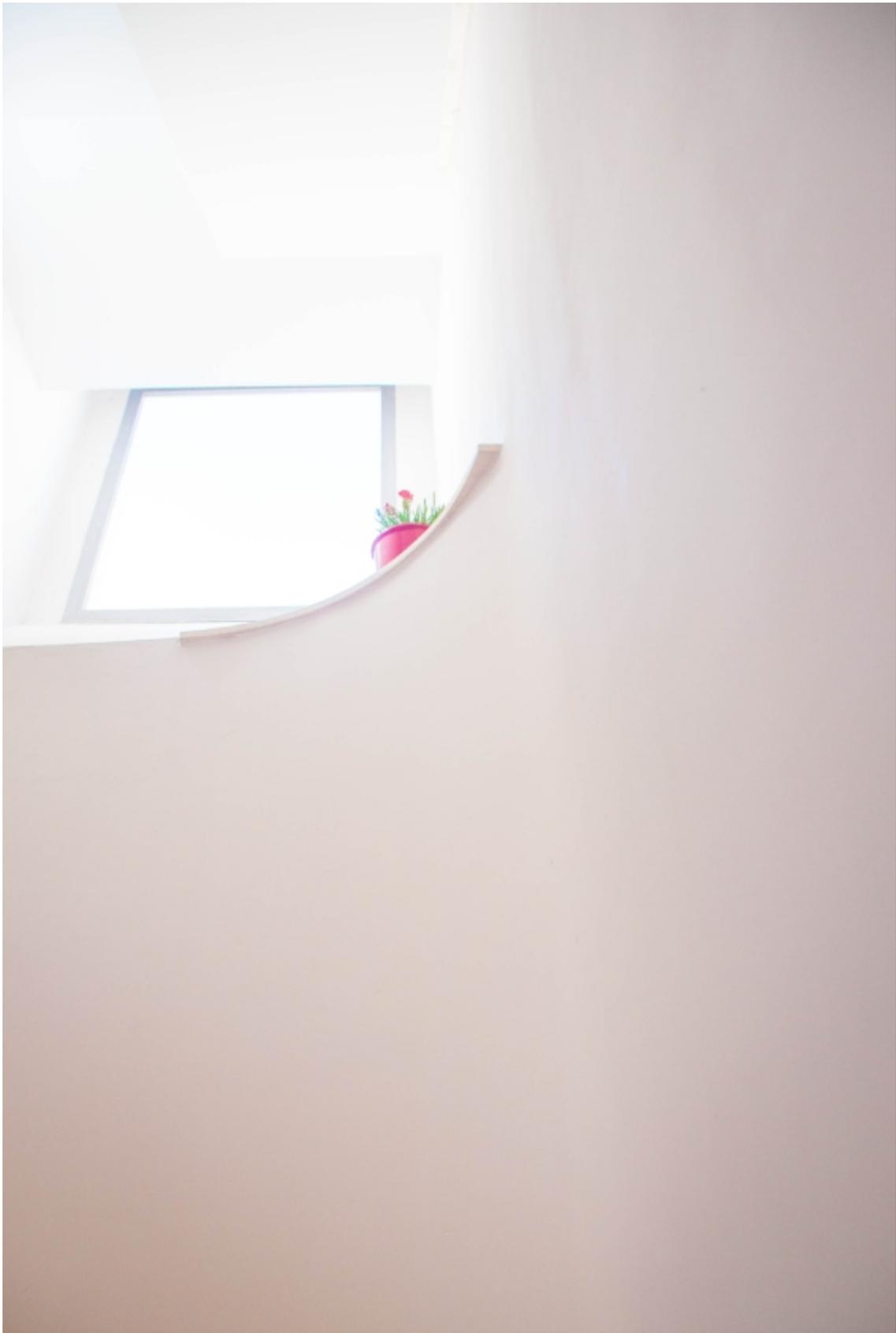
Autora: Ruiz Taroncher, Aída

Tutor: Lerma Elvira, Carlos

Cotutor: Cubel Arjona, Francisco José

MÁSTER AAPUD – Febrero 2024

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados



Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

Título:

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados.

Resumen:

Para el desarrollo del presente Trabajo Final de Máster se ha seleccionado como hilo conductor una vivienda unifamiliar existente, investigando a través de mecanismos activos, pasivos y avanzados, buscando una arquitectura sostenible que maximice los beneficios de la eficiencia energética en las viviendas unifamiliares adosadas a través de la aplicación de estos dispositivos combinados permitiendo reducir el consumo de energía y minimizar el impacto ambiental.

El contenido de este trabajo consiste en la investigación, el análisis, la comparación y valoración de la incorporación de mecanismos activos y pasivos en la vivienda existente. Transformándose, adaptándose y renovándose a las nuevas realidades tecnológicas, resultando que esa incorporación se traduzca directamente en disfrutar de un mayor confort en el interior de la vivienda, y de una vida mayor calidad, así como de cuantificar consumos y demandas a los efectos de lograr su independencia y autosuficiencia energética.

Palabras clave:

Eficiencia Energética; Vivienda Unifamiliar Adosada; Mecanismos Activos y Pasivos; Sostenibilidad; Autosuficiencia Energética; Impacto Ambiental

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

Title:

Improvement of Energy Efficiency in a Semi-Detached Single-Family Home Through the Practical Application of Active, Passive, and Advanced Mechanisms

Abstract:

For the development of this Master's Thesis, an existing single-family home has been selected as the main focus, investigating through active, passive, and advanced mechanisms. The goal is to seek sustainable architecture that maximizes the benefits of energy efficiency in semi-detached single-family homes through the application of these combined devices, allowing for reduced energy consumption and minimizing environmental impact. The content of this work involves research, analysis, comparison, and evaluation of incorporating active and passive mechanisms into the existing home. Transforming, adapting, and renewing in response to new technological realities, this incorporation directly translates into enjoying greater comfort inside the home and a higher quality of life, as well as quantifying consumptions and demands with the aim of achieving energy independence and self-sufficiency.

Keywords:

Energy Efficiency; Semi-Detached Single-Family Home; Active and Passive Mechanisms; Sustainability; Energy Self-Sufficiency; Environmental Impact.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

Índice general:

1.- Introducción, objeto y síntesis.....	6
1.1.- Planteamiento del problema.....	6
1.2.- Motivación.....	8
1.3.- Objetivos.....	9
1.4.- Metodología.....	10
2.- Contextualización y evolución normativa referente al ahorro energético.....	12
2.1. Análisis global.....	12
2.2. Importancia del ahorro energético en edificación	15
2.3.- Herramientas para la certificación energética.....	17
2.3.1.-Lider-Calener (HULC).....	18
2.3.2.- CERMA (Calificación Energética Residencial Método Abreviado)	19
2.3.3.- Ce3x (Certificación Energética de Edificios Existentes).....	19
3.- Definición del edificio y sus elementos constructivos.....	21
3.1.- Análisis Descriptivo.....	21
3.2.- Análisis Gráfico.....	23
3.3.- Calificación energética.....	35
4.- Propuestas de actuación mejora.....	45
4.1.- Estrategias de mejora de la eficiencia energética.....	45
4.2.- Análisis de las diferentes estrategias de mejora.....	47
4.3.- Análisis comparativo de resultados entre el estado actual y el mejorado.....	54
5.- Conclusiones.....	60
6.- Bibliografía.....	62
Libros, y normativa:.....	62
Artículos , recursos en Línea y herramientas de cálculo:.....	63
7.- Anexo I: Relación del Trabajo de Fin de Máster con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030 (ODS).....	64
8.- Anexo II: Documentación gráfica original del Proyecto de ejecución de la vivienda objeto de estudio.....	65

1.- Introducción, objeto y síntesis

1.1.- Planteamiento del problema

Se pretende la mejora de la eficiencia energética una vivienda unifamiliar adosada existente, para conseguir la reducción del consumo de energía y las emisiones de carbono, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental y a la consiguiente reducción de gastos para los propietarios.

El desafío, según ⁽⁴⁾ Solanas T. (2007) radica en implementar estrategias efectivas para mejorar la eficiencia energética, utilizando una combinación de mecanismos activos, pasivos y avanzados que se adapten a las características específicas de la vivienda existente.

Se pretenden llevar a cabo los siguientes objetivos:

- Reducir el consumo energético: El objetivo principal es disminuir el consumo de energía, tanto para calefacción como para refrigeración y otros usos, manteniendo el confort en el interior.
- Minimizar emisiones de CO₂: Se busca reducir la huella de carbono asociada al funcionamiento de la vivienda, contribuyendo así a la lucha contra el cambio climático.
- Optimizar el confort térmico: Es esencial garantizar un ambiente interior confortable para los ocupantes, evitando temperaturas extremas y manteniendo una buena calidad del aire.

Los mecanismos a implementar se diferencian entre pasivos, activos y avanzados:

Mecanismos Pasivos:

- Aislamiento térmico: Mejora del aislamiento de paredes, techos y suelos para minimizar la pérdida de calor en invierno y la ganancia en verano.
- Orientación y diseño bioclimático: Aprovechar la orientación solar y diseñar aberturas estratégicas para maximizar el aprovechamiento de la luz natural y el calor del sol.
- Ventilación natural: Fomentar la ventilación cruzada y la entrada de aire fresco para mantener una buena calidad del aire interior.

⁽⁴⁾ Solanas T.(2007).*Vivienda y sostenibilidad en España. Vol.1: Unifamiliar.*
Editorial Gustavo Gili.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

Mecanismos Activos:

- **Sistemas de Climatización Eficientes:** Utilizar sistemas de calefacción y refrigeración de alta eficiencia energética, como bombas de calor o sistemas de aerotermia.
- **Iluminación LED y Sensores de Presencia:** Implementar sistemas de iluminación eficientes y sensores para evitar el consumo innecesario de energía.
- **Gestión Inteligente de Consumo:** Utilizar sistemas de gestión energética para controlar y optimizar el consumo de electricidad, mediante domótica y el internet de las cosas.

Mecanismos Avanzados:

- **Paneles Solares Fotovoltaicos:** Instalar paneles solares en el tejado para generar electricidad renovable y reducir la dependencia de la red eléctrica convencional.
- **Sistemas de Recuperación de Energía:** Utilizar sistemas de recuperación de calor para aprovechar el calor residual de la ventilación y el agua caliente.
- **Domótica y Automatización:** Integrar sistemas de automatización para gestionar de manera eficiente la climatización, iluminación y otros dispositivos eléctricos.

Se llevará a cabo una evaluación detallada de la vivienda unifamiliar adosada, identificando las áreas de mejora y seleccionando los mecanismos más apropiados a aplicar según las condiciones existentes y específicas.

Estas actuaciones permitirán mejoras en el ámbito del ahorro energético y económico, permitiendo una reducción significativamente los costos de energía a largo plazo. Se pretende también contribuir a la sostenibilidad y responsabilidad ambiental reduciendo las emisiones de CO₂ y a la conservación de recursos naturales.

La aplicación combinada de mecanismos activos, pasivos y avanzados en la vivienda unifamiliar adosada existente permitirá mejorar la eficiencia energética de manera significativa. Esto no solo tendrá beneficios económicos para los propietarios, sino que también contribuirá positivamente al medio ambiente y al bienestar de los ocupantes.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

1.2.- Motivación

La motivación para llevar a cabo una investigación en la mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada existente mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados surge de la importancia crítica de abordar el desafío global del cambio climático y la necesidad imperante de reducir el consumo de energía en el sector de la construcción.

Desglosando entre las principales motivaciones:

La mitigación del cambio climático, resultando que la construcción y operación de edificios son responsables de una parte significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero. La implementación de mecanismos de eficiencia energética es esencial para reducir este impacto y contribuir a la lucha contra el cambio climático.

La reducción de consumos y costes energéticos, siendo que la implementación de estrategias para mejorar la eficiencia energética en una vivienda unifamiliar adosada conlleva una reducción en los consumos de energía, lo que se traduce en una disminución de los costes asociados a la calefacción, refrigeración y otros servicios energéticos.

El cumplimiento normativo y la regulación de la energía, se encuentra en constante evolución y exigiendo estándares cada vez más estrictos en la construcción y rehabilitación de edificaciones. Investigar y aplicar estos mecanismos es esencial para cumplir con los requisitos legales y garantizar la sostenibilidad de la vivienda.

Promover la construcción sostenible, dado que la eficiencia energética es un pilar fundamental de la construcción sostenible. La investigación y aplicación de mecanismos avanzados en una vivienda unifamiliar adosada demuestra un compromiso con prácticas constructivas más responsables y sostenibles.

El aumento del confort y bienestar de los ocupantes, porque la mejora de la eficiencia energética no solo tiene beneficios ambientales y económicos, sino que también conlleva un aumento en el confort térmico y la calidad del ambiente interior, impacta positivamente en el bienestar de los habitantes.

En resumen, la investigación en la mejora de la eficiencia energética de la vivienda unifamiliar adosada existente objeto del presente Trabajo Final de Máster es fundamental para abordar desafíos ambientales, económicos y sociales. Contribuye a la mitigación del cambio climático, promueve la construcción sostenible y mejora la calidad

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

de vida de los habitantes, al tiempo que impulsa la adopción de prácticas más responsables.

1.3.- Objetivos

Una investigación en la mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada busca lograr varios objetivos clave que contribuyan a optimizar el consumo de energía y reducir el impacto ambiental. Algunos de los objetivos con mayor relevancia para llevar a cabo la presente investigación en la mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación de mecanismos activos, pasivos y avanzados son:

- Evaluación del estado actual de eficiencia energética, realizando un análisis detallado del consumo energético y la eficiencia actual de la vivienda para identificar áreas de mejora.
- Identificación de los mecanismos pasivos de mejora: investigación y selección de estrategias de diseño bioclimático, aislamiento térmico y orientación solar que optimicen el uso de la energía de forma natural.
- Selección y diseño de sistemas de climatización eficientes, acompañados de la evaluación y propuesta de sistemas de calefacción, refrigeración y ventilación que maximicen la eficiencia energética y el confort en el interior.
- Implementación de tecnologías avanzadas de energía renovable, estudiando la viabilidad de implementar sistemas de energía solar fotovoltaica, aerotermia u otras fuentes renovables para reducir la dependencia de fuentes convencionales.
- Optimización de la gestión de consumos eléctricos, investigando y aplicando sistemas de gestión energética, como domótica y automatización, para controlar y optimizar el consumo de electricidad en la vivienda.
- Realización de simulaciones y modelados energéticos, utilizando herramientas para evaluar el rendimiento energético de la vivienda con los mecanismos propuestos y anticipar los resultados esperados.
- Cálculo del impacto económico y financiero, analizando el retorno de inversión y los ahorros económicos a largo plazo asociados a la implementación de los mecanismos de eficiencia energética.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

- Evaluación del impacto ambiental y las reducciones de emisiones, cuantificando las reducciones de emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero asociados a la mejora de la eficiencia energética. Minimizando la huella de carbono asociada al funcionamiento de la vivienda, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y la conservación del medio ambiente.
- Verificación del cumplimiento de normativas y estándares, corroborando si la implementación de los mecanismos propuestos cumple con las regulaciones y estándares locales y nacionales de eficiencia energética.
- Monitorización y evaluación del confort térmico y ambiental, realizando mediciones y evaluaciones del confort térmico y la calidad del aire interior para asegurar que las mejoras no comprometan el bienestar de los habitantes.

Estos objetivos son esenciales para abordar de manera integral el desafío de mejorar la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada, y contribuyen al avance hacia un entorno más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

1.4.- Metodología

La metodología para llevar a cabo la presente investigación en la mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada requiere de una metodología detallada y estructurada. Comenzando por la definición clara de los objetivos y el alcance. Estableciendo claramente los objetivos de la investigación, lo que se espera lograr y los límites del estudio.

Realizando una revisión exhaustiva de la literatura científica, tecnológica y técnica relacionada con la eficiencia energética en viviendas unifamiliares adosadas.

Identificando los mecanismos y tecnologías activos, pasivos y avanzados que se aplicarán en la vivienda. Incluyendo aislamiento térmico, sistemas de climatización, paneles solares, entre otros.

Evaluando el estado actual de la vivienda, realizando un análisis detallado del consumo de energía actual, características constructivas, sistemas instalados y condiciones climáticas locales que afectan la eficiencia energética.

Diseñando las intervenciones y simulaciones energéticas propuestas, utilizando herramientas de simulación para prever los resultados esperados en términos de consumo y ahorro energético.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

Implementación de mecanismos para llevar a cabo la instalación y puesta en marcha de las mejoras seleccionadas. Con la posibilidad de establecer un sistema de monitoreo para registrar los consumos de energía antes y después de la implementación de las mejoras, permitiendo evaluar el rendimiento con mediciones reales, evaluando el confort térmico y la calidad del ambiente interior antes y después de las intervenciones.

Referente al análisis ambiental y a las reducciones de emisiones, cuantificar la reducción de emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero asociada a la mejora de la eficiencia energética.

Análisis de los datos recopilados y compararlos con los objetivos establecidos al inicio del estudio. Llegar a conclusiones sobre la efectividad de las intervenciones.

Configurar un elenco de recomendaciones y propuestas futuras, basado en los resultados obtenidos, proporcionando recomendaciones para futuras mejoras, y posibles áreas de investigación adicional.

Difusión de resultados, compartiendo los hallazgos y conclusiones, dando traslado al resto de propietarios de unifamiliares de la promoción que podrían beneficiarse de las ventajas de la investigación.

2.- Contextualización y evolución normativa referente al ahorro energético

2.1. Análisis global

La contextualización y evolución normativa referente al ahorro energético en edificación ha sido una preocupación creciente a nivel global debido al impacto ambiental y económico asociado al consumo de energía en el sector de la construcción.

En las últimas décadas del siglo XX, la conciencia sobre la necesidad de ahorrar energía en la edificación comenzó a ganar relevancia, principalmente impulsada por la crisis energética de los años 70 y la creciente preocupación por el cambio climático.

Entre los países que establecieron los primeros pasos normativos para fomentar el ahorro energético en la construcción se encuentran los Estados Unidos, que pusieron en marcha en 1978 la "Energy Policy Act", la Ley de Energía de los Estados Unidos de 1978.

Organizaciones como el U.S. Green Building Council (USGBC) desarrollaron el estándar LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) en 1998 para promover y desarrollar estándares y certificaciones en la construcción sostenible.

Referente a Europa, en 2002 entró en vigor la Directiva de Eficiencia Energética de Edificios de la Unión Europea.

Se llevaron a cabo acuerdos globales y tendencias internacionales, destacando los Acuerdos internacionales como el Protocolo de Kioto (1997) y el Acuerdo de París (2015) que establecieron objetivos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que impulsó la adopción de regulaciones más estrictas en el ámbito de la edificación.

Según desarrolla ⁽³⁾ Sharma, A. (2017) a medida que avanza el tiempo, los códigos de construcción y las normativas locales se han vuelto más rigurosos en términos de eficiencia energética. Esto incluye requisitos para la envolvente térmica, sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), así como el uso de fuentes de energía renovable.

(3) Sharma, A. (2017) *Optimization of Net Zero Energy Buildings*, Renewable and Sustainable Energy Reviews.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

La evolución tecnológica ha permitido la adopción de soluciones más avanzadas para el ahorro energético, como sistemas de gestión inteligente, iluminación LED eficiente, sistemas de energía solar y técnicas de diseño pasivo.

Desde las autoridades se fomenta la eficiencia energética a través de incentivos y subsidios, con el fin de promover la inversión en tecnologías y prácticas de construcción sostenible.

En cuanto a las perspectivas futuras, según apunta ⁽⁵⁾ Pandithurai, K.G. (2018) cabe esperar que las regulaciones de eficiencia energética en edificación continúen evolucionando, con un enfoque creciente en la descarbonización y la transición hacia fuentes de energía renovable.

En resumen, la evolución normativa referente al ahorro energético en edificación ha seguido una trayectoria de crecimiento desde las primeras medidas impulsadas por la crisis energética hasta normativas y estándares más estrictos en la actualidad. Esta evolución resulta crucial según ⁽⁶⁾ Taki, A, Elmualim, M (2015) para mitigar el impacto ambiental y promover la sostenibilidad en el sector de la construcción.

A nivel global:

- Décadas de 1970 y 1980: La crisis energética de los años 70 marcó un punto de inflexión en la conciencia sobre la importancia del ahorro energético. Países como Estados Unidos implementaron legislaciones como la "Energy Policy Act" de 1978 para promover la eficiencia energética.
- 1990s y 2000s: A nivel internacional, se crearon organizaciones y acuerdos para abordar el cambio climático y la eficiencia energética. El Protocolo de Kioto (1997) estableció objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Acuerdo de París (2015): Este acuerdo global reforzó el compromiso de los países para limitar el aumento de la temperatura global y fomentar la adaptación al cambio climático.

