

# Estudio de eficiencia energética en una vivienda unifamiliar

pfg\_proyecto final de grado  
modalidad científico\_técnico julio 2013

**Alumno:** Ángel Lozano Simón

**Tutor:** Amadeo Pascual Galán

**Titulación:** Grado en Arquitectura Técnica





## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	9
1.1	ANTECEDENTES.....	9
1.2	EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	14
1.2.1	Evolución histórica de la energía en España.....	15
1.3	MARCO NORMATIVO.....	16
1.3.1	Reseña histórica y evolución de la normativa.....	17
1.3.2	Normativa actual.....	19
1.4	OBJETIVOS .....	24
1.5	CONCEPTOS BÁSICOS.....	24
2	DESCRIPCIÓN VIVIENDA.....	29
2.1	MEMORIA DESCRIPTIVA .....	29
2.1.1	Emplazamiento y situación.....	29
2.1.2	Descripción general del edificio.....	31
2.2	MEMORIA CONSTRUCTIVA.....	33
2.2.1	Sistema estructural .....	33
2.2.2	Sistema envolvente .....	33
2.2.3	Sistema de compartimentación.....	34
2.2.4	Sistemas de acondicionamiento e instalaciones .....	35
3	ANÁLISIS ENERGÉTICO ESTADO ACTUAL .....	39
3.1	INTRODUCCIÓN .....	39
3.2	ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO.....	40
3.3	LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA POR LA OPCIÓN GENERAL.....	42

3.3.1	Descripción de la aplicación informática LIDER .....	42
3.3.2	Sistemática utilización LIDER .....	43
3.3.3	Aplicación de LIDER al proyecto.....	46
3.4	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA MEDIANTE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA CALENER.....	50
3.4.1	Generalidades de la aplicación .....	50
3.4.2	Certificación en edificios residenciales .....	50
3.4.3	Sistemática de utilización de Calener.....	52
3.4.4	Aplicación de Calener al proyecto.....	54
4	PROPUESTAS DE MEJORAS.....	61
4.1	INTRODUCCIÓN .....	61
4.2	MEJORA DE LA ENVOLVENTE.....	61
4.3	SISTEMAS ACTIVOS .....	64
4.3.1	Tipos de biocombustibles sólidos .....	65
4.3.2	Dimensionado estimativo almacén biocombustible.....	68
4.3.3	Requisitos mínimos del cuarto de calderas y almacén.....	69
4.4	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON MEJORAS .....	70
5	CONCLUSIONES .....	77
5.1	CUANTIFICACIÓN DE LA INVERSIÓN DE MEJORAS.....	77
5.1.1	Inversión de la envolvente.....	77
5.1.2	Inversión sustitución de la caldera.....	78
5.1.3	Resumen de inversiones.....	78
5.2	Estudio de viabilidad.....	78
5.2.1	Estudio de la rentabilidad de la mejora de la envolvente .....	81
5.2.2	Estudio de la rentabilidad de la sustitución de la caldera ....	81
5.2.3	Comparación de inversiones .....	83