⁽⁵⁾ Pandithurai, K.G. (2018) *A Comprehensive Review on Passive Design Optimization Strategies and Techniques for Achieving Nearly Zero Energy Buildings*, Renewable and Sustainable Energy Reviews,

⁽⁶⁾ Taki, A, Elmualim, M (2015). *A Review of Passive and Active Strategies for Energy Efficient Building Design*

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

A nivel de la Unión Europea:

- Directiva de Eficiencia Energética de Edificios (2002/91/CE): Esta directiva sentó las bases para la regulación de la eficiencia energética en edificaciones en la Unión Europea, estableciendo requisitos mínimos de eficiencia y promoviendo la certificación energética.
- Directiva de Eficiencia Energética de Edificios Recast (2010/31/UE): Esta revisión fortaleció los estándares de eficiencia energética y promovió la construcción de edificios de energía casi nula.
- Horizon 2020 (2014-2020): Este programa de la UE financió proyectos de investigación y desarrollo enfocados en energía y sostenibilidad, incluyendo avances en tecnologías de construcción sostenible.

En España:

- Código Técnico de la Edificación (2006): Este código introdujo requisitos de eficiencia energética en la construcción, estableciendo parámetros para la envolvente térmica, sistemas de climatización, y el uso de energías renovables.
- Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética (2005-2007): Este plan estableció medidas para promover la eficiencia energética en diversos sectores, incluyendo la edificación.
- Directiva de Eficiencia Energética (2012/27/UE): España adoptó esta directiva de la UE, estableciendo objetivos nacionales para mejorar la eficiencia energética, incluyendo medidas específicas para edificaciones.
- Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España (2014): Este documento marcó pautas para la rehabilitación de edificios existentes, promoviendo la eficiencia energética.
- Ley de Cambio Climático y Transición Energética (2021): Esta ley establece metas ambiciosas para la reducción de emisiones y el fomento de la eficiencia energética, con un enfoque particular en la edificación.

Importancia del Ahorro Energético en Edificación:

- Reducción de Emisiones: La edificación representa una parte significativa del consumo energético y emisiones de CO₂. Mejorar la eficiencia reduce la huella ambiental.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

- **Ahorro Económico:** Edificios eficientes requieren menos energía para funcionar, lo que se traduce en menores costos operativos a largo plazo.
- **Bienestar y Confort:** Edificios eficientes ofrecen un ambiente más cómodo y saludable para los ocupantes, al mantener temperaturas estables y controlar la calidad del aire.
- **Cumplimiento Normativo:** El cumplimiento de las regulaciones de eficiencia energética es esencial para evitar sanciones y asegurar la sostenibilidad a largo plazo de los edificios.

En resumen, la evolución normativa ha impulsado el ahorro energético en edificación tanto a nivel global como en España, reconociendo la importancia de reducir el consumo de energía y mitigar el impacto ambiental del sector de la construcción.

2.2. Importancia del ahorro energético en edificación

La normativa térmica en España ha ido evolucionando, desde 1979 hasta la actualidad.

- **NBE-CT 79 (1979):** fue la primera normativa española que estableció criterios para el ahorro de energía en edificaciones. Se centraba principalmente en la envolvente térmica y los sistemas de calefacción y aire acondicionado.
- **NBE-CT 79 (1998):** realizó una actualización de la NBE-CT 79 en 1998, incorporando mejoras en la eficiencia de los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria, así como en la aislación térmica de la envolvente.
- **Real Decreto 47/2007 (CTE 2006):** el Código Técnico de la Edificación (CTE) entró en vigor en 2007. Incluyó el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE) con requisitos más estrictos para la eficiencia energética en edificaciones, abarcando aspectos como la envolvente térmica, iluminación y sistemas de calefacción y refrigeración.
- **Actualización del DB HE en 2013:** introduce requisitos más estrictos en términos de demanda energética y consumo de energía primaria. También se promovió el uso de energías renovables y sistemas de alta eficiencia.
- **Real Decreto 235/2013 (Procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de edificios):** establecer la obligación de obtener un certificado

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

de eficiencia energética para edificaciones existentes o de nueva construcción, proporcionando información sobre su consumo energético.

- Actualización del DB HE en 2019: incrementa aún más los requisitos de eficiencia energética, con un énfasis en la reducción de la demanda energética y el fomento de las energías renovables.

La rehabilitación energética de edificios existentes, promueve la mejora de la envolvente térmica, la instalación de sistemas de calefacción y refrigeración eficientes y la integración de fuentes de energía renovable.

En España, se han implementado varios programas para fomentar la eficiencia energética en la edificación, como el Programa de Ayudas para la Rehabilitación Energética de Edificios (PAREER), que proporciona financiamiento para proyectos de rehabilitación.

A su vez, la Unión Europea ha establecido estándares y directivas para la eficiencia energética en la edificación, como la Directiva de Eficiencia Energética de Edificios (2010/31/UE). El estándar ⁽¹³⁾ Passivhaus, originario de Alemania, se ha convertido en un referente en eficiencia energética, enfocándose en la construcción de edificios de consumo energético casi nulo.

En resumen, la normativa térmica en España ha evolucionado significativamente desde la NBE-CT 79 hasta el actual CTE con actualizaciones en el DB HE, promoviendo la eficiencia energética en edificaciones nuevas y existentes. La rehabilitación energética es una parte crucial de este esfuerzo, y se han implementado programas para apoyar estos proyectos. Además, son diversos los divulgadores científicos como ⁽¹⁰⁾ Fernández, L. (2017) que indican que los estándares europeos como Passivhaus también influyen en la construcción sostenible en España.

⁽¹⁰⁾ Fernández, L. (2017). ¿Por qué passivhaus es mejor que cumplir el CTE a secas? [Online] Somospassivhaus. Disponible en: <https://sospassivhaus.es/passivhaus-es-mejor-que-cumplir-cte>

Consultada el 4 de Noviembre de 2023.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

⁽¹³⁾ Passivhaus Institut <https://passivehouse.com/>

Consultada el 27 de Octubre de 2023.

2.3.- Herramientas para la certificación energética

En Europa, existen diversas herramientas para la certificación energética de edificios que desempeñan un papel crucial en la evaluación y promoción de la eficiencia energética de las construcciones. Estas herramientas son fundamentales para conocer el rendimiento energético de un edificio. Algunas de las principales herramientas de certificación energética en Europa son:

- Certificado de Eficiencia Energética (CEE):

El CEE proporciona una calificación que indica el nivel de eficiencia energética de un edificio. Permite comparar fácilmente el rendimiento energético de diferentes edificios. Su funcionamiento se basa en la evaluación de parámetros como el aislamiento térmico, sistemas de climatización, iluminación, etc. Se emite un certificado con una clasificación de la eficiencia energética (A a G), donde A es la más eficiente.

- Passivhaus (Estándar de Construcción Passivhaus):

Este estándar, originario de Alemania, se enfoca en la construcción de edificios de consumo energético ultra bajo. Busca reducir la demanda energética al máximo. Proporciona un marco riguroso para el diseño y construcción de edificios altamente eficientes que requieren muy poca energía. Su funcionamiento se basa en cinco principios: aislamiento térmico de alta calidad, ausencia de puentes térmicos, hermeticidad del edificio, ventilación controlada con recuperación de calor y ventanas de altas prestaciones.

- BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method):

BREEAM ⁽¹¹⁾ es un sistema de certificación de sostenibilidad ampliamente utilizado en Europa. Evalúa la sostenibilidad en diversos aspectos, incluida la eficiencia energética. No se centra únicamente en la energía, sino también en otros aspectos ambientales y sociales, proporcionando una evaluación integral de la sostenibilidad del edificio. Su funcionamiento se basa en una evaluación detallada de diferentes categorías, como energía, agua, materiales, salud y bienestar, transporte, etc. Se otorgan puntuaciones y niveles de certificación en función de los resultados.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

⁽¹¹⁾ <https://breeam.es/>

Consultada el 27 de Octubre de 2023.

- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design):

LEED es un sistema de certificación de sostenibilidad desarrollado por el U.S. Green Building Council, pero ampliamente utilizado en Europa también. Al igual que BREEAM, LEED evalúa diversos aspectos de sostenibilidad, incluida la eficiencia energética. Se basa en una puntuación acumulativa que abarca categorías como sitio sostenible, eficiencia del agua, energía y atmósfera, materiales y recursos, calidad ambiental interior e innovación en diseño.

Estas herramientas de certificación energética desempeñan un papel crucial en la promoción de la construcción sostenible en Europa. Proporcionan a diseñadores, constructores, propietarios, compradores e inquilinos información valiosa sobre la eficiencia energética y la sostenibilidad de los edificios, y fomentan la adopción de prácticas constructivas más eficientes y sostenibles.

2.3.1.-Lider-Calener (HULC)

Lider-Calener (HULC) es una herramienta informática desarrollada por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España para la evaluación y certificación energética de edificios. Su objetivo es determinar el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación (CTE) en lo que respecta a la eficiencia energética y emisiones de CO₂.

Para utilizar la herramienta, es necesario proporcionar información detallada sobre el edificio, incluyendo la geometría, orientación, distribución, materiales, sistemas de climatización, iluminación, etc.

Con base en los datos proporcionados, la herramienta realiza simulaciones energéticas utilizando métodos reconocidos internacionalmente, como el método de cálculo horario. Evalúa si el edificio cumple con los requisitos establecidos en el Código Técnico de la Edificación, especialmente en lo referente a la demanda energética y las emisiones de CO₂.

Proporcionando un informe detallado que incluye información sobre la demanda y consumo energético, las emisiones de CO₂ y el nivel de calificación energética del edificio (A a G).

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

Permite a los técnicos que intervenimos en la construcción de los edificios diseñar construcciones e instalaciones que cumplan con los estándares de eficiencia energética y sostenibilidad.

Ayuda a identificar áreas de mejora en el diseño y selección de materiales y sistemas para reducir el consumo energético y las emisiones de CO₂.

Facilita la evaluación y certificación de la eficiencia energética de los edificios. Contribuye a la construcción de edificaciones más sostenibles y al cumplimiento de los estándares de eficiencia energética establecidos por el CTE. Su uso promueve la construcción de edificios más eficientes y sostenibles en España.

2.3.2.- CERMA (Calificación Energética Residencial Método Abreviado)

Es un software que verifica el cumplimiento normativo del edificio en cuanto a eficiencia energética y emisiones de CO₂. Generando un informe detallado que incluye la calificación energética del edificio. Esta calificación se expresa en una escala de letras (A a G), donde A es la calificación más eficiente y G es la menos eficiente.

Es una herramienta oficial reconocida por el Ministerio para la Transición Ecológica de España que facilita la certificación energética de edificios residenciales. Proporciona información valiosa sobre la eficiencia energética de una vivienda, lo que ayuda a promover la construcción y el uso de edificios más eficientes desde el punto de vista energético.

CERMA utiliza algoritmos y cálculos específicos para determinar el consumo energético y las emisiones de CO₂ asociadas al edificio. Estos cálculos están basados en estándares y metodologías reconocidas a nivel nacional e internacional. Utilizando como referencia los datos específicos introducidos del edificio.

2.3.3.- Ce3x (Certificación Energética de Edificios Existentes)

Es un programa informático que realiza simulaciones energéticas para evaluar el comportamiento del edificio bajo diferentes condiciones climáticas y de uso. Esto permite determinar el consumo energético estimado.

Tras la introducción de los datos detallados sobre el edificio existente que se va a certificar, CE3X utiliza algoritmos y métodos de cálculo específicos para determinar la efi-

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

ciencia energética del edificio existente. Esto incluye estimaciones sobre la demanda de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria y otros consumos energéticos.

Con base en los cálculos y simulaciones, CE3X proporciona un Certificado de Eficiencia Energética que incluye la calificación energética del edificio. La calificación se expresa en una escala de letras (A a G), donde A representa la mayor eficiencia energética.

Proporciona información crucial sobre la eficiencia energética de un inmueble, lo que contribuye a promover la eficiencia y sostenibilidad en el sector de la construcción. El certificado resultante es una herramienta valiosa para la toma de decisiones informadas por parte de propietarios y potenciales compradores o inquilinos.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

3.- Definición del edificio y sus elementos constructivos

3.1.- Análisis Descriptivo

Para detallar la definición del edificio se ha procedido a la consulta exhaustiva del Proyecto de ejecución de la vivienda ⁽¹⁾ Lloret i Bosch, Jaume y Lloret i Bosch, Jordi. (2005).

Promotor Promociones Algara, S.A. NIF: 46.621.553-A

Arquitectos: Jordi Lloret Bosch Nº col: 6.631

Jaume Lloret Bosch Nº col: 6.047

Empresa constructora Promociones Algara, S.A.

Situación Sector B – Parcela 29

Localidad Xirivella (Valencia) CP 46950

Ancho calle 9.00 m

Altura cornisa 7.00 m

Altura cumbre 7.00+3.50= 10.50m

Superficie solar 1.527,35 m²

Sup. Cons. Planta Tipos 166,70 m²

Sup. Cons. Total sobre rasante (cota + 0.00m) 2.408,84 m²

Sup. Cons. Sótano (cota -3.34m) 1527,35m²

Resultando la superficie construida total de la promoción de 3.936,19 m²

⁽¹⁾ Lloret i Bosch, Jaume y Lloret i Bosch, Jordi. (2005). *Proyecto de ejecución de la vivienda objeto de estudio. 14 adosados de Renta Libre Sector B-Parcela 29-Xirivella para Promociones ALGARA S.A.*

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados



Figura 1. Situación. Fuente: Google Maps

Características del Edificio

La forma del solar es rectangular, con dos lados paralelos y perpendiculares a las fachadas (Sector B – Parcela 29).

Los frentes de fachada tienen una orientación NORTE (N) y SUR (S).

Referente a la ambientación urbanística, las viviendas se encuentran en una de las zonas más exteriores del suelo urbano de Xirivella, la morfología propia y la de los edificios vecinos es del tipo de edificación adosada.

Se trata de varios adosados con la tipología de vivienda unifamiliar adosada, con garaje en el sótano. El número de plantas es el de baja más una planta en altura, mas buhardilla (B+1+Buhardilla). Volumétricamente los adosados están proyectados como prismas de los que sobresalen los balcones y terrazas.

En la planta baja se encuentra el acceso al garaje y el acceso a las viviendas. En fachada se ubican las cajas generales de protección y medida y contadores de agua individuales. Traspasada la puerta de acceso, se accede a través del vestíbulo a la zona común de acceso que comparten cada dos viviendas adosadas.

Los adosados tienen en común el vestíbulo de la entrada a la vivienda y el acceso al garaje.

Las viviendas se encuentran zonificadas con zona de día y zona de noche.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

En la Planta Baja se encuentra la zona de día con salón-comedor, cocina, lavadero y aseo. Y en la Planta Primera y Segunda la zona de noche.

La cimentación consiste en muros de contención de hormigón armado HA-25/B/20/IIa, alrededor de todo el perímetro del solar losa flexible de hormigón armado HA-25/B/40/IIa.

Al respecto de la estructura, los pilares son de acero A-42, las jácenas de hormigón armado HA-25/F/IIa (planas o descolgadas). El forjado está conformado por viguetas semirresistentes de hormigón pretensadas empotradas en jácena, y el entrevigado de bovedillas de hormigón ligero, con losa de compresión HA/25/F/IIa.

3.2.- Análisis Gráfico

Se ha procedido a la consulta del Proyecto de ejecución de la vivienda objeto de estudio. 14 adosados de Renta Libre Sector B-Parcela 29- Xirivella para Promociones ALGARA S.A. redactado por los arquitectos Jaume Lloret i Bosch y Jordi Lloret i Bosch en 2005.

También se han llevado a cabo mediciones reales de la vivienda existente y se han elaborado los planos siguientes a modo "Final de Obra":

- 3.2.1.1_Plantas distribución (E 1/150)
- 3.2.1.2_Plantas cotas y superficies (E 1/150)
- 3.2.1.3_Leyenda tabla de superficies por plantas

- 3.2.2.1_Planta sótano distribución (E 1/75)
- 3.2.2.2_Planta baja distribución (E 1/75)
- 3.2.2.3_Planta primera distribución (E 1/75)
- 3.2.2.4_Planta segunda distribución (E 1/75)

- 3.2.3.1_Planta sótano cotas y superficies (E 1/75)
- 3.2.3.2_Planta baja cotas y superficies (E 1/75)
- 3.2.3.3_Planta primera cotas y superficies (E 1/75)
- 3.2.3.4_Planta segunda cotas y superficies (E 1/75)

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

3.2.1.1_Plantas distribución (E 1/150) Fuente: *Elaboración propia*



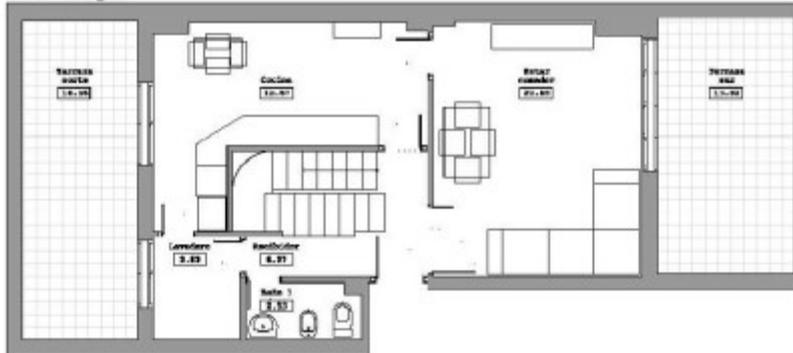
Planta Segunda



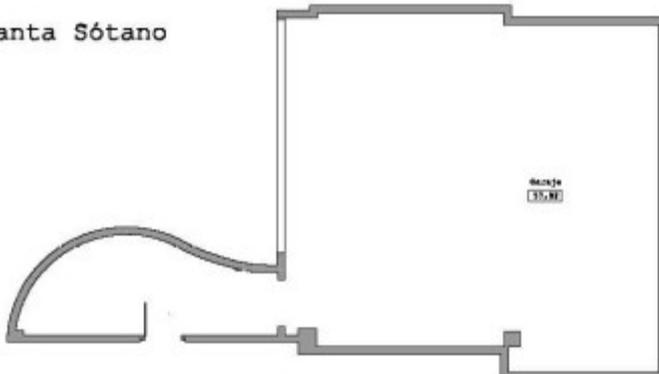
Planta Primera



Planta Baja

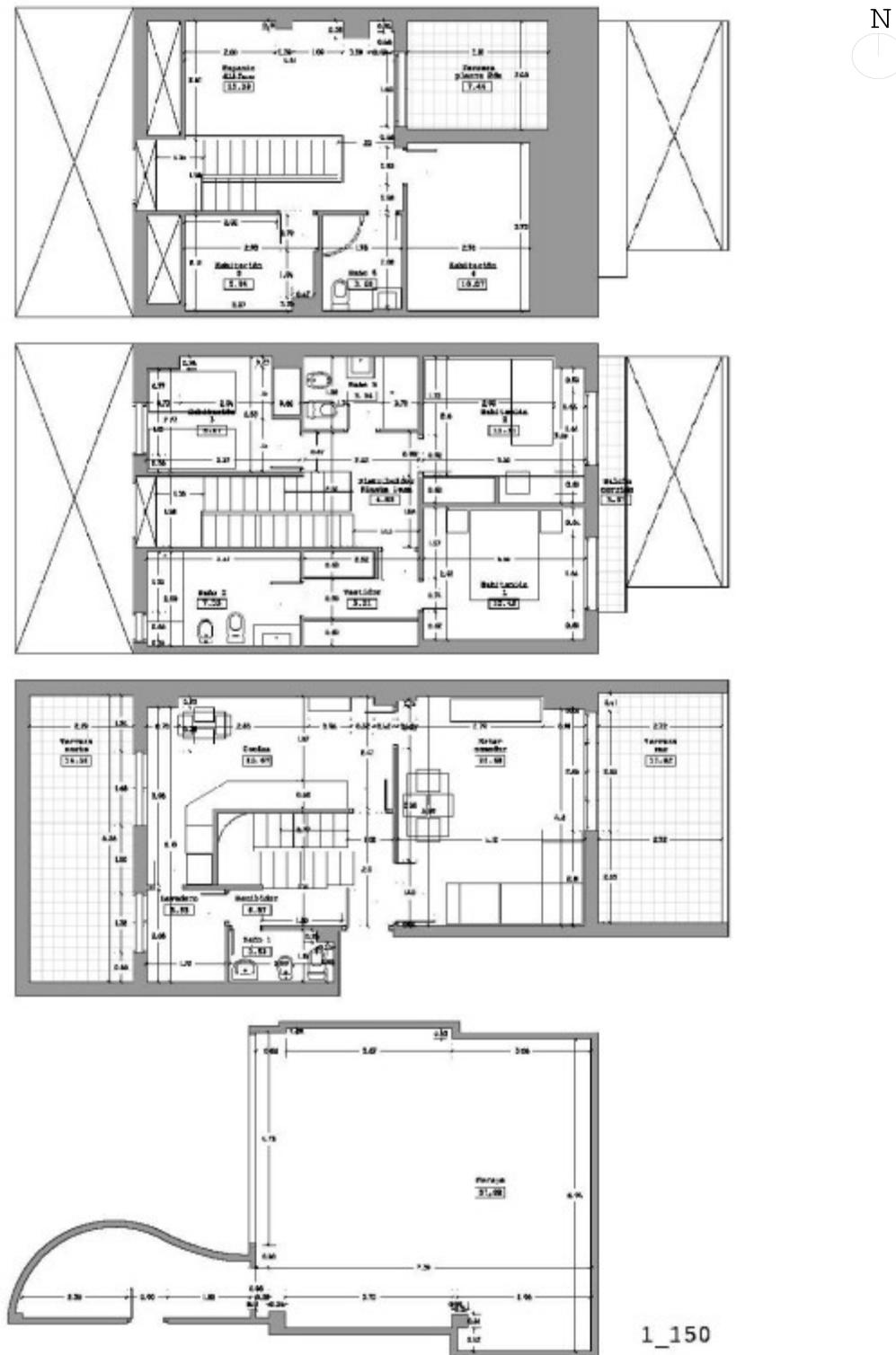


Planta Sótano



Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

3.2.1.2_Plantas cotas y superficies (E 1/150) Fuente: *Elaboración propia*



Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

3.2.1.3_Leyenda tabla de superficies por plantas *Fuente: Elaboración propia*

PLANTA 2da -sup.útiles-	
Habitación 4	10.07 m ²
Habitación 5	5.94 m ²
Baño 4	3.68 m ²
Espacio diáfano	15.39 m ²
Terraza P.2da	7.44 m ²
Escalera	0.85 m ²
Total sup.útil	43,37 m²
Total sup.const.	70,47 m²

PLANTA 1era -sup.útiles-	
Distribuidor Pl	4.65 m ²
Habitación 1	10.42 m ²
Vestidor	5.21 m ²
Baño 2 gris	7.05 m ²
Baño 3 verde	3.94 m ²
Escalera P.1era	6.93 m ²
Habitación 2	11.31 m ²
Habitación 3	8.17 m ²
Balcón corrido	3.57 m ²
Total sup.útil	61.25 m²
Total sup.const.	74.04 m²

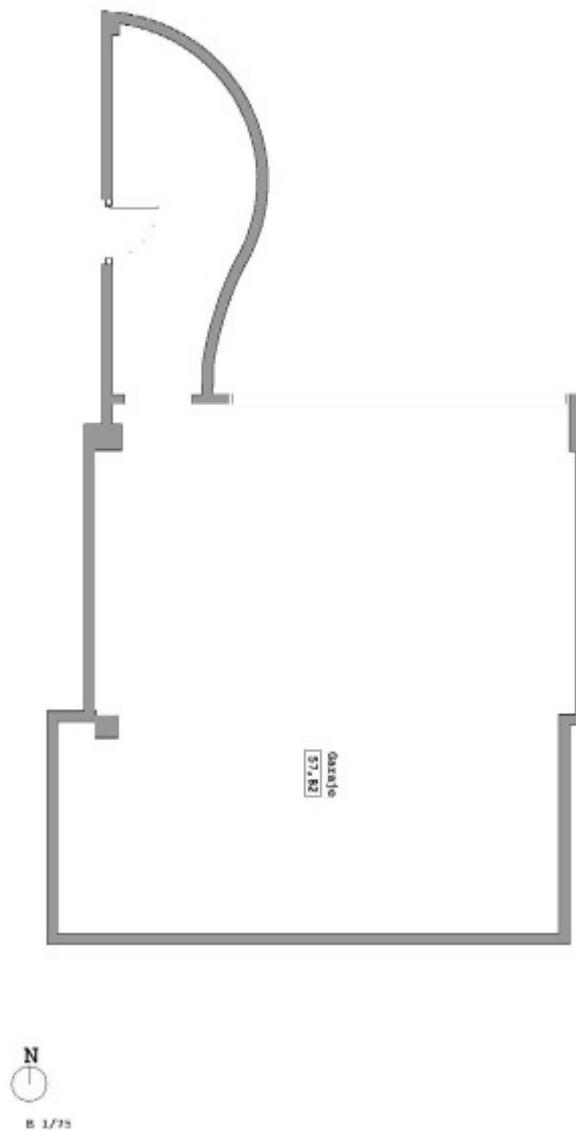
PLANTA BAJA -sup.útiles-	
Recibidor	6.37 m ²
Estar-comedor	20.68 m ²
Cocina	15.67 m ²
Lavadero	3.53 m ²
Baño 1 azul	2.53 m ²
Escalera p.baja	2.90 m ²
Terraza sur	13.82 m ²
Terraza norte	14.56 m ²
Total sup.útil	80.06 m²
Total sup.const.	98.60 m²

PLANTA SÓTANO-sup.útiles-	
Garaje+Trastero	57.82 m ²

Total útil	242,50 m²
Total const	300,93 m²

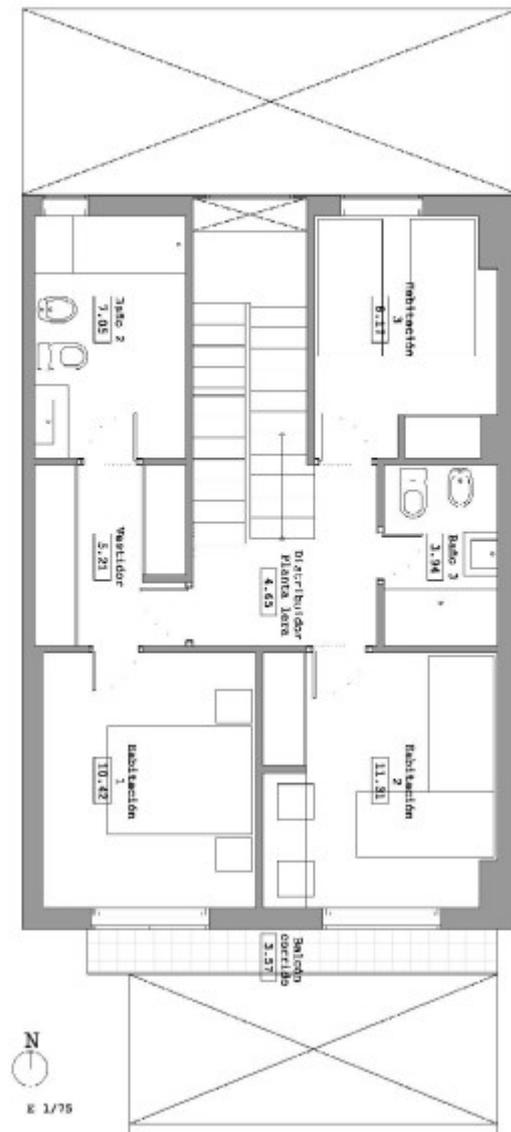
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

3.2.2.1_Planta sótano distribución (E 1/75) Fuente: *Elaboración propia*



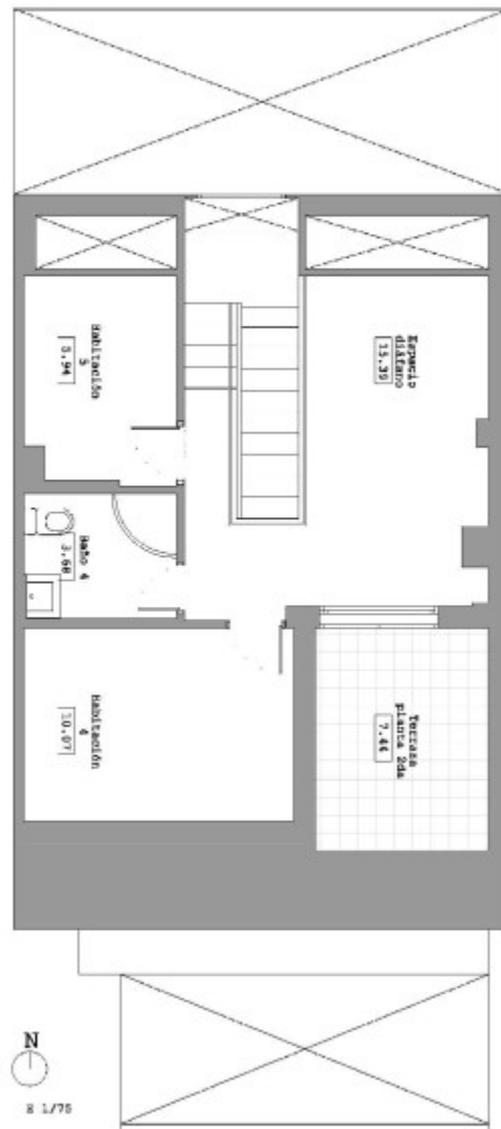
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

3.2.2.3_Planta primera distribución (E 1/75) Fuente: *Elaboración propia*



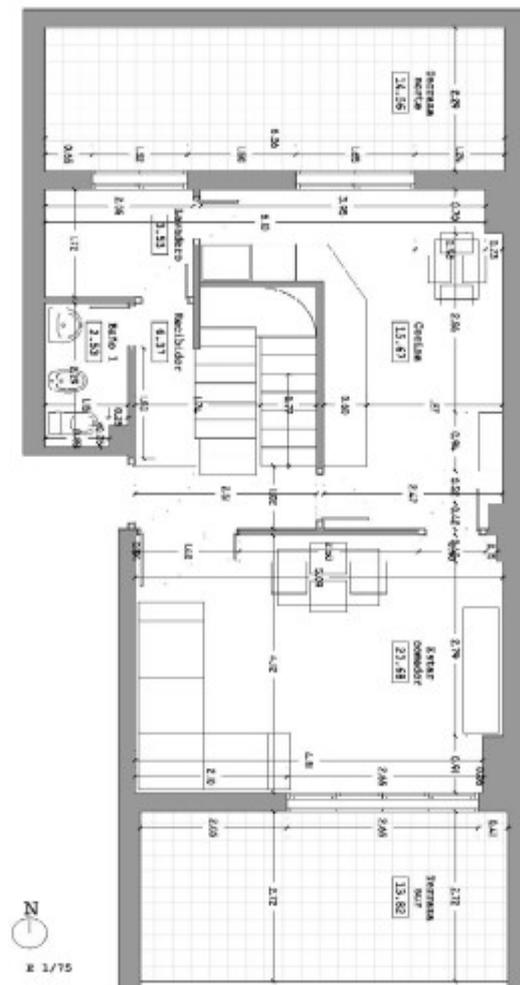
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

3.2.2.4_Planta segunda distribución (E 1/75) Fuente: *Elaboración propia*



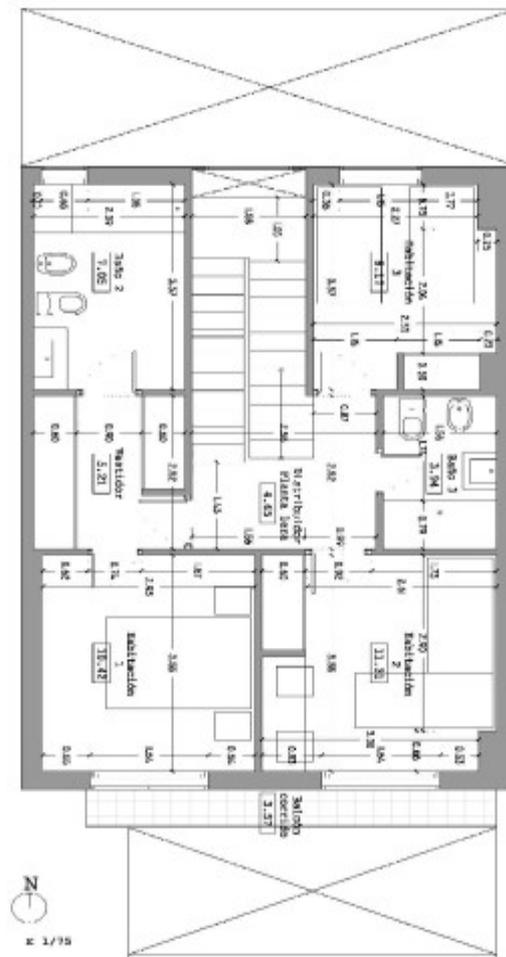
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

3.2.3.2_Planta baja cotas y superficies (E 1/75) Fuente: *Elaboración propia*



Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

3.2.3.3_Planta primera cotas y superficies (E 1/75) Fuente: *Elaboración propia*



Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

3.3.- Calificación energética

La orientación de las fachadas de la vivienda resulta de una gran importancia respecto al ahorro de energía. El edificio objeto de estudio al ser una vivienda unifamiliar adosada, tiene en las orientaciones este y oeste medianera con las viviendas de la promoción y cuenta con dos fachadas, una Sur que recae al viario público y una fachada Norte a la zona común de las viviendas adosadas.

Para conocer el comportamiento de la envolvente de la vivienda, se procede a calcular el valor de la transmitancia térmica “U” de tres elementos tipo:

- Cubierta inclinada
- Fachada
- Forjado entre planta baja y sótano

Para realizar el cálculo se ha efectuado en primer lugar la definición de los detalles más representativos de la envolvente térmica. Para el detalle del elemento, se ha procedido a la consulta del proyecto de ejecución (planos, detalles y presupuesto), teniendo conocimiento de los distintos materiales que forman parte de la envolvente, se han detallado los mismos y se ha elaborado el cálculo de la transmitancia con la ayuda de una hoja de cálculo para la aplicación de las fórmulas a través de las cuales se obtiene la transmitancia térmica U (W/m^2K).

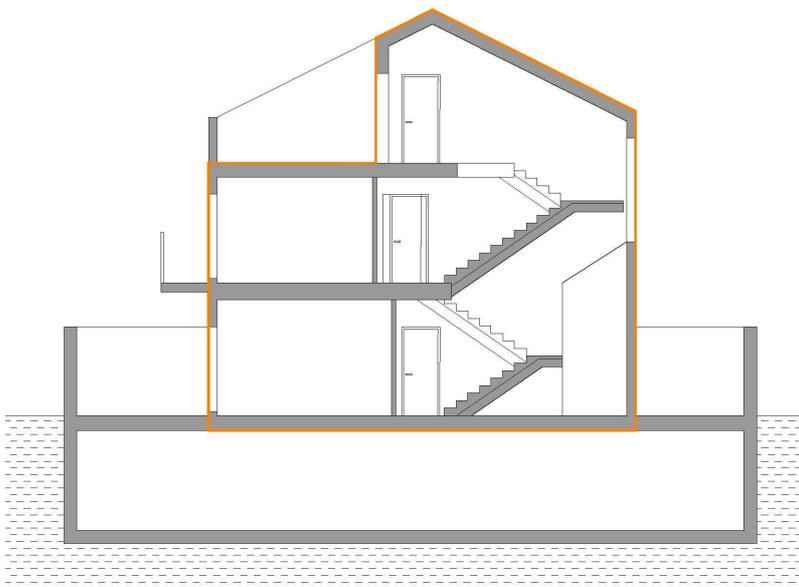


Figura 2. Sección esquemática envolvente térmica Fuente: Elaboración propia

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

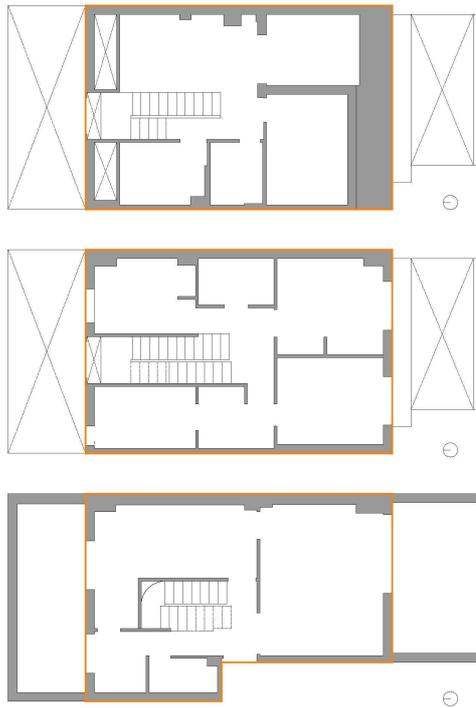


Figura 3. Plantas esquemáticas envolvente térmica Fuente: Elaboración propia

Se indican en el esquema de la sección los tres detalles objeto de estudio pormenorizado: cubierta, fachada y forjado entre planta baja y sótano

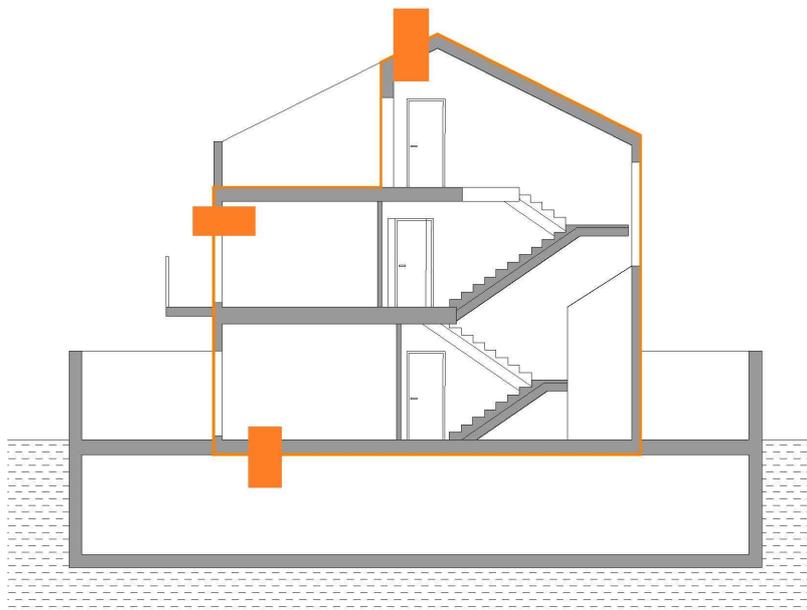
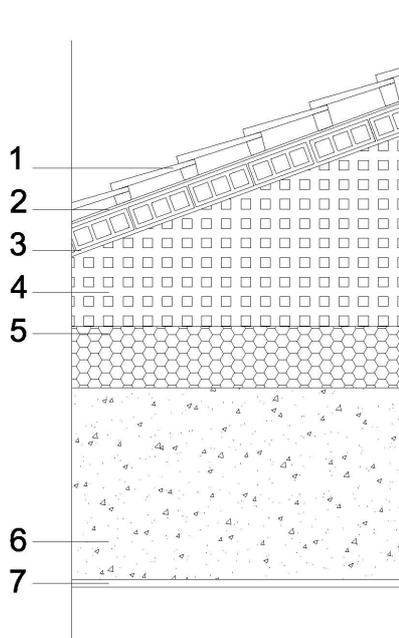


Figura 4. Sección esquemática envolvente térmica con indicación de los detalles objeto de estudio pormenorizado Fuente: Elaboración propia

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

- Cubierta inclinada

La cubierta inclinada se compone de tejas planas cerámicas negras, mortero de agarre de 3cm, tablero de rasilla y tabiquillos conejeros para la formación de pendientes, manta de fibra de vidrio de 8cm, forjado de 25cm y enlucido de yeso de 1cm.



Detalle cubierta actual

- 1 Teja plana cerámica
- 2 Mortero de agarre
- 3 Tablero de rasilla
- 4 Tabiquillos conejeros para la formación de pendientes
- 5 Manta de fibra de vidrio
- 6 Forjado
- 7 Enlucido de yeso

Figura 5. Detalle cubierta actual. Fuente: Elaboración propia

Considerando la descripción anterior, se ha procedido al cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta actual mediante la introducción en una hoja de cálculo de los espesores y las conductividades de los distintos materiales que componen la citada sección constructiva.

Cálculo de Transmitancia (U) Cubierta actual						
Composición de la sección	Resistencia térmica		Espesor e (m)	Conductividad λ (W/mk)	Resistencia térmica R (W/mk)	Transmitancia térmica U (W/m2k)
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse (m2k/W)	Rc (m2k/W)				
Exterior	0,04					0,477513842
Teja plana cerámica				0,05		
Mortero de agarre			0,03	1,8	0,01666667	
Tabiquillos conejeros			0,04		0,08	
Manta de fibra de vidrio			0,08	0,05	1,6	
Forjado			0,25	1,316	0,1899696	
Enlucido de yeso			0,01	0,57	0,01754386	
Interior	0,1					

Figura 6. Tabla con cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta actual. Fuente: Elaboración propia

Máster Arquitectura Avanzada Paisaje, Urbanismo y Diseño

Universitat Politècnica de València

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

- Fachada

La fachada se compone de piezas de piedra natural de pizarra de 2cm de espesor, ladrillo perforado de 1 pie (25cm), aislante de 6cm de poliestireno expandido EPS de 22kg/m², ladrillo hueco doble de 7cm, mortero en proporción 1:6 y enlucido de yeso por el interior.

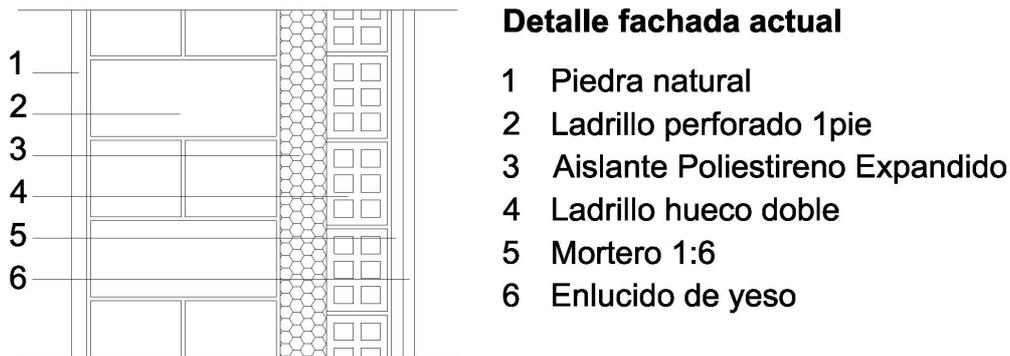


Figura 7. Detalle fachada actual. Fuente: Elaboración propia

Considerando la descripción anterior, se ha procedido al cálculo de la transmitancia térmica de la fachada actual mediante la introducción en una hoja de cálculo de los espesores y las conductividades de los distintos materiales que componen la citada sección constructiva.