5.2.4 Reflexión final.....	84
----------------------------	----

AGRADECIMIENTOS.....	89
----------------------	----

ANEXO 1.....	93
--------------	----

ANEXO 2.....	119
--------------	-----

ANEXO 3.....	123
--------------	-----

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Variación oblicuidad eje de la tierra y posicionamiento respecto al Sol. ( <i>Fuente: ITE</i> ).....	9
Ilustración 2. Efecto invernadero. ( <i>Fuente: Helptoherth</i> ).....	11
Ilustración 3. Evolución de consumo de energía primaria por fuentes en España. ( <i>Fuente: IDAE</i> ).....	12
Ilustración 4. Distribución sectorial de consumo y planes de acción en España ( <i>Fuente: IDAE</i> ).....	15
Ilustración 5. Emplazamiento y situación de la parcela. ( <i>Google maps</i> )	29
Ilustración 6. Situación vivienda en la parcela ( <i>Google maps</i> ).....	30
Ilustración 7. 3D del edificio levantado en LIDER.....	47
Ilustración 8. 3D del edificio levantado con LIDER.....	48
Ilustración 9. Gráfico demanda energética LIDER .....	49
Ilustración 10. Clases de energía a partir del índice de calificación ( <i>IDAE</i> ) .....	52
Ilustración 11. Calificación inicial obtenida en Calener.....	55
Ilustración 12. Resultados Calener.....	57
Ilustración 13. Gráfico demanda energética LIDER (mejora en cubierta)	62
Ilustración 14. Gráfico demanda energética LIDER (mejora fachada).....	63
Ilustración 15. Ciclo de la biomasa forestal ( <i>jumanjisolar.com</i> ).....	65
Ilustración 16. Tabla de propiedades combustibles sólidos ( <i>IDAE</i> ) .....	67
Ilustración 17. Disposición conjunto caldera en la vivienda.....	68
Ilustración 18. Esquema de montaje ( <i>Kwb.com</i> ).....	70
Ilustración 19. Calificación final obtenida en Calener. ....	71
Ilustración 20. Calificación energética final.....	73
Ilustración 21. Recuperación de la inversión de las mejoras.....	80
Ilustración 22. Recuperación de la inversión de la mejora de la envolvente.....	81
Ilustración 23. Recuperación de la inversión de sustitución de caldera.	82
Ilustración 24. Comparación de las inversiones. ....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen superficies totales.....	32
Tabla 2. Superficies útiles y construidas entreplanta inferior.....	32
Tabla 3. Superficies útiles y construidas planta principal. ....	32
Tabla 4. Superficies útiles y construidas entreplanta superior. ....	32
Tabla 5. Información climatológica anual de Jumilla ( <i>agrometeorología R. Murcia</i> ).....	41
Tabla 6. Datos iniciales obtenidos en LIDER .....	48





# INTRODUCCIÓN





# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 ANTECEDENTES

Desde los orígenes de la Tierra han existido importantes fluctuaciones climáticas por el curso normal de la naturaleza, como son las variaciones solares, ya que el Sol presenta ciclos de actividad y la temperatura de la Tierra depende en gran medida de éste, también influye directamente en la temperatura la oblicuidad del eje terrestre así como la variación orbital con respecto al Sol, haciendo que la cantidad de radiación recibida en cada hemisferio cambie a lo largo del tiempo, dando lugar a lo que es conocido como pulsaciones glaciares.

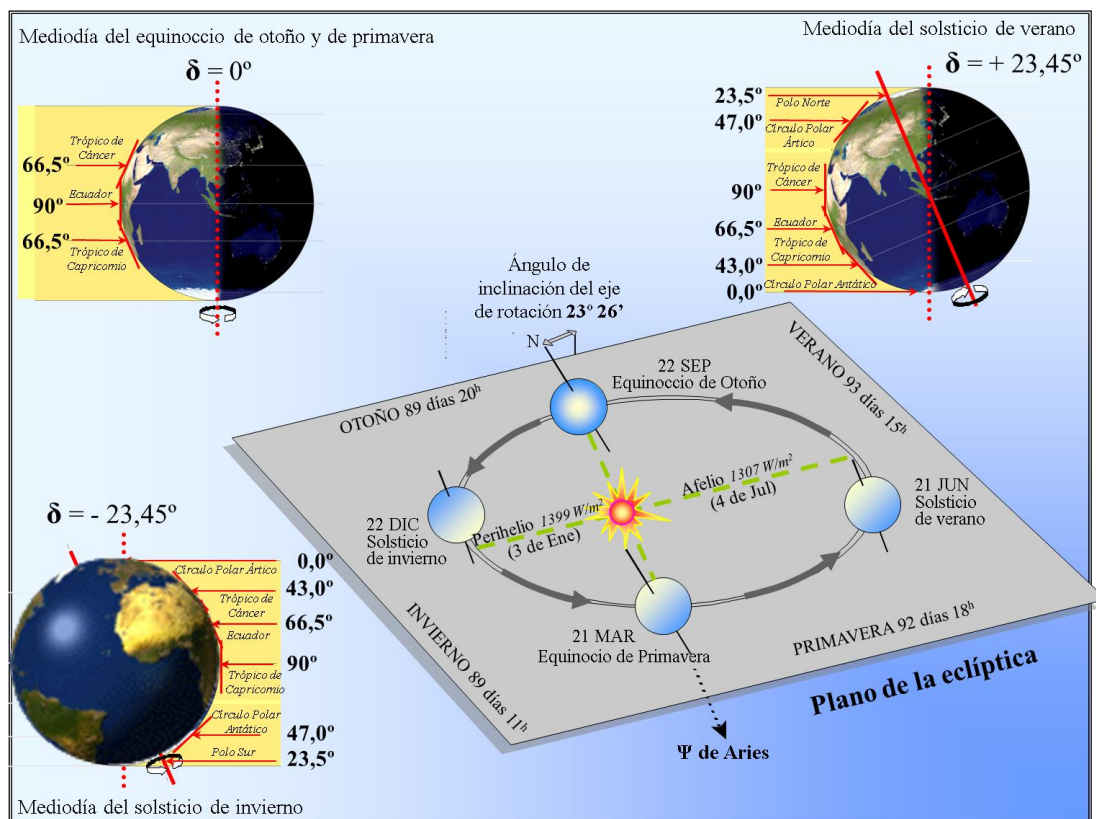


Ilustración 1. Variación oblicuidad eje de la tierra y posicionamiento respecto al Sol. (Fuente: ITE)