Cálculo de Transmitancia (U) Fachada actual						
Composición de la sección	Resistencia térmica		Espesor e (m)	Conductividad λ (w/mk)	Resistencia térmica R (W/mk)	Transmitancia térmica U (W/m2k)
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse (m2k/W)	Rc (m2k/W)				
Exterior	0,04					0,24009506
Piedra natural			0,02		0,02	
Ladrillo perforado 1 pie			0,25	0,553	0,45207957	
Aislante EPS (22Kg/m2)			0,06	0,037	1,62162162	
Ladrillo hueco doble			0,07	0,0375	1,86666667	
Mortero 1:6			0,015	1,8	0,00833333	
Enlucido de yeso			0,015	0,57	0,02631579	
Interior	0,13					

Figura 8. Tabla con cálculo de la transmitancia de la fachada actual. Fuente: Elaboración propia

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

- Forjado entre planta baja y sótano

El forjado que separa la planta baja (de uso vivienda) del sótano (de uso garaje y trasero) se trata de una partición interior horizontal en contacto con espacio no habitable inferior, se compone de piezas de piedra natural de mármol de 2cm de espesor, mortero de agarre, forjado de 30cm y enlucido de yeso.

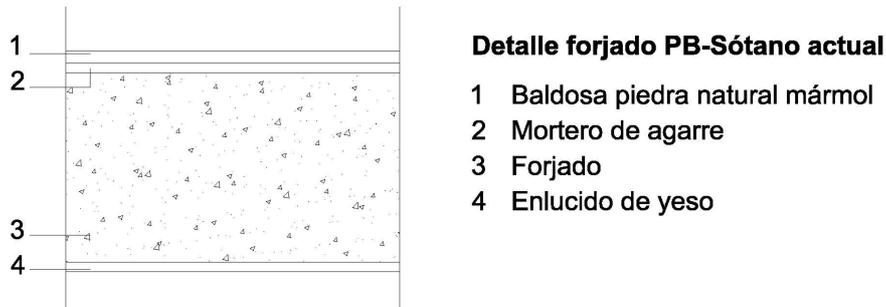


Figura 9. Detalle forjado entre planta baja y sótano actual. Fuente: Elaboración propia

Considerando la descripción anterior, se ha procedido al cálculo de la transmitancia térmica del forjado que separa la planta baja de la planta sótano, mediante la introducción en una hoja de cálculo de los espesores y las conductividades de los distintos materiales que componen la citada sección constructiva.

Cálculo de Transmitancia (U) Forjado PB - Sótano actual						
Composición de la sección	Resistencia térmica		Espesor e (m)	Conductividad λ (W/mk)	Resistencia térmica R (W/mk)	Transmitancia térmica U (W/m2k)
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse (m2k/W)	Rc (m2k/W)				
Interior	0,17					1,685539672
Baldosa piedra natural			0,02	2,3	0,00869565	
Mortero de agarre			0,015	1,8	0,00833333	
Forjado			0,3	1,429	0,20993702	
Enlucido de yeso			0,015	0,57	0,02631579	
Interior	0,17					

Figura 10. Tabla con cálculo de la transmitancia del forjado entre planta baja y sótano actual. Fuente: Elaboración propia

Realizada la descripción y el cálculo de los tres elementos más representativos de la envolvente térmica se procede a la modelización y parametrización de la vivienda objeto de estudio en CE3X, herramienta informática oficial que se utiliza para obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio existente

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

Al iniciar el programa CE3X, los primeros datos a introducir son los administrativos, información básica sobre el edificio, el cliente y el técnico certificador.

The screenshot shows the 'Datos administrativos' (Administrative Data) section of the CE3X software. It is divided into two main parts: 'Localización e identificación del edificio' (Building location and identification) and 'Datos del cliente' (Client data).
Under 'Localización e identificación del edificio', the following fields are filled: 'Nombre del edificio' (Casa Rubio Ruiz), 'Dirección' (C/ Actors Camps Mas i Montroy nº 65), 'Provincia/Ciudad autónoma' (Valencia), 'Localidad' (Xirivella), 'Código Postal' (46950), and 'Referencia Catastral' (1914203Y1271150009JZ).
Under 'Datos del cliente', the fields are: 'Nombre o razón social' (Aida Ruiz Taroncher), 'Dirección' (C/ Actors Camps Mas i Montroy nº 65), 'Provincia/Ciudad autónoma' (Valencia), 'Localidad' (Xirivella), and 'Código Postal' (46950).

Figura 11. Datos administrativos. Fuente: Captura propiaCE3X

A continuación se cumplimentan los datos generales referentes a la definición volumétrica del edificio.

The screenshot shows the 'Datos generales' (General Data) section of the CE3X software. It includes fields for 'Normativa vigente' (CTE 2006), 'Año construcción' (2008), 'Tipo de edificio' (Unifamiliar), 'Provincia/Ciudad autónoma' (Valencia), 'Localidad' (Xirivella), and 'Zona climática' (SS).
The 'Definición edificio' (Building definition) section contains: 'Superficie útil habitable' (270 m²), 'Altura libre de planta' (2,7 m), 'Número de plantas habitables' (3), 'Ventilación del inmueble' (0,63 ren/h), 'Demanda diaria de ACS' (112 l/día), and 'Masa de las particiones internas' (Medio). There are also two image thumbnails: 'Imagen edificio' and 'Plano situación'.

Figura 12. Datos generales. Fuente: Captura propiaCE3X

Se han consultado diversas normativa específica (7), (8) y (9) para el comportamiento térmico de cerramientos, puentes térmicos y transmitancias.

(7) UNE-EN- 14683 : Puentes térmicos en la edificación. Transmitancia térmica lineal. Métodos simplificados y valores por defecto.

(8) UNE-EN-ISO 10077 : Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica.

(9) UNE-EN-ISO 6946 : Componentes y elementos para la edificación. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de cálculo

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

Ha supuesto de gran ayuda para la consulta de datos la plataforma ⁽¹⁴⁾ Passipedia, para la asignación los distintos cerramientos en función de la envolvente térmica de la vivienda. Definidos los cerramientos, se crean los patrones de sombras, añadiendo los huecos existentes.

Al respecto de las instalaciones, se introduce la caldera para el ACS y los equipos de aire acondicionado.

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica Instalaciones

Edificio Objeto
+ Equipo ACS
+ Calefacción y refrigeración

Instalaciones del edificio

Equipo de ACS Contribuciones energéticas

Equipo de sólo calefacción
 Equipo de sólo refrigeración
 Equipo de calefacción y refrigeración
 Equipo mixto de calefacción y ACS
 Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

Equipo de ACS

Nombre: Equipo ACS Zona: Edificio Objeto

Características: Tipo de generador: Caldera Estándar Tipo de combustible: Gas Natural

Demanda cubierta ACS
Superficie (m²): 270.0
Porcentaje (%): 100

Rendimiento medio estacional
Rendimiento estacional: Estimado según Instalación Rendimiento medio estacional: 77.2 %

Potencia nominal: 24.0 kW
Carga media real (comb): 0.2
Rendimiento de combustión: 90.0 %

Aislamiento de la caldera: Bien aislada y mantenida

Con Acumulación
Valor UA: Por defecto UA: 4.1 W/K
Volumen de un depósito: 80 l Multiplicador: 1 Tª alta: 80 RC Tª baja: 60 RC

Zonas: Añadir Modificar Borrar Vista clásica

Figura 13. Datos instalación ACS. Fuente: Captura propiaCE3X

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica Instalaciones

Edificio Objeto
+ Equipo ACS
+ Calefacción y refrigeración

Instalaciones del edificio

Equipo de ACS Contribuciones energéticas

Equipo de sólo calefacción
 Equipo de sólo refrigeración
 Equipo de calefacción y refrigeración
 Equipo mixto de calefacción y ACS
 Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

Equipo de calefacción y refrigeración

Nombre: Calefacción y refrigeración Zona: Edificio Objeto

Características: Tipo de generador: Bomba de Calor Tipo de combustible: Electricidad

Demanda cubierta Calefacción Refrigeración
Superficie (m²): 270.0 270.0
Porcentaje (%): 100 100

Rendimiento medio estacional
Rendimiento estacional: Estimado según Instalación

Antigüedad del equipo: Entre 1994 y 2013

Calefacción: Rendimiento nominal: 220.0 % Rendimiento medio estacional: 147.0 %
Refrigeración: Rendimiento nominal: 200.0 % Rendimiento medio estacional: 128.5 %

Zonas: Añadir Modificar Borrar Vista clásica

Figura 14 Datos instalación equipo de calefacción y refrigeración. Fuente: Captura propiaCE3X

⁽¹⁴⁾ Passipedia - Plataforma en línea con una amplia base de datos sobre el estándar de construcción Passivhaus y prácticas de eficiencia energética en la construcción. Consultada el 27 de Octubre de 2023.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

Se realiza el cálculo de la eficiencia energética, y el programa proporciona datos al respecto de la demanda de calefacción y refrigeración con sus correspondientes emisiones de CO₂, así como de las emisiones de CO₂ debidas al consumo de ACS. Del sumatorio de ambas emisiones se obtiene la calificación energética de la vivienda de tipo C.



Figura 15. Calificación energética actual de la vivienda objeto de estudio. Fuente: Captura propiaCE3X

En base a la experiencia adquirida durante la realización del presente Trabajo Fin de Máster se expone que se trata de una herramienta de sencillo manejo, muy intuitiva en el proceso de creación y modelado. Resultando adecuado para la certificación de un edificio existente, no aporta información auxiliar más allá del informe de certificación, aunque sí que permite proponer medidas de mejora y un análisis económico de las mismas. Ha supuesto un apoyo junto con las ⁽¹²⁾ Herramientas del Ministerio al respecto de la evaluación de la demanda energética recogidas en el Código Técnico de la Edificación.

¹²⁾ Herramienta del Ministerio de Industria que incluye una guía detallada con ejemplos para la aplicación práctica de la evaluación de la demanda energética y del consumo energético.

https://www.codigotecnico.org/pdf/GuiasyOtros/Guia_aplicacion_DBHE2019_Ejemplos_1.pdf Consultada el 23 de septiembre de 2023.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

No obstante, calificar la vivienda que se habita ha supuesto un refrendo a la opinión que se disponía de la misma, puesto que fácilmente se reconoce que los mecanismos pasivos han formado parte del proyecto desde el origen, resultando la orientación y la consiguiente distribución de los espacios interiores de la vivienda, el porcentaje de huecos en las distintas fachadas, así como el tratamiento de los mismos han sido meticulosamente tratados en la definición del proyecto.

La vivienda resulta agradable de habitar para sus inquilinos en cuanto a confort térmico se refiere, puesto que debido principalmente a su orientación y a la calidad de la construcción resulta en su interior de una temperatura óptima tanto durante el invierno como en la época estival.

Al respecto del distinto tratamiento de los huecos en las dos fachadas (opuestas entre sí) se procede a ilustrar gráficamente los aspectos referentes a los huecos en las dos fachadas, la Norte recae a la zona común de la promoción de viviendas adosadas, mientras que la Sur recae a la vía pública, cuya sección consta de acera a ambos lados y un vial para vehículos.

En la fachada Sur los huecos son claramente más amplios, de mayor tamaño y están vinculados a las áreas principales de la vivienda, mientras que las estancias que recaen a la fachada norte cuentan con huecos de menor tamaño, según se puede observar en la tabla y esquemas siguientes:

Cerramiento	Porcentaje de huecos
Fachada Sur	24,67%
Fachada Norte	16,67%

Figura 16. Tabla con porcentaje de huecos en fachadas. Fuente: Elaboración propia

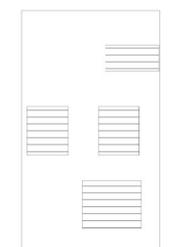


Figura 17. Esquema Fachada Sur

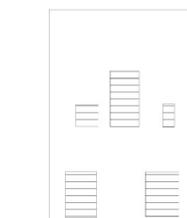


Figura 18. Esquema Fachada Norte

Fuente de ambos esquemas de lleno/vacío elaboración propia.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

A continuación se muestran imágenes desde diversos puntos de vista de la solución para los huecos en fachada. La vivienda no dispone de cajas para persianas en ninguno de sus huecos, a los efectos de producir oscurecimiento, aislamiento y control térmico y acústico, cuenta con un sistema de contraventanas con mallorquinas abatibles y lamas móviles regulables y orientables de acero inoxidable. Ésta solución permite una total regulación por parte del usuario, existiendo por tanto un máximo control de la luminosidad del interior, mejorando la acústica y térmicamente los huecos.



Figuras 19. Imágenes de los huecos de fachada. Fuente: Elaboración propia

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

4.- Propuestas de actuación mejora

4.1.- Estrategias de mejora de la eficiencia energética

La presente investigación referente a la búsqueda de la independencia y autosuficiencia energética en una vivienda unifamiliar adosada en Valencia para una familia de cuatro miembros implica la posible implementación de diversas estrategias entre las que se destaca:

Generación de Energía Renovable:

- La instalación de un sistema de paneles solares fotovoltaicos en la cubierta de la vivienda permitirá la generación de electricidad a partir de la radiación solar. Se debe realizar un análisis detallado para determinar la capacidad necesaria en función del consumo energético de la familia y las condiciones climáticas específicas de Valencia.
- Captación de Energía Solar Térmica: Además de la electricidad, se puede implementar un sistema de captación de energía solar térmica para la producción de agua caliente sanitaria y calefacción. Colectores solares térmicos, combinados con un sistema de almacenamiento eficiente, proporcionarían autonomía en el suministro de agua caliente.
- Sistemas Eólicos Pequeños: Dependiendo de la ubicación y las regulaciones locales, la instalación de sistemas eólicos pequeños puede ser considerada para aprovechar la energía del viento y complementar la generación solar.

Almacenamiento de Energía:

- Para asegurar un suministro constante de energía, se deben integrar sistemas de almacenamiento de energía, como baterías. Estas baterías almacenarán el excedente de energía generada durante el día para su uso durante la noche o en días nublados.
- Sistemas de Gestión de Energía: Implementar un sistema de gestión de energía inteligente es crucial. Este sistema supervisará el consumo y la generación de energía, optimizando la carga y descarga de las baterías y garantizando que la energía se utilice de manera eficiente.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

Eficiencia Energética en Consumo:

- Mejorar el aislamiento térmico de la vivienda mediante la instalación de aislantes en paredes, techos y suelos reducirá la pérdida de calor en invierno y mantendrá la frescura en verano, disminuyendo la demanda de calefacción y refrigeración.
- La vivienda ya dispone de ventanas eficientes y de contraventanas con lamas con de alta eficiencia energética que reducen las pérdidas de calor y ganancias solares no deseadas, contribuyendo a un mejor control térmico y reduciendo la carga en sistemas de climatización.
- La vivienda dispone actualmente de electrodomésticos (lavadora, nevera, horno, lavaplatos, vitrocerámica y microondas) con calificación energética A+++, siendo todos los equipos modelos de bajo consumo energético, y toda la instalación de sistemas de iluminación LED eficientes, lo que contribuye a reducir el consumo eléctrico general de la vivienda.

Gestión Inteligente del Consumo:

- La implementación de sistemas de domótica permitirá una gestión más eficiente del consumo energético. Controlar la iluminación, la climatización y otros dispositivos electrónicos de manera automatizada y según patrones de uso optimizará la eficiencia energética.
- La instalación de sistemas de monitoreo en tiempo real permitirá a los residentes tener un control preciso sobre el consumo y la generación de energía. Esto facilitará ajustes inmediatos para maximizar la eficiencia y optimizar la gestión de la energía.

Gestión del Agua y Recursos:

- La recolección y almacenamiento de aguas pluviales para el riego y otros usos no potables contribuirá a la sostenibilidad general de la vivienda.
- La vivienda ya dispone de dispositivos de ahorro de agua, como grifos y duchas de bajo flujo, que reducen el consumo de agua y la carga asociada al suministro y tratamiento del agua.

Educación y Concienciación:

Máster Arquitectura Avanzada Paisaje, Urbanismo y Diseño

Universitat Politècnica de València

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

- Se dispone de conciencia familiar por parte de los habitantes de la vivienda, llevando a cabo en las día a día prácticas sostenibles y haciendo un uso eficiente de la energía y los recursos en el hogar.

Consideraciones Regulatorias y Financieras:

- Se podrían aprovechar los incentivos y subvenciones disponibles para la implementación de tecnologías renovables y eficiencia energética puede ayudar a reducir los costos iniciales de inversión, tales como la bonificaciones recogidas en la nueva ordenanza fiscal aprobada por el Ayuntamiento de Xirivella que pretende reducir la presión fiscal a los hogares que realicen inversiones que mejoren el medio ambiente, como es el caso del IBI, que para el uso de las placas solares, amplía hasta el 50% la bonificación durante los primeros cinco años y al 25% durante los cinco años siguientes. Habiendo creado también una nueva bonificación del 25% durante diez años para los puntos de recarga de vehículos electrónicos.

Monitoreo Continuo y Mejora Continua:

- Implementar sistemas de diagnóstico continuo para evaluar el rendimiento de los sistemas y detectar posibles problemas o áreas de mejora.
- Mantenerse al tanto de las innovaciones tecnológicas y actualizar periódicamente los sistemas instalados garantizará que la vivienda continúe siendo energéticamente eficiente a medida que evolucionan las tecnologías.

4.2.- Análisis de las diferentes estrategias de mejora

Las mejoras que analizaremos estarán enfocadas a la envolvente de la vivienda, los huecos e instalaciones de esta, para ello haremos uso de sistemas activos, pasivos y avanzados..

Estudiando las posibles mejoras que se puedan producir en los cerramientos de nuestra vivienda para de este modo conseguir una mejor transmitancia térmica de estos y así mejorar la eficiencia energética de la vivienda.

Sobre la construcción actual se proponen actuaciones de rehabilitación energética por el exterior con el sistema SATE, a los efectos de lograr un óptimo aislamiento térmico.

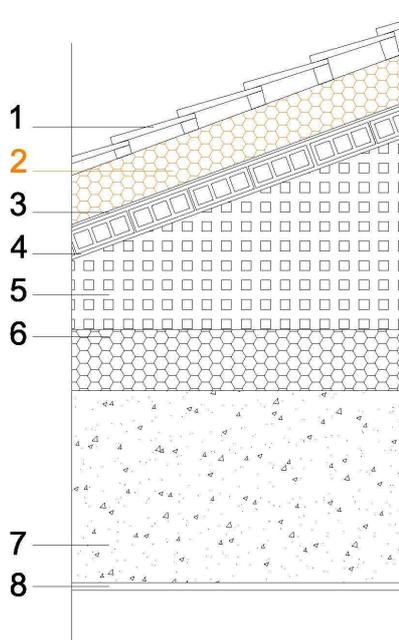
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

Medidas pasivas

- Cubierta mejorada

Sobre la cubierta original se propone, siguiendo el sistema SATE aislar por el exterior, quitar las tejas existentes, aislar mediante poliestirenos extruido XPS de 8cm y volver a retejar. De esta forma, tal y como se observa en la tabla con los cálculos se consigue mejorar enormemente la transmitancia térmica de la cubierta.

Se muestran en color naranja las actuaciones realizadas tanto en los detalles como en las tablas para que resulte más visual apreciar los cambios realizados, y los nuevos resultados obtenidos.



Detalle cubierta mejorada

- 1 Teja plana cerámica
- 2 Aislante Poliestireno Extruido XPS
- 3 Mortero de agarre
- 4 Tablero de rasilla
- 5 Tabiquillos conejeros para la formación de pendientes
- 6 Manta de fibra de vidrio
- 7 Forjado
- 8 Enlucido de yeso

Figura 20. Detalle de la cubierta mejorada. Fuente: Elaboración propia

Cálculo de Transmitancia (U) Cubierta mejorada						
Composición de la sección	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Transmitancia térmica
	Superficial	Cámara				
	R _{si} y R _{se} (m ² k/W)	R _c (m ² k/W)	e (m)	λ (W/mk)	R (W/mk)	U (W/m ² k)
Exterior	0,04					
Teja plana cerámica					0,05	0,179454569
Aislante XPS			0,08	0,023	3,47826087	
Mortero de agarre			0,03	1,8	0,01666667	
Tabiquillos conejeros			0,04		0,08	
Manta de fibra de vidrio			0,08	0,05	1,6	
Forjado			0,25	1,316	0,1899696	
Enlucido de yeso			0,01	0,57	0,01754386	
Interior	0,1					

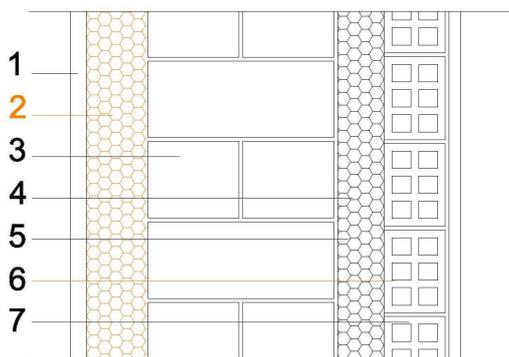
Figura 21. Tabla con el cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta mejorada.