Pero sin duda la creciente preocupación de la sociedad se centra en una variable clave del presente cambio climático o aceleración de este, y es en la atmosfera, o más bien en la composición de esta. En dicha atmosfera son importantes los gases emitidos por volcanes, especialmente el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que en cantidades elevadas en la atmosfera produce el fenómeno conocido como efecto invernadero, reduciendo la emisión de calor al espacio y provocando un mayor calentamiento del planeta, por otro lado también emiten óxidos de azufre y otros aerosoles que ayudan a enfriar el planeta, filtrando la radiación recibida del Sol. De estos se produce un equilibrio llamado balance radiactivo, que no es más que un equilibrio térmico entre la radiación que entra por la atmósfera y la que sale.

Centrándonos en los cambios producidos como consecuencia de la modificación en la composición atmosférica, hay que destacar el efecto antropogénico, siendo quizá la variable más significativa de esta aceleración del cambio climático. El aumento de la población mundial y en consecuencia del consumo de energía para satisfacer las necesidades humanas por parte de los países desarrollados han dado lugar a la sobreexplotación de recursos naturales, a la deforestación masiva y en consecuencia a las altas emisiones de gases de efecto invernadero como son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ) a la atmosfera.

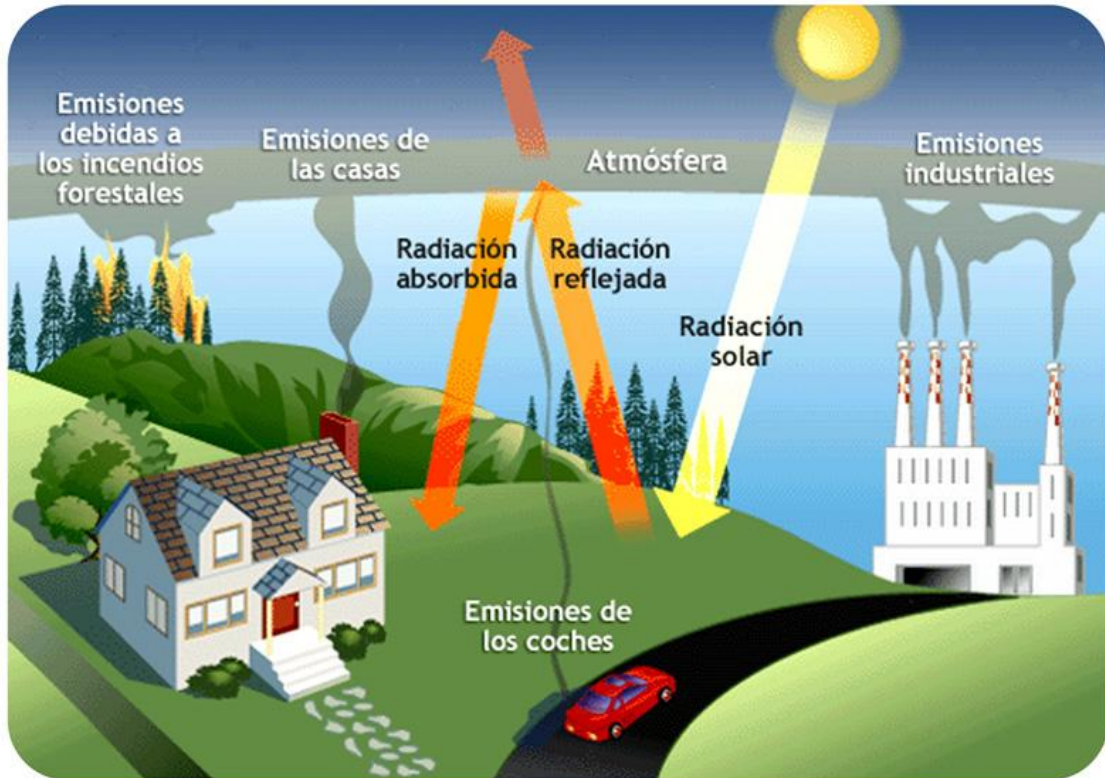


Ilustración 2. Efecto invernadero. (Fuente: Helptoherth)

Todos estos factores han generado una creciente preocupación a nivel mundial por el cambio climático y al agotamiento de los recursos naturales, y como respuesta se están desarrollando planes de choque para reducir las emisiones de estos gases de efecto invernadero así como se apuesta cada vez más por las energías renovables. No obstante aun tenemos gran dependencia de las energías fósiles (Petróleo, Carbón y Gas Natural) tanto a nivel doméstico, industrial como en transporte.

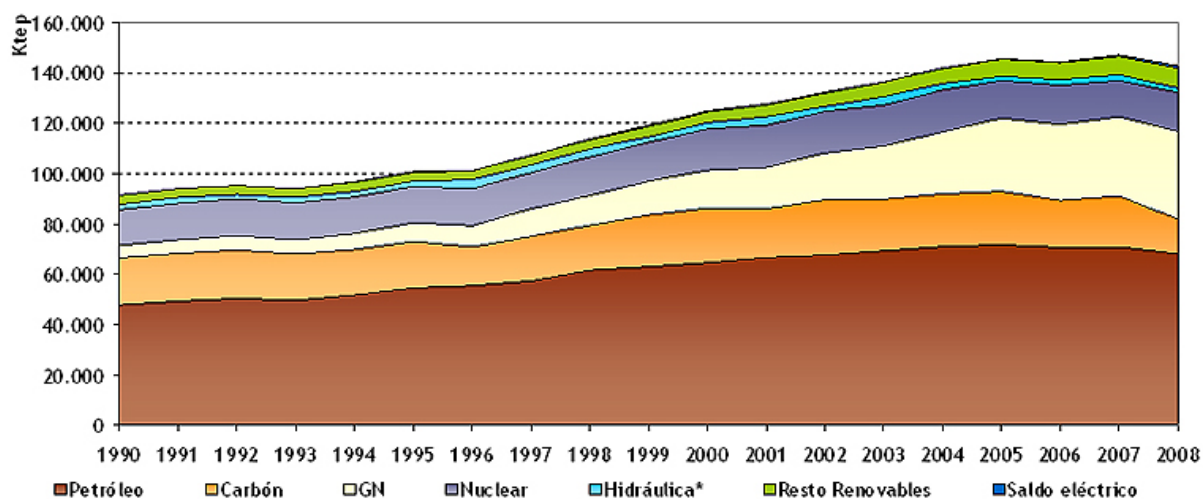


Ilustración 3. Evolución de consumo de energía primaria por fuentes en España. (Fuente: IDAE)

Es previsible que con carácter global se sufra un aumento considerable de emisiones de gases de efecto invernadero, dado a que existen países en vías de desarrollo que demandan una cantidad ingente de energía, y solo con la buena gestión de estos recursos así como de las emisiones nocivas al medioambiente, nos permitirá la conservación de nuestros ecosistemas, es por todo esto que debe haber un compromiso por parte de todos para la conservación de nuestro planeta, así como un uso racional de la energía.

Este compromiso empieza por la apuesta en las energías renovables, que son aquellas que provienen de una fuente natural cuyo potencial es inagotable y que a continuación se enumeran:

- **Energía Hidráulica:** Es la energía que se obtiene a partir del agua de los ríos. Por medio de presas, que contienen turbinas hidráulicas y transforman la fuerza del agua en energía eléctrica.
- **Energía Solar:** Es la que nos llega en forma de radiación electromagnética procedente del Sol. Existen dos formas de radiación solar:

- Radiación Directa: Es la que aporta la incidencia directa de los rayos del sol, generalmente es la utilizada para absorber la energía en los colectores y células fotovoltaicas.
- Radiación Difusa: Es la radiación solar absorbida por el aire y el polvo atmosférico, los colectores y las células fotovoltaicas la aprovechan en cierta medida.

El aprovechamiento de esta energía se realiza de dos maneras:

- Vía Térmica: Transforma la energía del Sol en energía calorífica, mediante unos colectores planos formados por un circuito con un fluido que lo transmite en forma de calor a los sistemas de calefacción y ACS.
- Vía Fotovoltaica: transforma la energía del Sol en energía eléctrica, mediante unas células fotovoltaicas.
- **Energía Eólica:** Es la energía producida por el viento. Por medio de aerogeneradores, se transforma la energía cinética del viento en energía eléctrica.
- **Energía Biomasa:** Es la energía que se puede obtener de los compuestos orgánicos formados en procesos naturales. Se obtiene mediante determinados cultivos vegetales, aprovechando residuos agrícolas, domésticos y transformando ciertas especies vegetales en combustible (bioetanol).