Fuente: Elaboración propia

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

- Fachada mejorada

Se propone a los efectos de mejorar la fachada aislarla por el exterior, desmontando las piezas de pizarra que aportan el revestimiento final, aislando con poliestireno expandido EPS de 22 kg/m² con un espesor de 6cm sobre el ladrillo perforado de 1pie existente y volviendo a colocar las piezas de piedra natural. De esta forma se consigue un mejor valor de transmitancia en fachada tal y como se puede comprobar en la tabla y detalles siguientes.



Detalle fachada mejorada

- 1 Piedra natural
- 2 Aislante Poliestireno Expandido E
- 3 Ladrillo perforado 1pie
- 4 Aislante Poliestireno Expandido E
- 5 Ladrillo hueco doble
- 6 Mortero 1:6
- 7 Enlucido de yeso

Figura 22. Detalle de la fachada mejorada. Fuente: Elaboración propia

Cálculo de Transmitancia (U) Fachada mejorada						
Composición de la sección	Resistencia térmica		Espesor e (m)	Conductividad λ (W/mk)	Resistencia térmica R (W/mk)	Transmitancia térmica U (W/m2k)
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse (m2k/W)	Rc (m2k/W)				
Exterior	0,04					
Piedra natural			0,02		0,02	0,172811898
Aislante EPS (22Kg/m2)			0,06	0,037	1,62162162	
Ladrillo perforado 1 pie			0,25	0,553	0,45207957	
Aislante EPS (22Kg/m2)			0,06	0,037	1,62162162	
Ladrillo hueco doble			0,07	0,0375	1,86666667	
Mortero 1:6			0,015	1,8	0,00833333	
Enlucido de yeso			0,015	0,57	0,02631579	
Interior	0,13					

Figura 22. Tabla con el cálculo de la transmitancia térmica de la fachada mejorada.

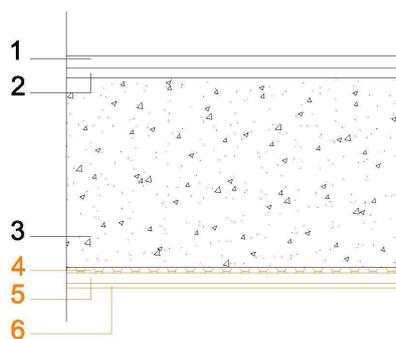
Fuente: Elaboración propia

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

- Forjado entre planta baja y sótano

Para aislar térmicamente las superficies habitables de las no habitables, es decir, la planta sótano de la vivienda adosada en la que se encuentra el garaje y una zona de almacenaje, se propone mejorar el forjado de forma que se mejore el aislamiento del mismo, generando una cámara de aire y utilizando un aislamiento con paneles de PU. En el estado actual el garaje se trataba como caso “no aislado – no aislado” y, con la nueva propuesta de mejora, se tratará como caso “no aislado – aislado”.

Para mejorar el forjado que separa la planta baja del espacio no habitable de sótano que tiene uso de garaje y trastero, se propone aislarlo mediante espuma de poliuretano PU de 8cm de espesor, dejar una cámara de aire de 16cm y colocar un falso techo de yeso, de esta forma tal y como se puede observar en el detalle de la tabla siguiente mejoramos en gran medida la transmitancia térmica del forjado.



Detalle forjado PB-Sótano mejorado

- 1 Baldosa piedra natural mármol
- 2 Mortero de agarre
- 3 Forjado
- 4 Panel de espuma de poliuretano PU
- 5 Cámara de aire
- 6 Falso techo de yeso laminado

Figura 23. Detalle del forjado entre planta baja y sótano mejorado. Fuente: Elaboración propia

Cálculo de Transmitancia (U) Forjado PB - Sótano mejorada						
Composición de la sección	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Transmitancia térmica
	Superficial	Cámara				
	R _{si} y R _{se} (m ² k/W)	R _c (m ² k/W)	e (m)	λ (W/mk)	R (W/mk)	U (W/m ² k)
Interior	0,17					0,234454117
Baldosa piedra natural			0,02	2,3	0,00869565	
Mortero de agarre			0,015	1,8	0,00833333	
Forjado			0,3	1,429	0,20993702	
Panel PU			0,08	0,023	3,47826087	
Cámara de aire		0,16				
Falso techo yeso			0,015	0,25	0,06	
Interior	0,17					

Figura 24. Tabla con el cálculo de la transmitancia térmica del forjado entre la planta baja y el sótano mejorado. Fuente: Elaboración propia

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

Si se llevaran a cabo las tres medidas pasivas previamente descritas, mejorando el aislamiento en: cubierta, fachada y forjado se obtendría una calificación energética B con el siguiente desglose de demandas y emisiones:



Figura 25. Calificación energética de la vivienda llevando a cabo el aislamiento térmico de la cubierta, la fachada y el forjado entre la planta baja y el sótano. Fuente: Captura propia CE3X.

Por finalizar con las medidas pasivas, se podrían sustituir los actuales huecos de la fachada, sustituyendo las carpinterías que cuentan con vidrio doble de tipo climalit con cámara de aire (4/16/4) y carpinterías con rotura de puente térmico, por unas carpinterías con vidrio triple y bajo emisivo que implican transmitancias mucho mas bajas.

Pero resultando conservadores y dada la óptima situación actual de la construcción, la envolvente y los cerramientos, que no adolecen de ningún vicio de construcción, ni se aprecian todavía desperfectos por el paso de los años, se opta por desarrollar y valorar las que pueden llegar a tener un coste inferior estudiando posibles mejoras que se puedan producir en los sistemas activos que afectan a la eficiencia energética: caldera usada para el ACS y equipos de refrigeración.

Medidas activas

La vivienda consta con preinstalación de calefacción, pero dado que no se trata de una casa fría donde en invierno apenas resulta necesario caldearla, salvo en ocasio-

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

nes muy puntales cuando hay algún tipo de grave temporal, en los cuatro años en los que se ha habitado la vivienda tan solo cuando España sufrió el paso de Filomena en enero de 2021 se precisó caldearla, ése es el motivo por el que ni tan siquiera se valoró la opción de instalar radiadores.

La caldera de la que dispone la vivienda es de gas natural, se propone cuando haya que sustituirla instalar una caldera de biomasa de pellets. Dado que el precio del Gas Natural está en alza, y que los pellets resultan más económicos. El espacio de almacenaje para hacer acopio de los pellets no resulta un impedimento, puesto que la vivienda dispone de suficiente espacio para hacer acopio de la citada materia.

Conoce tu evolución de consumo



Figura 26. Evolución consumo energía eléctrica. Fuente: Captura factura de la luz

DESDE GAS NATURAL							
Sistema	Consumo	KWH consumidos	Rendimiento	KWH reales	Precio	Coste anual	
Gas natural KWH	1.530	1.530	0,92	1407,6	0,10 €	153,00 €	
Pellets KILOS	312,8	1564	0,9	1407,6	0,19 €	59,43 €	
Gasóleo LITROS	175,95	1759,5	0,8	1407,6	0,87 €	153,08 €	
Aeroterminia KWH	402,17	402,17	3,5	1407,6	0,24 €	96,52 €	

Figura 27. Comparativa paso de una caldera de gas a otro tipo. Fuente: Elaboración propia

Si que resulta por tanto una opción a considerar el estudio del cambio de la instalación de ACS de la vivienda por otra más eficiente y que use otro tipo de combustible, para mejorar el consumo de energía final y los respectivos consumos de energía primaria, en especial la no renovable, así como las emisiones de CO2.

Alternativas a la caldera a gas natural actual podrían ser:

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

- Paneles solares térmicos para ACS con acumulación y generación instantánea de ACS proveniente del acumulador solar.
- Caldera de biomasa con acumulador para ACS .

El uso de la energía solar para cubrir parte de la demanda de ACS está muy extendido en España y disponiendo la vivienda de una cubierta inclinada con orientación sur, resultaría razonable instalar este sistema en la vivienda.

No obstante el ahorro energético que supone la citada instalación, se opta por descartar a corto plazo la instalación de paneles solares fotovoltaicos para la producción de ACS mediante energía renovable debido a su alto coste y el presumible elevado periodo de retorno debido a que el consumo de ACS no es suficientemente alto como para que sea una inversión rentable.

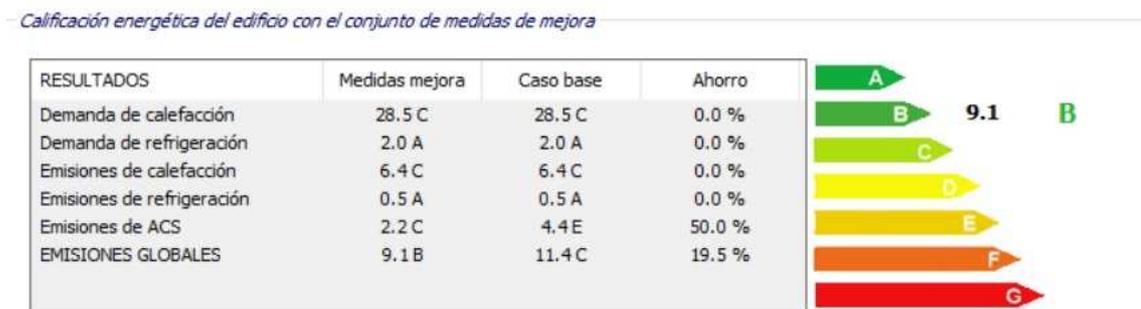


Figura 28. Calificación energética de la vivienda instalando energía Solar térmica para ACS. Fuente: Captura propiaCE3X



Figura 29. Calificación energética de la vivienda generando ACS por equipo de biomasa. Fuente: Captura propiaCE3X

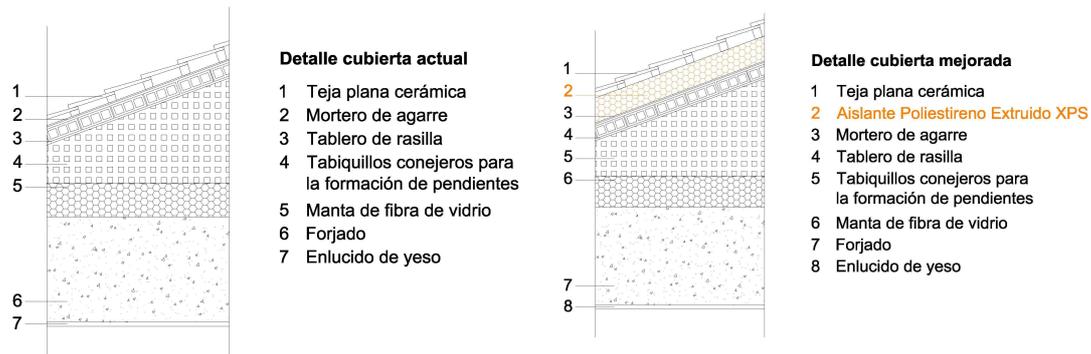
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

4.3.- Análisis comparativo de resultados entre el estado actual y el mejorado

Medidas pasivas

Se procede al análisis comparativo de los resultados entre el estado actual y el mejorado, de los diferentes valores de la transmitancia térmica “U” de los tres elementos tipo:

- Cubierta inclinada



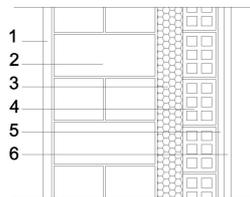
Cálculo de Transmitancia (U) Cubierta actual						
Composición de la sección	Resistencia térmica		Espesor e (m)	Conductividad λ (W/mk)	Resistencia térmica R (W/mk)	Transmitancia térmica U (W/m2k)
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse (m2k/W)	Rc (m2k/W)				
Exterior	0,04					0,477513842
Teja plana cerámica					0,05	
Mortero de agarre			0,03	1,8	0,01666667	
Tabiquillos conejeros			0,04		0,08	
Manta de fibra de vidrio			0,08	0,05	1,6	
Forjado			0,25	1,316	0,1899696	
Enlucido de yeso			0,01	0,57	0,01754386	
Interior	0,1					

Cálculo de Transmitancia (U) Cubierta mejorada						
Composición de la sección	Resistencia térmica		Espesor e (m)	Conductividad λ (W/mk)	Resistencia térmica R (W/mk)	Transmitancia térmica U (W/m2k)
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse (m2k/W)	Rc (m2k/W)				
Exterior	0,04					0,179454569
Teja plana cerámica					0,05	
Aislante XPS			0,08	0,023	3,47826087	
Mortero de agarre			0,03	1,8	0,01666667	
Tabiquillos conejeros			0,04		0,08	
Manta de fibra de vidrio			0,08	0,05	1,6	
Forjado			0,25	1,316	0,1899696	
Enlucido de yeso			0,01	0,57	0,01754386	
Interior	0,1					

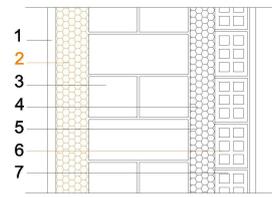
Figura 30. Detalles y tablas referentes a la cubierta. Fuente: Elaboración propia

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

- Fachada



- Detalle fachada actual**
- 1 Piedra natural
 - 2 Ladrillo perforado 1pie
 - 3 Aislante Poliestireno Expandido
 - 4 Ladrillo hueco doble
 - 5 Mortero 1:6
 - 6 Enlucido de yeso



- Detalle fachada mejorada**
- 1 Piedra natural
 - 2 Aislante Poliestireno Expandido E
 - 3 Ladrillo perforado 1pie
 - 4 Aislante Poliestireno Expandido E
 - 5 Ladrillo hueco doble
 - 6 Mortero 1:6
 - 7 Enlucido de yeso

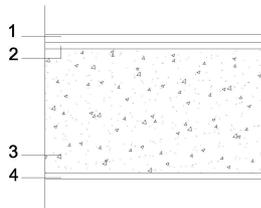
Cálculo de Transmitancia (U) Fachada actual						
Composición de la sección	Resistencia térmica		Espesor e (m)	Conductividad λ (W/mk)	Resistencia térmica R (W/mk)	Transmitancia térmica U (W/m2k)
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse (m2k/W)	Rc (m2k/W)				
Exterior	0,04					0,24009506
Piedra natural			0,02		0,02	
Ladrillo perforado 1 pie			0,25	0,553	0,45207957	
Aislante EPS (22Kg/m2)			0,06	0,037	1,62162162	
Ladrillo hueco doble			0,07	0,0375	1,86666667	
Mortero 1:6			0,015	1,8	0,00833333	
Enlucido de yeso			0,015	0,57	0,02631579	
Interior	0,13					

Cálculo de Transmitancia (U) Fachada mejorada						
Composición de la sección	Resistencia térmica		Espesor e (m)	Conductividad λ (W/mk)	Resistencia térmica R (W/mk)	Transmitancia térmica U (W/m2k)
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse (m2k/W)	Rc (m2k/W)				
Exterior	0,04					0,172811898
Piedra natural			0,02		0,02	
Aislante EPS (22Kg/m2)			0,06	0,037	1,62162162	
Ladrillo perforado 1 pie			0,25	0,553	0,45207957	
Aislante EPS (22Kg/m2)			0,06	0,037	1,62162162	
Ladrillo hueco doble			0,07	0,0375	1,86666667	
Mortero 1:6			0,015	1,8	0,00833333	
Enlucido de yeso			0,015	0,57	0,02631579	
Interior	0,13					

Figura 31. Detalles y tablas referentes a la fachada. Fuente: Elaboración propia

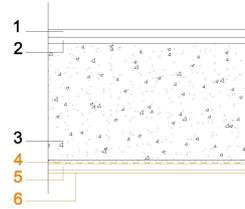
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

- Forjado entre planta baja y sótano



Detalle forjado PB-Sótano actual

- 1 Baldosa piedra natural mármol
- 2 Mortero de agarre
- 3 Forjado
- 4 Enlucido de yeso



Detalle forjado PB-Sótano mejorado

- 1 Baldosa piedra natural mármol
- 2 Mortero de agarre
- 3 Forjado
- 4 Panel de espuma de poliuretano PU
- 5 Cámara de aire
- 6 Falso techo de yeso laminado

Cálculo de Transmitancia (U) Forjado PB - Sótano actual						
Composición de la sección	Resistencia térmica		Espesor e (m)	Conductividad λ (W/mk)	Resistencia térmica R (W/mk)	Transmitancia térmica U (W/m2k)
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse (m2k/W)	Rc (m2k/W)				
Interior	0,17					1,685539672
Baldosa piedra natural			0,02	2,3	0,00869565	
Mortero de agarre			0,015	1,8	0,00833333	
Forjado			0,3	1,429	0,20993702	
Enlucido de yeso			0,015	0,57	0,02631579	
Interior	0,17					

Cálculo de Transmitancia (U) Forjado PB - Sótano mejorada						
Composición de la sección	Resistencia térmica		Espesor e (m)	Conductividad λ (W/mk)	Resistencia térmica R (W/mk)	Transmitancia térmica U (W/m2k)
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse (m2k/W)	Rc (m2k/W)				
Interior	0,17					0,234454117
Baldosa piedra natural			0,02	2,3	0,00869565	
Mortero de agarre			0,015	1,8	0,00833333	
Forjado			0,3	1,429	0,20993702	
Panel PU			0,08	0,023	3,47826087	
Cámara de aire		0,16				
Falso techo yeso			0,015	0,25	0,06	
Interior	0,17					

Figura 32. Detalles y tablas referentes al forjado entre planta baja y planta sótano.

Fuente: Elaboración propia

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

A los efectos de entender claramente la magnitud de las medidas pasivas se procede a la comparación en formato tabla de las transmitancias actuales y las mejoradas.

Elemento constructivo	Transmitancia U (W/m ² k)		
	Estado Actual	Mejorado	CTE DB HE
Cubierta	0,48	0,18	0,33
Fachada	0,24	0,17	0,38
Forjado PB-Sótano	1,69	0,23	0,69

Figura

33. Tabla comparativa con los valores de la transmitancia actuales, mejorados y comparación orientativa con las propuestas por el CTE HE. Fuente: Elaboración propia

Tabla a-Anejo E. Transmitancia térmica del elemento, U [W/m² K]

	Zona Climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior, U _M , U _S	0,56	0,50	0,38	0,29	0,27	0,23
Cubiertas en contacto con el aire exterior, U _C	0,50	0,44	0,33	0,23	0,22	0,19
Elementos en contacto con espacios no habitables o con el terreno, U _T	0,80	0,80	0,69	0,48	0,48	0,48
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana), U _H	2,7	2,7	2,0	2,0	1,6	1,5

Figura 34. Tabla de transmitancias térmicas de elementos en función de la zona climática. Fuente: CTE HE (anexo E)

Con la implementación de las medidas pasivas, la vivienda cumpliría sobradamente con los estándares del CTE DB HE, tendría una mejor calificación energética y reduciría notablemente la demanda y las emisiones, según se puede ver en la comparativa siguiente:

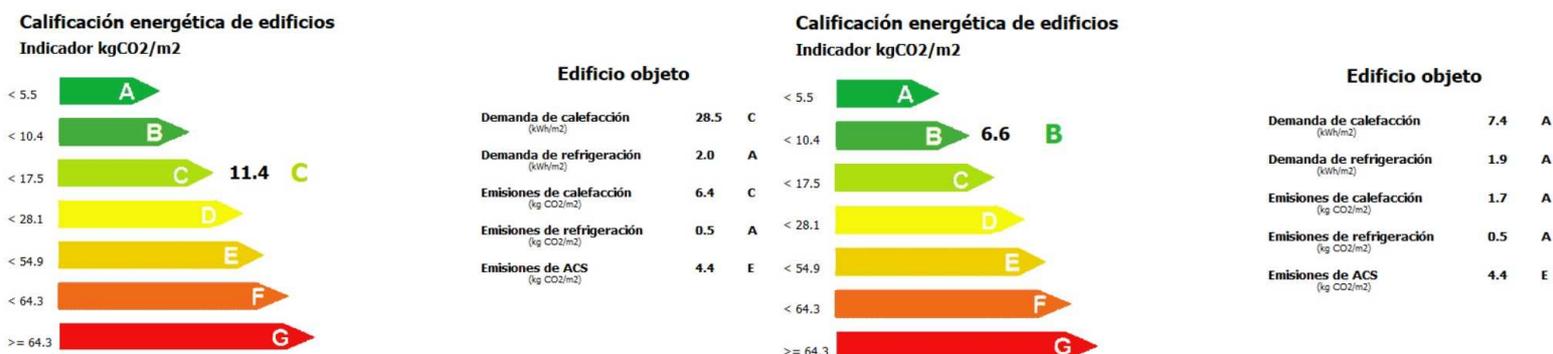


Figura 35. Comparativa de calificación energética estado actual y vivienda con mejoras pasivas. Fuente: Captura CE3X

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

Elementos activos

Estudiadas en detalle las opciones y ante la realidad de que la demanda de calefacción es prácticamente nula, y la demanda de refrigeración resulta muy escasa. Únicamente se contempla valorar que la demanda de ACS se viera satisfecha por energías renovables.