Energías renovables en desarrollo que aún no son realmente eficientes para su aplicación.

- **Geotérmica:** Energía almacenada en forma de calor bajo la superficie terrestre, que se obtiene a través de yacimientos de alta temperatura (superiores a los 100–150°C).
- **Energías del mar:** Energía que engloba el aprovechamiento energético de mares y océanos. Según se genere por las olas se denomina undimotriz, o maremotriz si proviene de las mareas.

- **Energía nuclear:** Se considera energía renovable cuando usa el hidrogeno en lugar del uranio en el proceso de fisión nuclear.

### 1.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

---

La preocupante situación en la que nos encontramos y en respuesta a ella, desde la década de los 70, los científicos toman consciencia del impacto sobre la naturaleza, señalando la pérdida de la biodiversidad, y a partir de ahí se decide intentar mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, por ello se formalizan una serie de reuniones y tratados que a continuación se citan:

- Informe de Brundland. Informe “our common future”, presentado en la 42<sup>a</sup> sesión de la ONU (1987): “El desarrollo es sostenible cuando satisface las necesidades de la presente generación sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para que satisfagan sus propias necesidades”.
- Cumbre de la Tierra, Rio de Janeiro (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (CMNUCC)
- Protocolo de Kyoto (1997): acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global. Entró en vigor en 2005.
- Conferencias de la ONU sobre el cambio climático, anuales.
- Conferencia de Copenhague(2009): acuerdo no vinculante (sin plazos ni objetivos definidos cuantitativamente)

A través de estas conferencias, cumbres y protocolos, lo que se pretende es concienciar de la importancia y repercusión que tienen



estas emisiones sobre la naturaleza y buscar un compromiso por parte de los países más desarrollados para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, no obstante no se toman medidas concretas, sino que se deja libertad a los propios países que las tomen dentro del compromiso de esa reducción de emisiones.

### 1.2.1 Evolución histórica de la energía en España

En España la tasa de dependencia energética es del 76,4%, frente al 54% de la media europea, es decir 22 puntos por encima de esta media (según datos de Eurostat). Para analizar la eficiencia energética en España y su evolución frente a la UE, se suele utilizar el indicador de la intensidad energética (IE), calculada como el cociente entre el consumo energético y el Producto Interior Bruto (PIB). Esta dependencia se mantuvo constante desde 1990 a 2005, a día de hoy se aprecia una bajada en esta dependencia, pero aún así apenas generamos un tercio de lo que consumimos.

Para reducir el consumo de energía se han implantado planes de acción sobre los sectores en España que más energía consumen, como son el sector del transporte, industrial, agrícola y edificación.

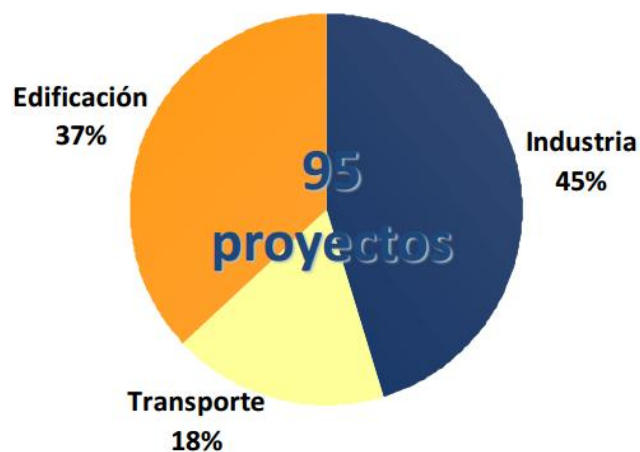


Ilustración 4. Distribución sectorial de consumo y planes de acción en España (Fuente: IDAE)

Con estos planes de acción se pretende que en 2020 el ahorro energético sea de un 20% con respecto a los datos obtenidos en 2011.

Como ya se ha mencionado los planes de acción afectan a todos los sectores, pero el que realmente nos ocupa es el de la edificación, donde se hace especial hincapié a la envolvente edificatoria, instalaciones térmicas y de iluminación en edificios de nueva construcción, así como la necesidad de adaptar los ya existentes. Es aquí donde se puede observar con claridad la importancia que tiene un buen aislamiento así como el buen cálculo de instalaciones.

El consumo de energía final en los edificios del sector Doméstico se distribuye por usos de la siguiente forma:

- Calefacción (47%)
- Agua caliente sanitaria (27,4%)
- Equipamiento (20,6%)
- Iluminación (3,9%)
- Aire acondicionado (1,1%)

El aire acondicionado, dada su estacionalidad, no representa a día de hoy un porcentaje de consumo importante, aunque también dependerá de la zona climática donde se encuentre, sin embargo hay que destacar que las instalaciones térmicas de la vivienda (calefacción y agua caliente sanitaria) representan casi tres cuartas partes del consumo energético del sector.

### 1.3 MARCO NORMATIVO

---

Para entender mejor la normativa actual, debemos hacer una pequeña reseña a la evolución histórica que ésta ha sufrido en España en cuanto a eficiencia energética en la edificación. Aquí se intenta hacer una breve

descripción de esta normativa junto a los cambios y exigencias sufridos por las mismas, así como mostrar la reglamentación actual.

### 1.3.1 Reseña histórica y evolución de la normativa

---

- 1979: *NBE-CT79*. Es la primera normativa en España que exige un mínimo de aislamiento en los edificios. Solo trata el tema del aislamiento, dejando de lado temas como por ejemplo la inercia térmica entre otras. Está inspirada en otras normativas europeas.
- 1980: *RICCA*. (Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y ACS). Primera Normativa de regulación de las instalaciones térmicas de los edificios. Define las condiciones que deben cumplir las instalaciones que consumen energía con fines térmicos no industriales para conseguir un uso racional de la misma, teniendo en cuenta la calidad y seguridad de las mismas y la protección del medio ambiente.
- 1993: *Directiva SAVE 76/93*. Primera Directiva Europea que propuso la certificación energética de viviendas como medida de información al usuario y promoción de viviendas eficientes.
- 1998: *RITE* (Reglamento Instalaciones Térmicas de Edificios). El texto recogido en el Real Decreto 1751/1998 deroga a RICCA.
- 1998: nace el primer software *Calener*, basado en la Directiva SAVE 76/93.
- 2002: *Directiva 2002/91/CE*, DEEE (Directiva de Eficiencia Energética en Edificios). Esta Directiva tiene como objetivo fomentar la eficiencia energética en los edificios de la Comunidad teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como los requisitos ambientales interiores y la relación coste-eficacia.

Esta Directiva establece requisitos en relación a:

- El marco general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada en los edificios.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios nuevos.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de grandes edificios existentes que sean objeto de reformas importantes.
- La certificación energética de edificios.
- La inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado de edificios y, además, la evaluación del estado de la instalación de calefacción con calderas de más de 15 años.

La adaptación de la normativa española a estos requisitos se ha alcanzado por medio de tres sistemas:

1. El establecimiento del Código Técnico de la Edificación, el que incluye unas exigencias básicas de ahorro de energía en los edificios (DB HE).
  2. El desarrollo de un sistema de Certificación Energética de los edificios.
  3. La revisión del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, para establecer una metodología para la inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado.
- 2007: **Real Decreto 47/2007**. (Certificación Energética de los edificios). Este Real Decreto, establece el formato de la etiqueta que expresa la eficiencia energética de los edificios, y el procedimiento para su obtención.

Se trata de una normativa que obliga desde el 1 de noviembre de 2007, a certificar la eficiencia energética de los edificios de nueva planta y grandes reformas. A partir de este momento es obligatorio poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un Certificado de Eficiencia Energética. En este certificado, y mediante una etiqueta de eficiencia energética, se

asigna a cada edificio una Clase Energética de eficiencia, que variará desde la clase A, para los energéticamente más eficientes, a la clase G, para los menos eficientes.

Por otro lado, el RD 47/2007 establece el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

### 1.3.2 Normativa actual

---

A partir de 2006 con la implantación del CTE, en su DB-HE se establecen criterios mínimos ineludibles en cuanto a eficiencia energética se refiere, también se actualiza el RITE así como surgen nuevas directivas al respecto.

- 2006: **CTE**. (Código Técnico de la edificación). Surge como instrumento para fijar exigencias básicas de calidad en la edificación. Se divide en dos partes. En la primera se establecen las disposiciones de carácter general y las exigencias que deben cumplir los edificios. La segunda consta de una serie de Documentos Básicos, cuya aplicación garantiza el cumplimiento de las exigencias básicas, en lo referente al ahorro energético quedan reflejadas en su artículo 15 y cito textualmente:
  1. El objetivo del requisito básico “Ahorro de energía” consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
  2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan

las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

3. El Documento Básico “DB HE Ahorro de energía” especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

Este Documento Básico establece cinco exigencias básicas:

- **Exigencia básica HE 1:** Limitación de demanda energética.  
Fija los mínimos normativos en cuanto a aislamiento, protección solar de los huecos, prevención de condensaciones y estanqueidad de ventanas.
- **Exigencia básica HE 2:** Rendimiento de las instalaciones térmicas. Queda desarrollado en el RITE.
- **Exigencia básica HE 3:** Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.  
Promueve el aprovechamiento de la luz natural, exigiendo factores de eficiencia energética en las instalaciones de iluminación artificial. Propone un plan de mantenimiento para las luminarias.
- **Exigencia básica HE 4:** Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.  
Exige un porcentaje de aportación de agua caliente de origen solar dependiendo de la zona climática en la que se encuentre, el uso al que está destinado el edificio y el tipo de combustible que lo constituya.
- **Exigencia básica HE 5:** Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.  
Exige según el uso del edificio incorporar una instalación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos.

- 2006: nace el primer software *LIDER*. (Limitación de la Demanda Energética), creado para satisfacer los requisitos del CTE. Permite analizar los efectos del aislamiento, la inercia térmica y la radiación incidente en los huecos del edificio, verificando el cumplimiento de dichos requisitos mínimos.
- 2007: *Real Decreto 1027/2007 RITE*. (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios). El nuevo RITE deroga al anterior de 1998. Con este reglamento se incluyen y refuerzan aspectos de la eficiencia energética de las instalaciones, así como la inspección y mantenimiento de calderas y sistemas de aire acondicionado.

Las mayores exigencias en eficiencia energética que establece el RITE, y se concretan en:

- Mayor rendimiento energético en los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos.
  - Mejor aislamiento en los equipos y conducciones de los fluidos térmicos.
  - Mejor regulación y control para mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados.
  - Utilización de energías renovables disponibles, en especial la energía solar y la biomasa.
  - Incorporación de subsistemas de recuperación de energía y el aprovechamiento de energías residuales.
  - Sistemas obligatorios de contabilización de consumos en el caso de instalaciones colectivas.
  - Desaparición gradual de combustibles sólidos más contaminantes.
  - Desaparición gradual de equipos generadores menos eficientes.
- 2010: *Directiva 2010/31/UE*. (relativa a la eficiencia energética de los edificios). Tiene como objeto fomentar la eficiencia energética de los edificios sitios en la Unión Europea, teniendo en cuenta las

condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como las exigencias ambientales interiores y la rentabilidad en términos coste-eficacia.

La presente Directiva establece requisitos en relación con:

- El marco común general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada de los edificios o de unidades del edificio.
  - La aplicación de requisitos mínimos a la eficiencia energética de:
    - o Los edificios nuevos o de nuevas unidades del edificio.
    - o Edificios y unidades y elementos de edificios existentes que sean objeto de reformas importantes.
    - o Elementos de construcción que formen parte de la envolvente del edificio.
    - o Instalaciones técnicas de los edificios cuando se instalen, sustituyan o mejoren.
  - Los planes nacionales destinados a aumentar el número de edificios de consumo de energía casi nulo.
  - La certificación energética de los edificios o de unidades del edificio.
  - La inspección periódica de las instalaciones de calefacción y aire acondicionado de edificios.
  - Los sistemas de control independiente de los certificados de eficiencia energética y de los informes de inspección.
- 2013: **Real Decreto 235/2013**. (Procedimiento básico certificación eficiencia energética de edificios), España se adapta a la nueva directiva europea 2010/31/UE, y deroga el Real Decreto anterior 47/2007.

Este Real Decreto establece que a partir del 1 de junio de 2013, cuando se construyan, vendan o alquilen edificios o unidades de éstos, el certificado de eficiencia energética o una copia de éste se deberá mostrar al comprador o nuevo arrendatario potencial y se entregará al comprador o nuevo arrendatario.



El promotor o propietario del edificio o de parte del mismo, ya sea de nueva construcción o existente, será el responsable de encargar la realización de la certificación de eficiencia energética del edificio, o de su parte, en los casos que venga obligado por este real decreto. También será responsable de conservar la correspondiente documentación. Deberá presentarlo, en su caso, al órgano competente de la Comunidad Autónoma en materia de certificación energética de edificios, para el registro de estas certificaciones en su ámbito territorial, y guardar copia en el Libro del edificio, en caso de ser éste de aplicación, o custodiarlo en su poder.