Resultando que la calificación energética de la vivienda actual es de 11,4 kgCO₂/m² frente a 7,1 kgCO₂/m² de calificación energética de la vivienda generando ACS mediante un equipo de biomasa

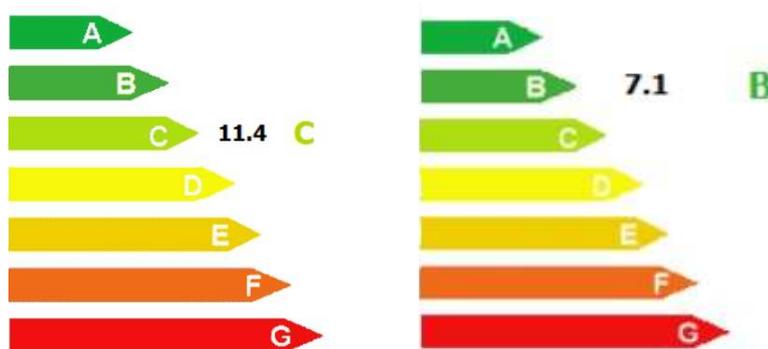


Figura 36. Calificación energética de la vivienda objeto de estudio frente a la calificación energética de la vivienda generando ACS por equipo de biomasa. Fuente: Captura propiaCE3X

A fecha hoy, y examinado el contenido de la factura de la luz, habida cuenta que el 42,7% de la energía eléctrica que me suministra Iberdrola proviene de energías renovables, se considera con criterio conservador mantener las instalaciones actuales.

Los resultados de este análisis de energía eléctrica, muestran que el origen de la producción de energía eléctrica es equivalente a la que consume en el hogar. A estos efectos, se proporciona el desglose de la mezcla de tecnologías de producción nacional para así comparar los porcentajes del promedio nacional con los correspondientes a la energía vendida por su Compañía Comercializadora.



Figura 37. Origen de la energía eléctrica. Fuente: Captura de una factura propia de luz

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

Como recoge en su artículo ⁽¹⁵⁾ Zabalbeascoa, A. (2017) el gran reto de la sociedad actual consiste en reducir la dependencia y el consumo de recursos; no obstante, cuando los hábitos diarios de los habitantes de la vivienda se vean modificados a los efectos de permanecer más horas *activos* en el hogar familiar, o suceda algún cambio destacable como el hecho de incorporar un vehículo eléctrico se retomará el estudio de implementar la vivienda con instalaciones con energías renovables.

De la misma forma que si hubiera que reemplazar la caldera actual (a gas natural) por obsolescencia o fallo funcional, se sustituiría por una de biomasa, puesto que se dispone de espacio para hacer acopio de pellets y resulta la fuente mas económica.

No obstante, si no se dispusiera de limitación económica para la implementación de medidas activas se acometería la instalación de paneles solares para contribuir en al menos un 70% a la demanda de ACS , y se dispondría de unos mejores equipos de climatización introduciendo la aerotermia, lo que permitiría mejorar exponencialmente la calificación energética de vivienda actual de la vivienda pasando de la actual calificación energética Tipo C de 11,4 kgCO₂/m², frente a una calificación energética Tipo A con 0,1 KgCO₂/m². Reduciendo a su vez la demanda de calefacción y de refrigeración, así como las emisiones provenientes de calefacción, refrigeración y ACS, según como se puede observar en detalle en las imágenes siguientes:



Figura 38. Comparativa entre la calificación energética de la vivienda actual y de la vivienda con mejoras pasivas (aislamiento SATE en cubierta, fachada y forjado, mejoras en puentes térmicos en frentes de forjado de fachada, en contorno de huecos, en pilares integrados en fachada y en la unión de fachada y forjado, así como la incorporación de mejoras activas en instalaciones. Elaboración: Captura CE3X.

⁽¹⁵⁾ Zabalbeascoa, A. (2017). El gran reto es reducir el consumo de energía. [Online] EL PAÍS. Disponible en: https://elpais.com/elpais/2017/01/05/ciencia/1483618594_098062.html Consultada el 24 de Septiembre de 2023.

5.- Conclusiones

Se pueden resumir en varios aspectos clave:

- **Optimización del Diseño Arquitectónico:**
La investigación ha demostrado que la optimización del diseño arquitectónico es fundamental para maximizar la eficiencia energética en una vivienda unifamiliar adosada. La combinación de estrategias pasivas, como la orientación solar y el uso eficiente de la ventilación natural, con soluciones arquitectónicas avanzadas, conlleva mejoras significativas en la eficiencia térmica y luminosa.
- **Integración de Mecanismos Pasivos:**
La incorporación de mecanismos pasivos, como la adecuada orientación de la vivienda, el diseño de muros y ventanas eficientes térmicamente, y el uso de materiales de construcción con propiedades aislantes, contribuye de manera sustancial a la reducción de la demanda energética, proporcionando un entorno interior confortable y sostenible.
- **Implementación de Mecanismos Activos:**
Introducir sistemas activos, como la gestión inteligente de la iluminación, la climatización y la generación de energía renovable, ha demostrado ser esencial para optimizar el consumo energético y mejorar la autosuficiencia de la vivienda. La monitorización y control a tiempo real de estos sistemas permiten ajustes precisos según las necesidades específicas y las condiciones climáticas cambiantes.
- **Tecnologías Avanzadas para la Eficiencia Energética:**
La aplicación de tecnologías avanzadas, como sistemas domóticos y sensores inteligentes, desempeñan un papel crucial en la mejora de la eficiencia energética. La automatización y la adaptabilidad de estos sistemas permite una gestión más eficiente de los recursos, contribuyendo a la reducción de consumos innecesarios.
- **Análisis Comparativo y Valoración de Resultados:**
El trabajo ha llevado a cabo un exhaustivo análisis comparativo y una valoración de los resultados obtenidos mediante la incorporación de mecanismos activos y pasivos. Se ha evaluado el rendimiento de diferentes soluciones en términos de eficiencia energética, confort interior y sostenibilidad, proporcionando una base sólida para futuros desarrollos y aplicaciones en proyectos similares.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

- **Impacto en la Calidad de Vida y Confort Interior:**
La investigación ha destacado que la mejora de la eficiencia energética no solo se traduce en beneficios ambientales, sino que también tiene un impacto directo en la calidad de vida y el confort interior de los habitantes. La creación de ambientes más saludables y cómodos se ha logra a través de la implementación cuidadosa de estrategias de diseño y tecnologías avanzadas.
- **Logro de Independencia y Autosuficiencia Energética:**
La cuantificación detallada de consumos y demandas energéticas ha permitido establecer metas claras para lograr la independencia y autosuficiencia energética de la vivienda. Los resultados indican que la combinación equilibrada de mecanismos activos y pasivos puede llevar a un alto grado de autonomía energética, reduciendo la dependencia de fuentes convencionales.
- **Consideraciones Ambientales y Reducción de la Huella de Carbono:**
La investigación ha reforzado la importancia de consideraciones ambientales en el diseño arquitectónico. La reducción de la huella de carbono y la minimización del impacto ambiental son resultados directos de la aplicación de estrategias sostenibles.

En resumen, la consecución de la independencia y autosuficiencia energética en una vivienda unifamiliar adosada en Valencia para una familia de cuatro miembros implica una combinación estratégica de construcción sostenible, generación de energía renovable, eficiencia en el consumo, gestión inteligente, educación y consideraciones legislativas, financieras y económicas.

Este enfoque holístico garantizará no solo la autonomía energética, sino también una sostenibilidad a largo plazo para la vivienda y una vida de sus ocupante más respetuosa con el medio ambiente.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

6.- Bibliografía

Libros, y normativa:

(1) Lloret i Bosch, Jaume y Lloret i Bosch, Jordi. (2005). *Proyecto de ejecución de la vivienda objeto de estudio. 14 adosados de Renta Libre Sector B-Parcela 29- Xirivella para Promociones ALGARA S.A.*

(2) Mazria, E. (1983). *El libro de la energía solar pasiva*. Editorial Gustavo Gili.

(3) Sharma, A. (2017) *Optimization of Net Zero Energy Buildings*, Renewable and Sustainable Energy Reviews.

(4) Solanas T.(2007). *Vivienda y sostenibilidad en España. Vol.1: Unifamiliar*. Editorial Gustavo Gili.

(5) Pandithurai, K.G. (2018) *A Comprehensive Review on Passive Design Optimization Strategies and Techniques for Achieving Nearly Zero Energy Buildings*, Renewable and Sustainable Energy Reviews,

(6) Taki, A, Elmualim, M (2015). *A Review of Passive and Active Strategies for Energy Efficient Building Design*

(7) UNE-EN- 14683 : Puentes térmicos en la edificación. Transmitancia térmica lineal. Métodos simplificados y valores por defecto.

(8) UNE-EN-ISO 10077 : Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica.

(9) UNE-EN-ISO 6946 : Componentes y elementos para la edificación. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de cálculo

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

Artículos , recursos en Línea y herramientas de cálculo:

(10) Fernández, L. (2017). ¿Por qué passivhaus es mejor que cumplir el CTE a secas? [Online] Somospassivhaus. Disponible en: <https://somospassivhaus.es/passivhaus-es-mejor-que-cumplir-cte>
Consultada el 4 de Noviembre de 2023.

(11) <https://breeam.es/>
Consultada el 27 de Octubre de 2023.

(12) Herramienta del Ministerio de Industria que incluye una guía detallada con ejemplos para la aplicación práctica de la evaluación de la demanda energética y del consumo energético.
https://www.codigotecnico.org/pdf/GuiasyOtros/Guia_aplicacion_DBHE2019_Ejemplos_I.pdf
Consultada el 23 de septiembre de 2023.

(13) Passivhaus Institut <https://passivehouse.com/>
Consultada el 27 de Octubre de 2023.

(14) Passipedia - Plataforma en línea con una amplia base de datos sobre el estándar de construcción Passivhaus y prácticas de eficiencia energética en la construcción.
Consultada el 27 de Octubre de 2023.

(15) Zabalbeascoa, A. (2017). El gran reto es reducir el consumo de energía. [Online] EL PAÍS. Disponible en: https://elpais.com/elpais/2017/01/05/ciencia/1483618594_098062.html
Consultada el 24 de Septiembre de 2023.

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

7.- Anexo I: Relación del Trabajo de Fin de Máster con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030 (ODS)

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				✦
ODS 2. Hambre cero.				✦
ODS 3. Salud y bienestar.			✦	
ODS 4. Educación de calidad.			✦	
ODS 5. Igualdad de género.				✦
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.		✦		
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.	✦			
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.				✦
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.	✦			
ODS 10. Reducción de las desigualdades.				✦
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.	✦			
ODS 12. Producción y consumo responsables.	✦			
ODS 13. Acción por el clima.	✦			
ODS 14. Vida submarina.				✦
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.			✦	
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				✦
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.		✦		

Figura 40. Captura de la guía manual TFM de la UPV.

La presente investigación busca la independencia y autosuficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada en Valencia para una familia de cuatro miembros, mediante la posible implementación de diversas estrategias. Analizando mejoras enfocadas en la envolvente de la vivienda, los huecos e instalaciones de esta, haciendo uso de sistemas activos, pasivos y avanzados.

Se pretende mejorar la calificación energética de la vivienda objeto de estudio de forma que se disminuya la cantidad de emisiones de CO₂ y el consumo de energía primaria (electricidad y gas en el caso que nos ocupan) provenientes de fuentes no renovables.

Máster Arquitectura Avanzada Paisaje, Urbanismo y Diseño

Universitat Politècnica de València

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

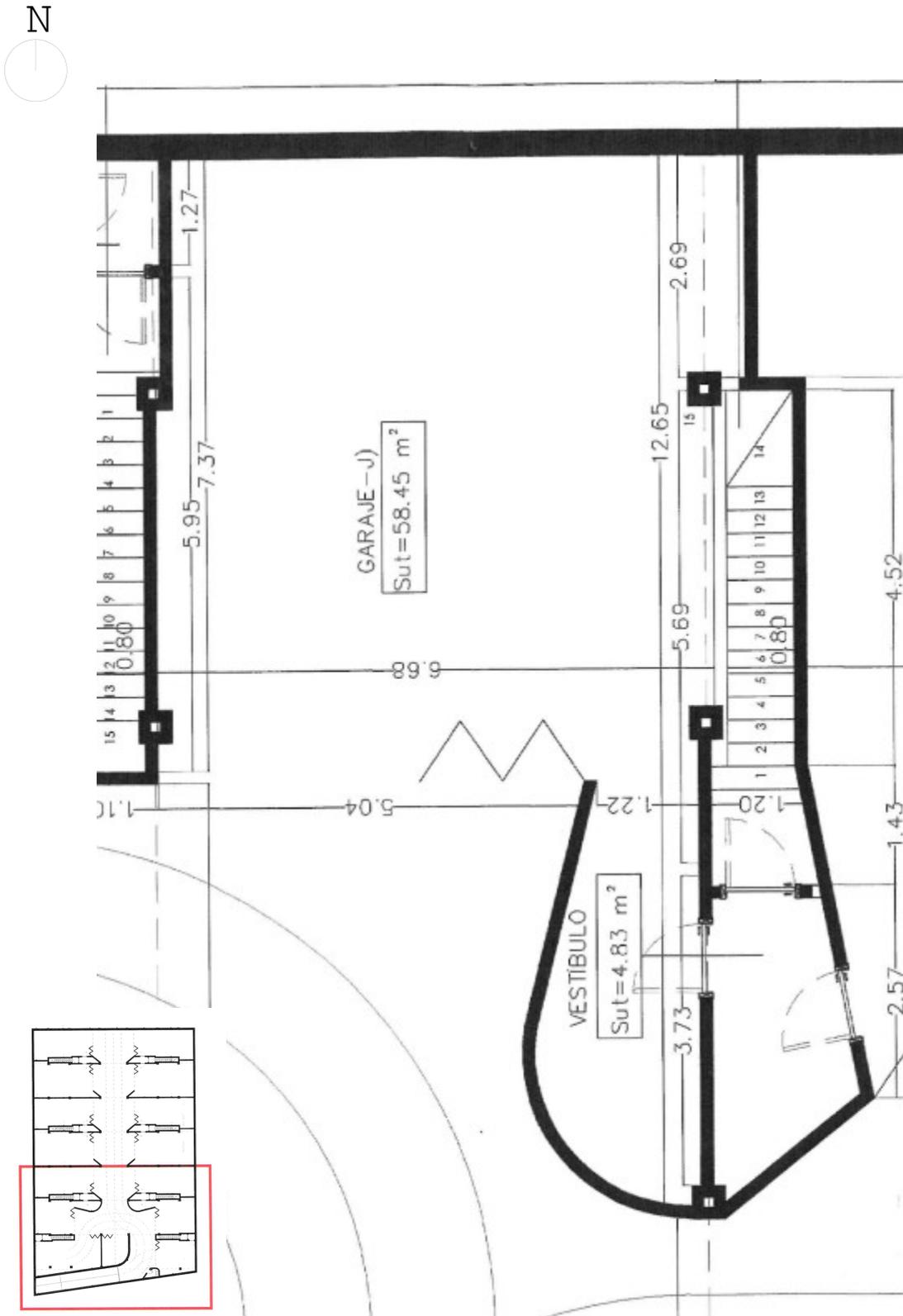
8.- Anexo II: Documentación gráfica original del Proyecto de ejecución de la vivienda objeto de estudio.

Consultado el Proyecto de ejecución de la vivienda objeto de estudio. 14 adosados de Renta Libre Sector B-Parcela 29- Xirivella para Promociones ALGARA S.A. Redactado por los arquitectos Jaume Lloret i Bosch y Jordi Lloret i Bosch en 2005, se procede a la reproducción de los planos originales de la vivienda.

- 8.1.1.- Distribución, cotas y superficies - Planta sótano
- 8.1.2.- Distribución, cotas y superficies - Planta baja
- 8.1.3.- Distribución, cotas y superficies - Planta primera
- 8.1.4.- Distribución, cotas y superficies - Planta segunda
- 8.1.5.- Distribución, cotas y superficies - Planta cubierta
- 8.2.1.- Alzado exterior (Sur)
- 8.2.2.- Alzado interior (Norte)
- 8.2.3.- Sección 1
- 8.2.4.- Sección 2
- 8.2.5.- Sección 3
- 8.3.1.- Carpintería 1
- 8.3.2.- Carpintería 2
- 8.3.3.- Carpintería 3
- 8.3.4.- Leyenda carpinterías
- 8.4.1.- Electricidad P Sótano
- 8.4.2.- Electricidad P Baja
- 8.4.3.- Electricidad P Primera
- 8.4.4.- Electricidad P Segunda
- 8.4.5.- Electricidad leyenda Vivienda
- 8.4.6.- Electricidad leyenda P Sótano
- 8.5.1.- Fontanería P Primera
- 8.5.2.- Fontanería P Baja
- 8.5.3.- Fontanería P Segunda
- 8.5.4.- Fontanería leyenda

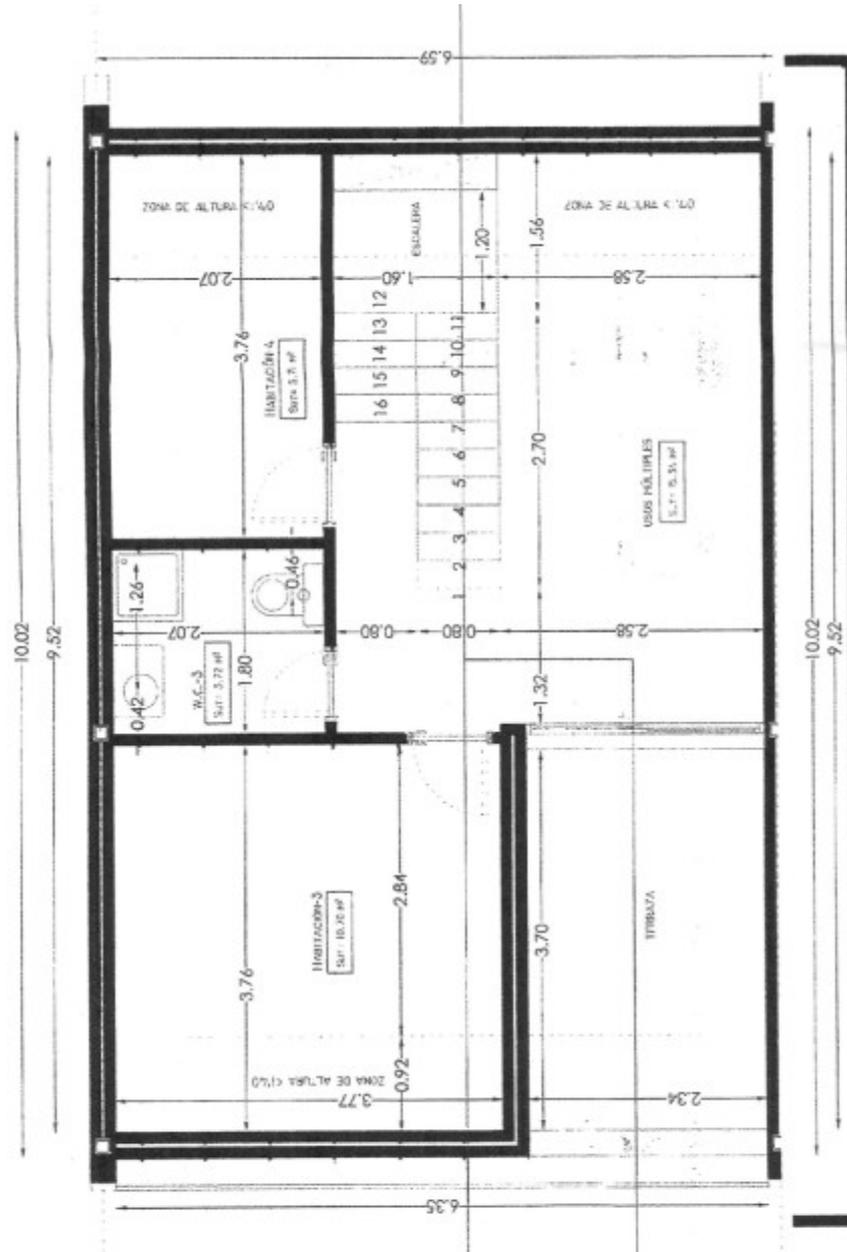
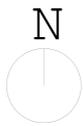
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

8.1.1.- Distribución, cotas y superficies - Planta sótano



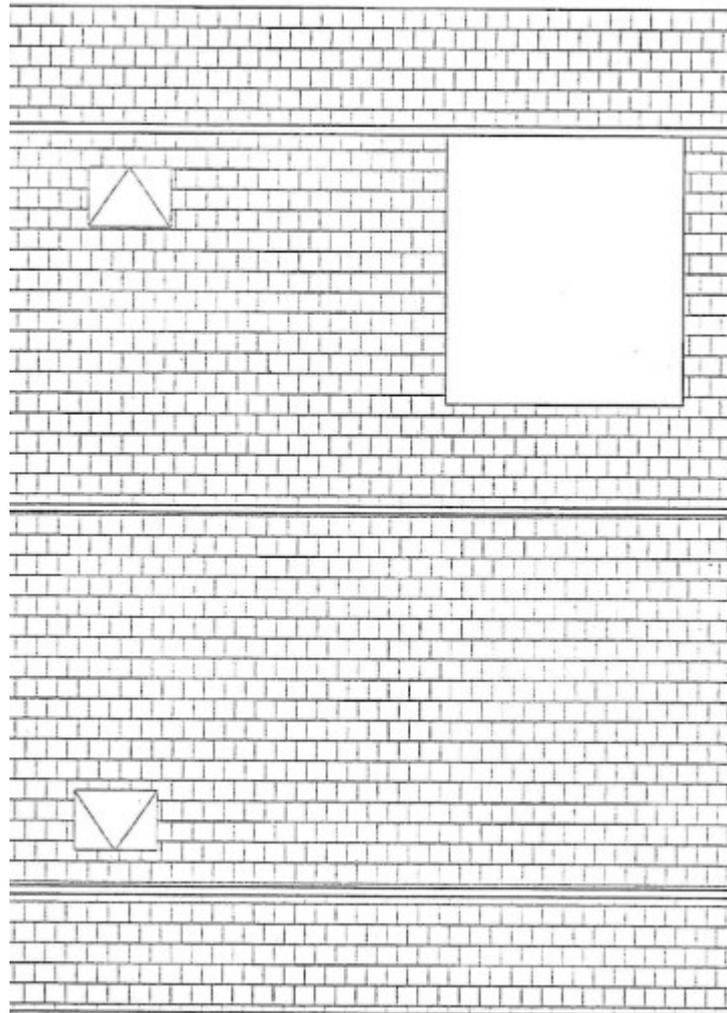
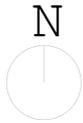
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

8.1.4.- Distribución, cotas y superficies - Planta segunda



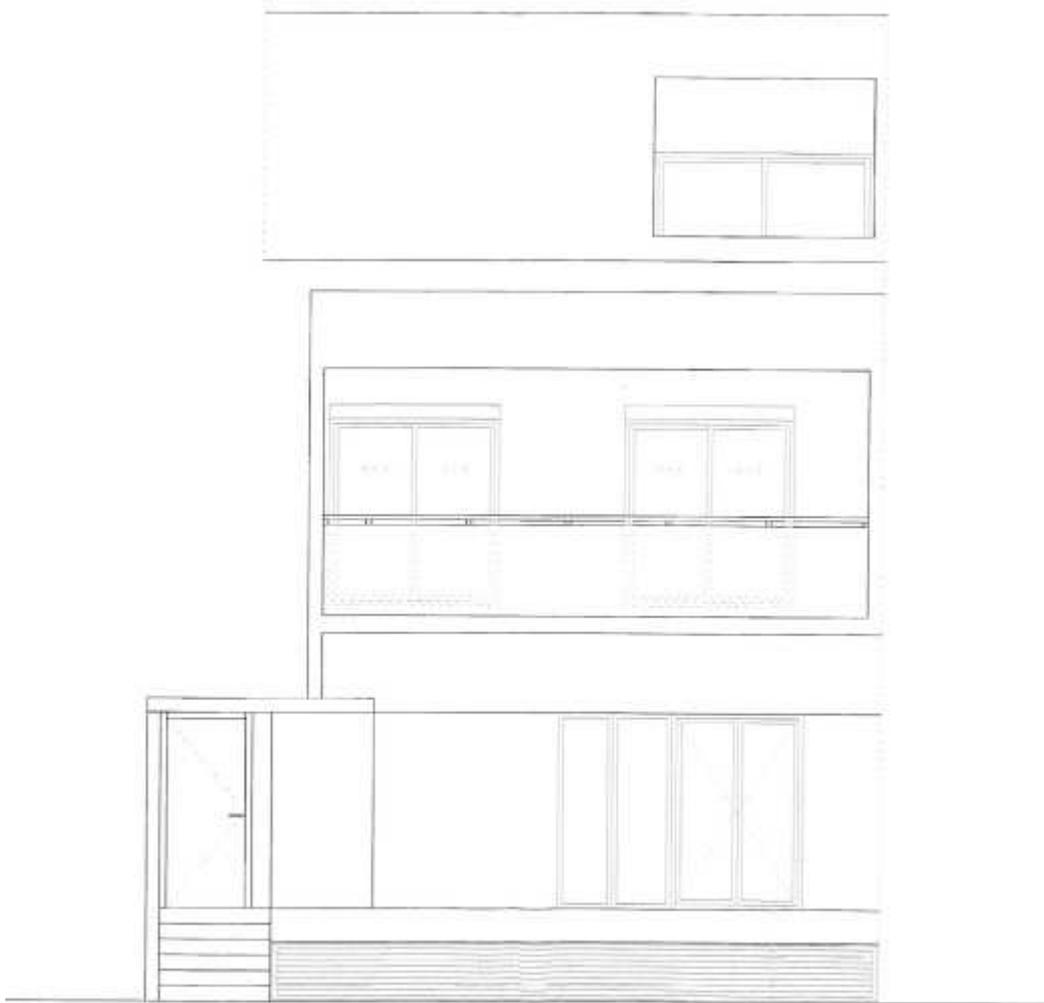
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

8.1.5.- Distribución, cotas y superficies - Planta cubierta



Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

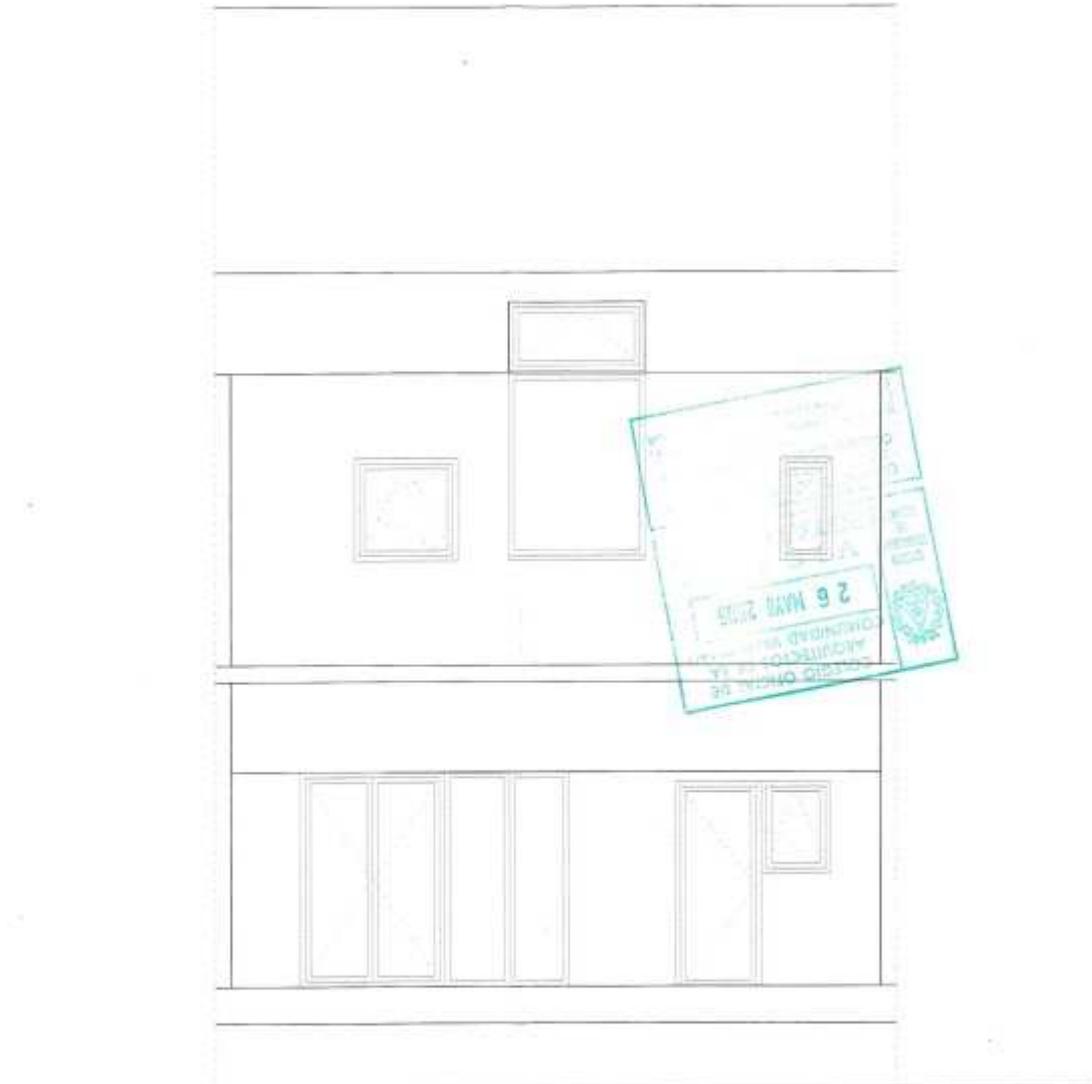
8.2.1.- Alzado exterior (Sur)



ALZADO EXTERIOR

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

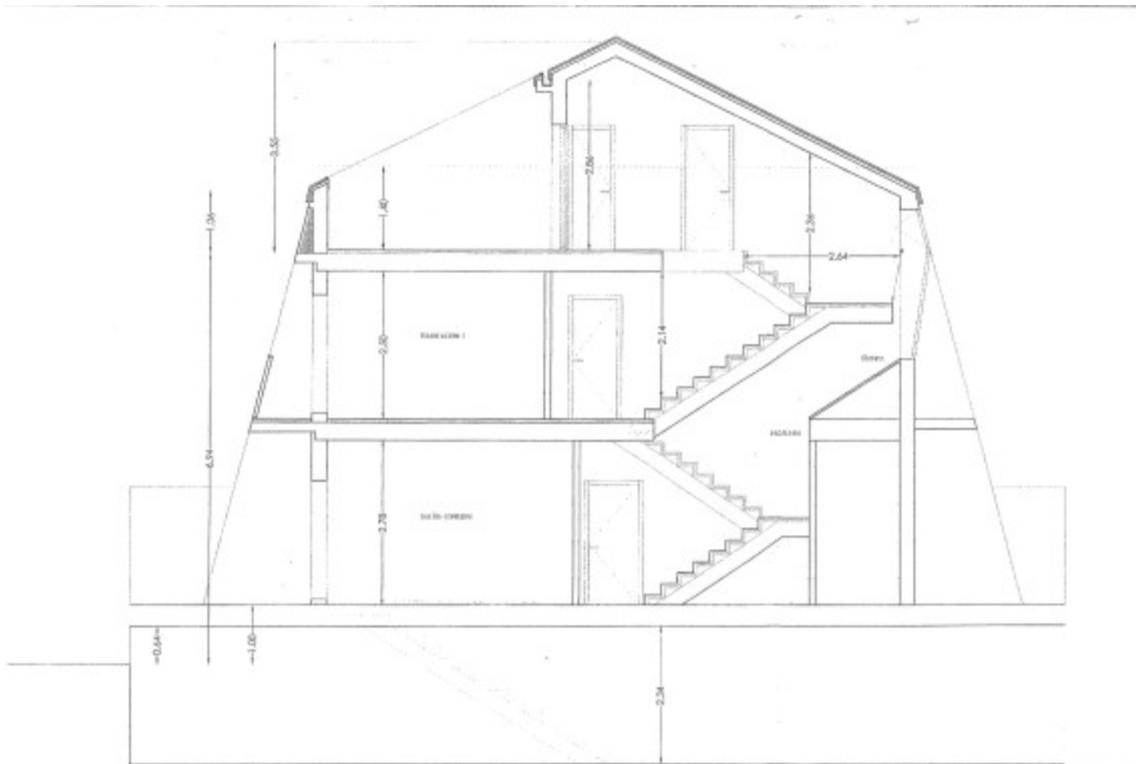
8.2.2.- Alzado interior (Norte)



ALZADO INTERIOR

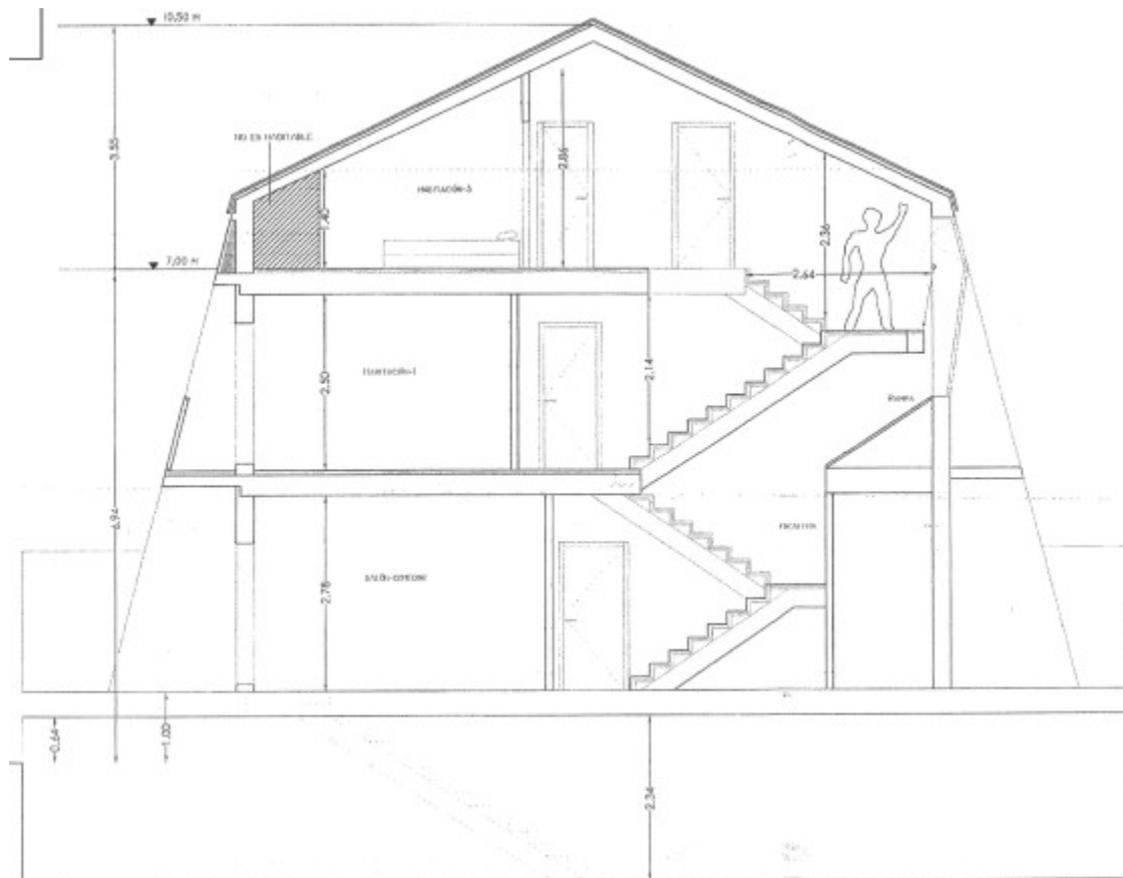
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

8.2.3.- Sección 1



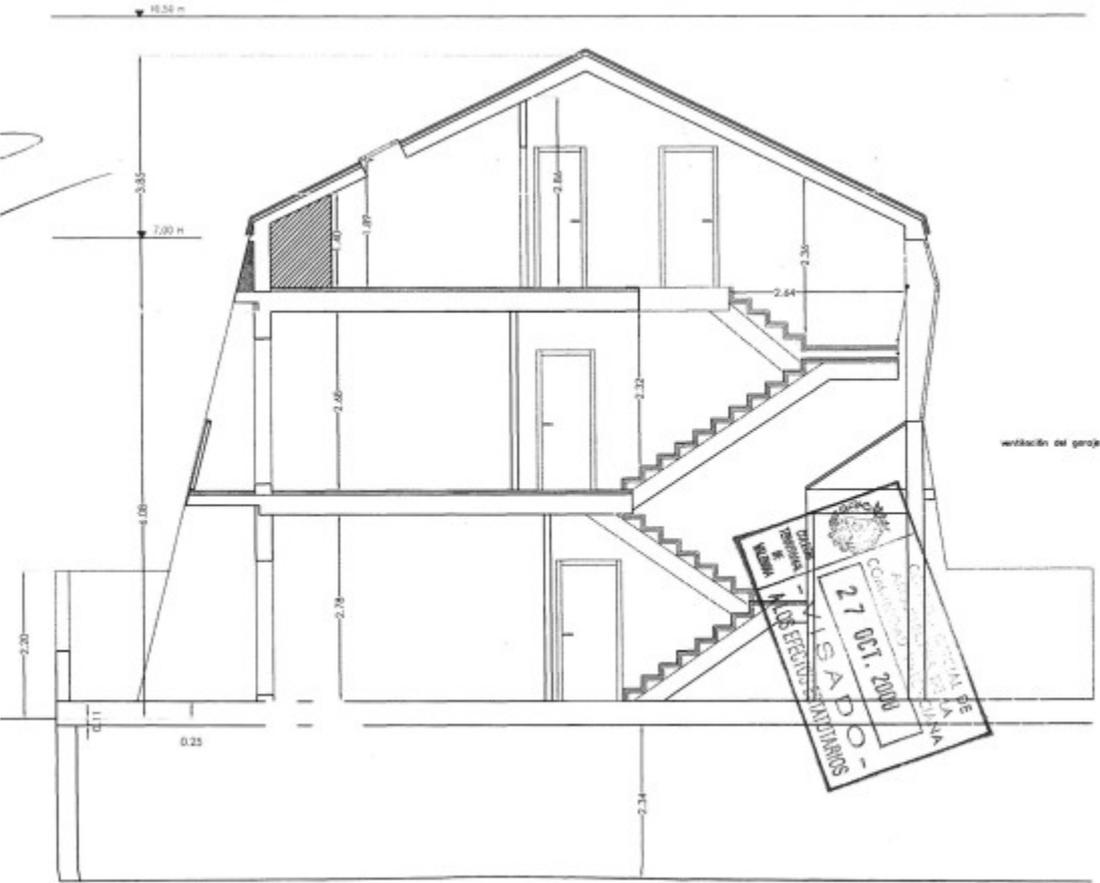
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

8.2.4.- Sección 2



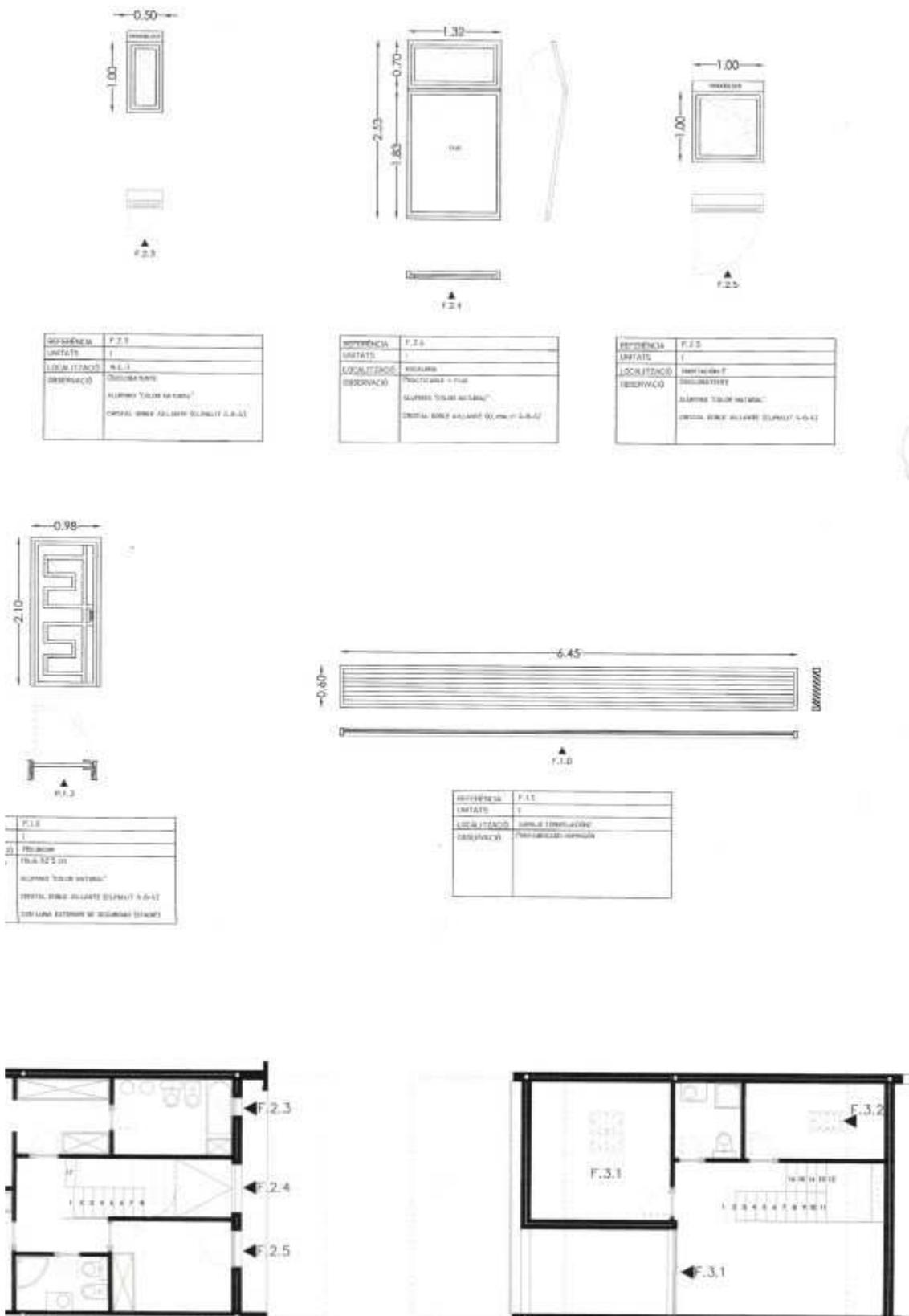
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

8.2.5.- Sección 3



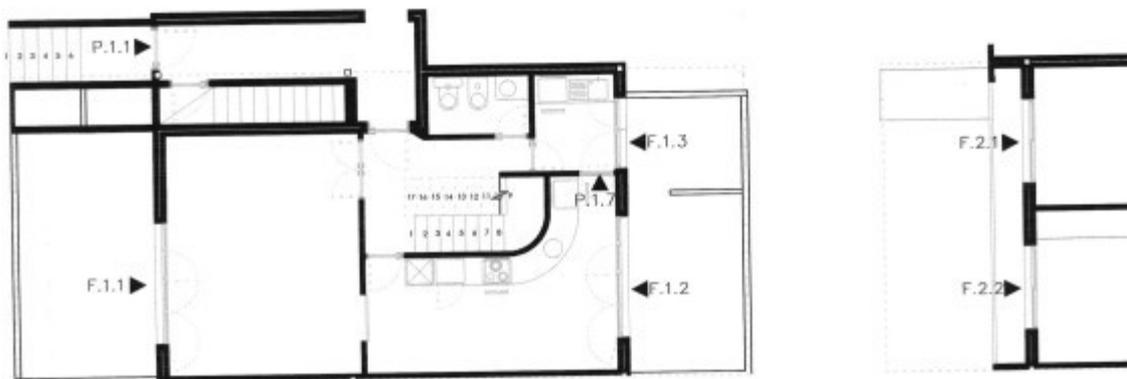
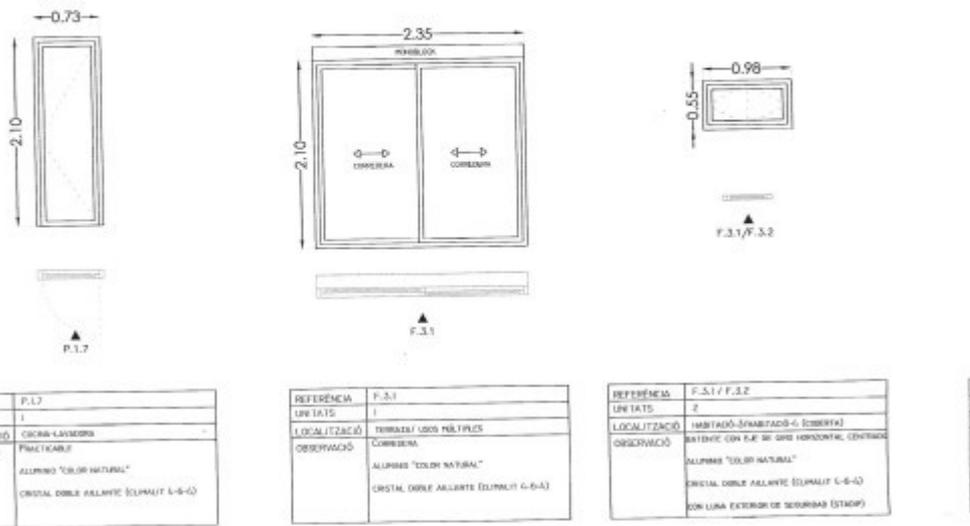
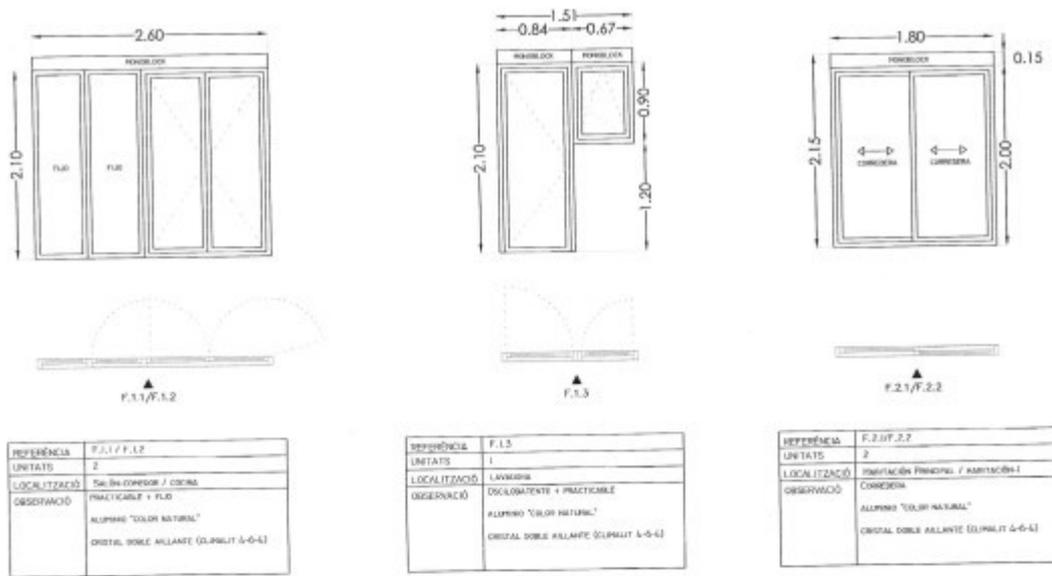
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

8.3.1.- Carpintería 1



Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

8.3.2.- Carpintería 2



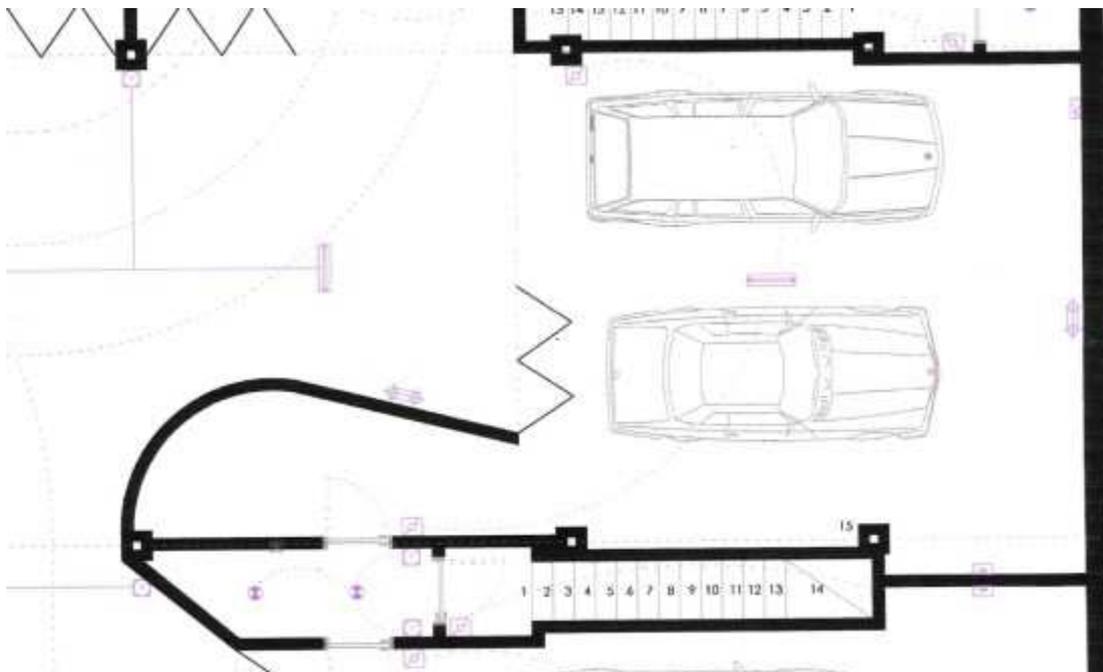
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

8.3.4.- Leyenda carpinterías

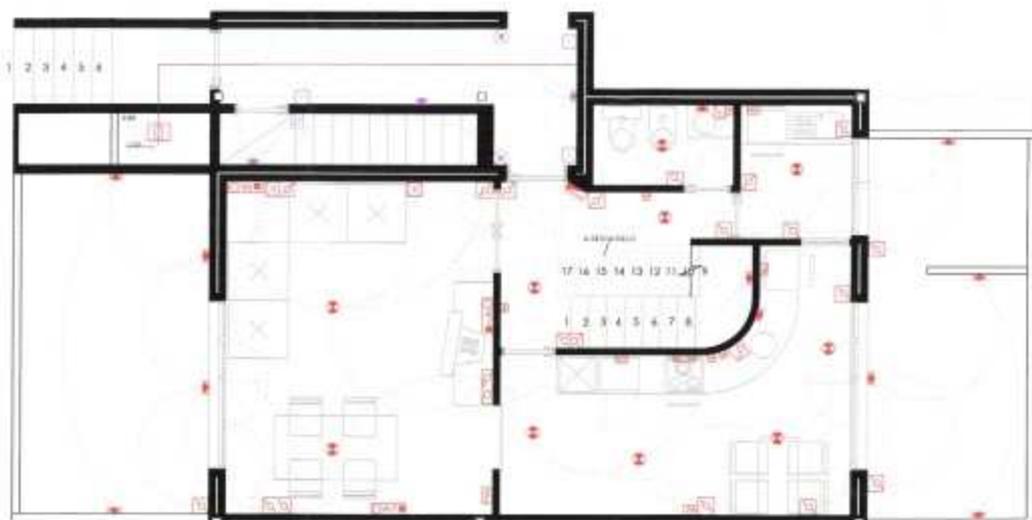


Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

8.4.1.- Electricidad P Sótano



8.4.2.- Electricidad P Baja



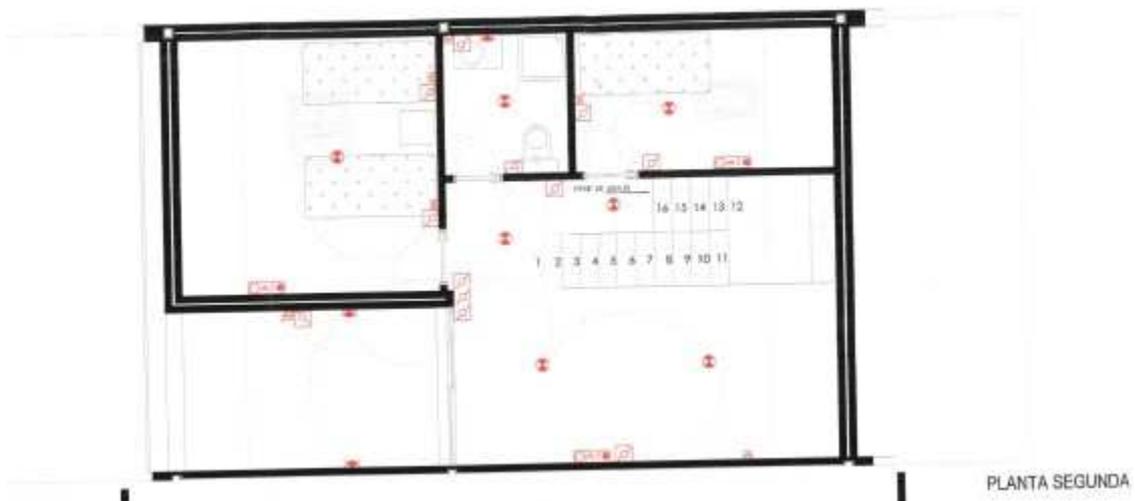
PLANTA BAJA

Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

8.4.3.- Electricidad P Primera

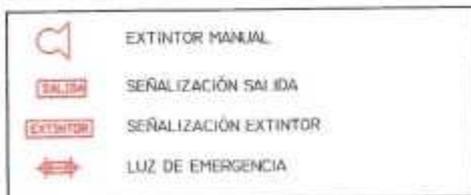


8.4.4.- Electricidad P Segunda



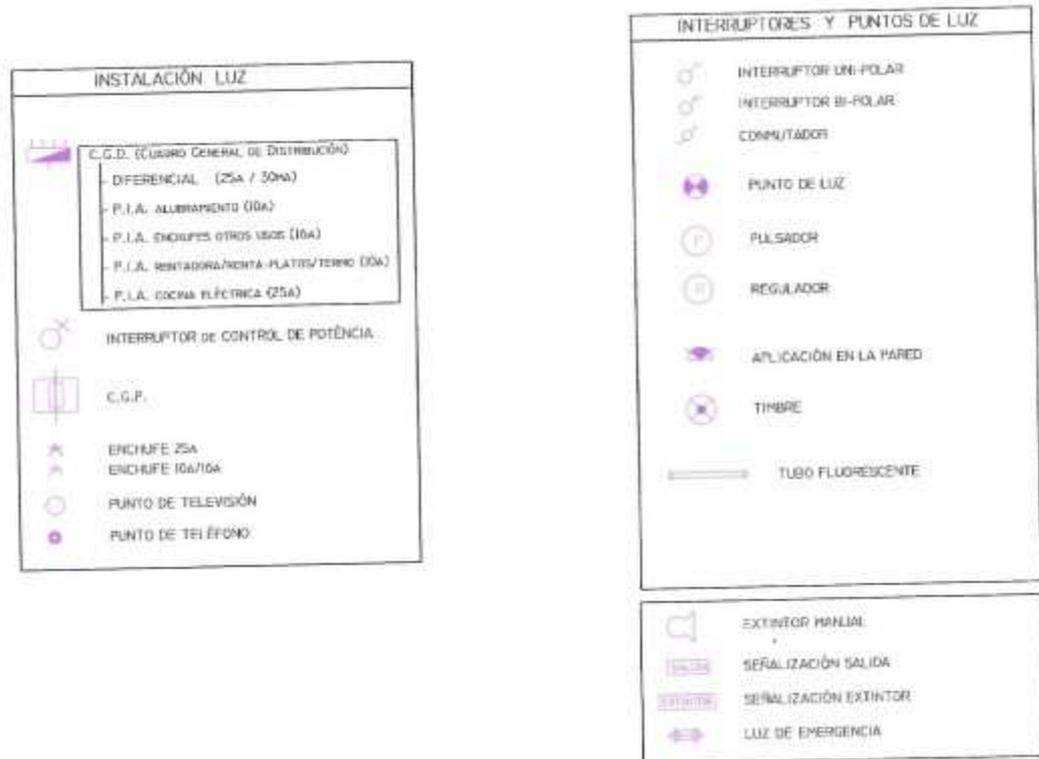
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

8.4.5.- Electricidad leyenda Vivienda



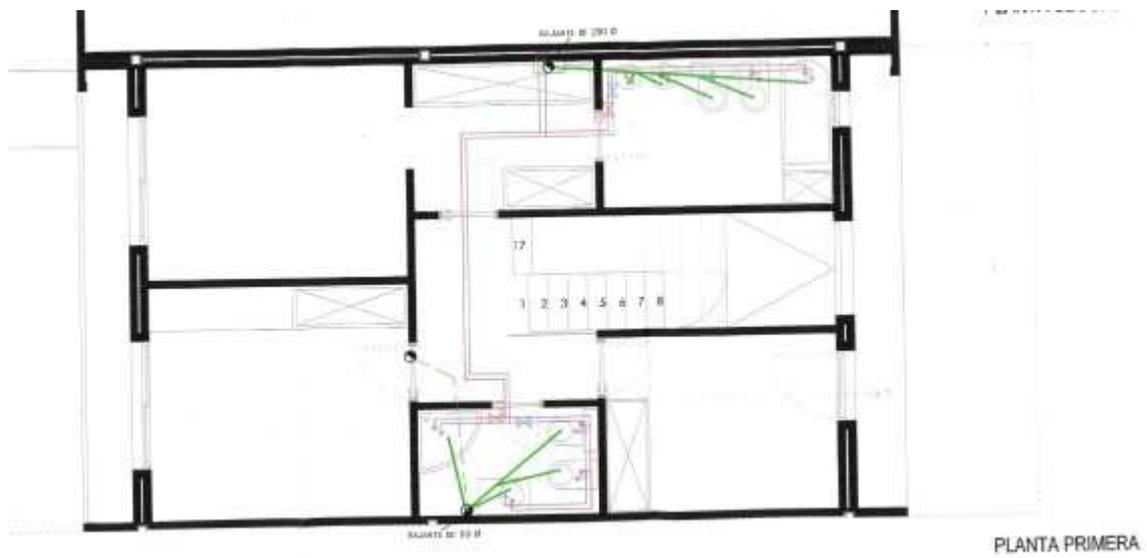
Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

8.4.6.- Electricidad leyenda P Sótano

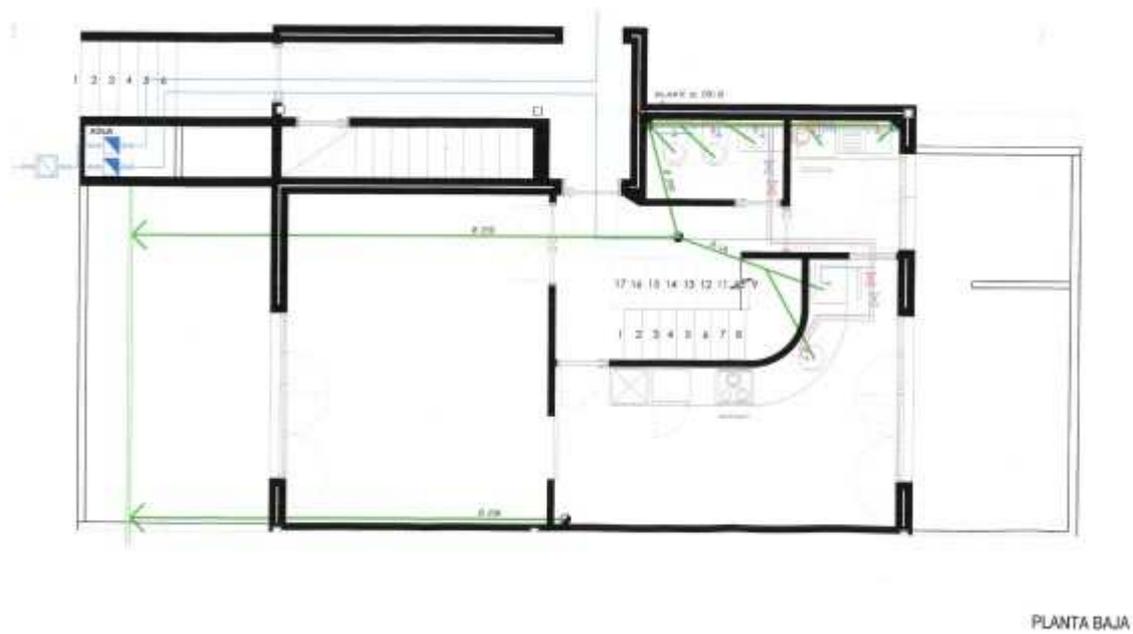


Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

8.5.1.- Fontanería P Primera



8.5.2.- Fontanería P Baja



Mejora de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar adosada mediante la aplicación práctica de mecanismos activos, pasivos y avanzados

8.5.3.- Fontanería P Segunda



8.5.4.- Fontanería leyenda

LEYENDA FONTANERIA	
	LLAVE DE PASO
	LLAVE DE PASO
	LLAVE GENERAL
	CONTADOR GENERAL
	LLAVE DE VACIO
	GRIFO AGUA CALIENTE
	GRIFO AGUA FIA
	BAJANTE PVC 110 mm
	CALDERA COMBUSTIBLE LIQUIDO
	TERMO ACUMULADOR ELÉCTRICO
	DEPÓSITO COMBUSTIBLE LIQUIDO
	TUBERIA POLIETILÉ
	TUBERIA COBRE

	CONTADOR GENERAL
	LLAVE DE VACIO
	GRIFO AGUA CALIENTE
	GRIFO AGUA FIA
	BAJANTE PVC 110 mm
	CALDERA COMBUSTIBLE LIQUIDO
	TERMO ACUMULADOR ELÉCTRICO
	DEPÓSITO COMBUSTIBLE LIQUIDO
	TUBERIA POLIETILÉ
	TUBERIA COBRE

	ANQUEJA A FIO DE CALIENTE
	ANQUEJA DE PASO
	ANQUEJA DE REGISTRO
	TUBERIA DE EVACUACIÓN DE AGUAS CALIENTES (TUBO PVC RIGIDO Ø 110 mm)
	TUBERIA DE EVACUACIÓN DE AGUAS FRIAS (TUBO PVC RIGIDO Ø 110 mm)
	TUBERIA DE EVACUACIÓN DE AGUAS CALIENTES (TUBO PVC RIGIDO Ø 110 mm)

	ANQUEJA A FIO DE CALIENTE
	ANQUEJA DE PASO
	ANQUEJA DE REGISTRO
	TUBERIA DE EVACUACIÓN DE AGUAS CALIENTES (TUBO PVC RIGIDO Ø 110 mm)
	TUBERIA DE EVACUACIÓN DE AGUAS FRIAS (TUBO PVC RIGIDO Ø 110 mm)