Este Procedimiento básico será de aplicación a:

- Edificios de nueva construcción.
- Edificios o partes de edificios existentes que se vendan o alquilen a un nuevo arrendatario, siempre que no dispongan de un certificado en vigor.
- Edificios o partes de edificios en los que una autoridad pública ocupe una superficie útil total superior a 250 m<sup>2</sup> y que sean frecuentados habitualmente por el público.
- El certificado tendrá una validez de 10 años.

Además, este certificado contendrá:

- Datos de identificación del edificio y del técnico certificador indicación del procedimiento reconocido utilizado.
- Referencia de normativa de eficiencia energética vigente en el momento de su construcción.
- Descripción de las características energéticas del edificio.
- Etiqueta de eficiencia energética.
- Descripción de las pruebas y comprobaciones llevadas a cabo.
- Cumplimiento de los requisitos medioambientales exigidos a las instalaciones térmicas.

### 1.4 OBJETIVOS

---

La finalidad de este PFG es realizar un estudio exhaustivo de la demanda energética de una vivienda unifamiliar aislada, así como proponer mejoras para reducir esa demanda, para ello estudiaremos:

- Orientación del edificio.
- Cerramientos.
- Sistemas activos.

Tras haber realizado este estudio se podrá cuantificar esa demanda energética, y así proponer mejoras en aquellos puntos donde se sufran más pérdidas. Paralelo a estas mejoras, se estudiará el valor presupuestario de las mismas para ver la rentabilidad de la inversión y observar el periodo de amortización si lo hubiera.

### 1.5 CONCEPTOS BÁSICOS

---

Para el mejor entendimiento de lo desarrollado en este Proyecto, debemos conocer conceptos básicos que utilizaremos más adelante.

- **conductividad térmica** es la característica intrínseca de un material que indica su comportamiento frente a la transmisión de calor (W/mk). Se define como:

$$\lambda = \frac{\Phi * e}{S * \Delta T}$$

Siendo:

$\Phi$  = Cantidad de calor que atraviesa el material

e = espesor

S = Superficie

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura entre sus caras

- **Resistencia Térmica** de un material cuantifica la dificultad que ofrece al paso del calor por el mismo ( $m^2 \cdot K / W$ ).

Se obtiene:

$$R_t = \frac{e}{\lambda}$$

Siendo:

e= espesor

$\lambda$  = Conductividad Térmica

- **Transmitancia térmica**, indica la cantidad de calor que atraviesa un elemento constructivo homogéneo de superficie unitaria cuando la diferencia de temperatura entre sus caras es también unitaria ( $W/m^2 \cdot K$ ).
- **Puente térmico** se denomina a una zona donde se transmite más fácilmente el calor con respecto a la envolvente térmica del edificio, en esta zona se produce una disminución de la resistencia térmica respecto al elemento. Se da normalmente por penetraciones de un elemento constructivo respecto a otro, cambio de espesor o material del cerramiento, etc.

Como conceptos básicos, también destacar:

**Presión de Vapor** es la presión parcial que ejerce el vapor de agua contenida en el aire.

**Presión de Saturación**, es la presión parcial ejercida por la máxima proporción de vapor de agua que puede existir en el aire húmedo,

**Temperatura de rocío** es la temperatura a la cual el vapor de agua condensa si se enfría el aire sin cambiar la presión ni el grado de humedad. Si la condensación se produce en la superficie interior del cerramiento se la llama condensación superficial y si ocurre dentro del mismo se la denomina condensación intersticial.



# DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA





## 2 DESCRIPCIÓN VIVIENDA

### 2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

#### 2.1.1 Emplazamiento y situación

La vivienda objeto de estudio está situada en la parcela 199 del polígono 138 (paraje La hoya) en Jumilla (Murcia).



Ilustración 5. Emplazamiento y situación de la parcela. (Google maps)

La parcela presenta una planta de forma irregular, con una superficie total de 4835 m<sup>2</sup>. La orografía de la parcela es regular y plana, se encuentra dentro de un nuevo plan urbanístico de la localidad jumillana pendiente de realizar para dar cobertura a los servicios de alcantarillado, agua potable, pavimentación y alumbrado público, aunque si cuenta con suministro de energía eléctrica.

## DESCRIPCIÓN VIVIENDA

---

La vivienda tiene una superficie construida total de 182,45 m<sup>2</sup>, ocupando el 3,77% de la superficie de la parcela, la forma del edificio se desprende de la intersección de dos rectángulos dispuestos a 150°, y la orientación de la fachada principal se orienta al Sur-Oeste. La parcela también cuenta con piscina, pista de pádel y zona destinada a cultivo.



Ilustración 6. Situación vivienda en la parcela (Google maps)



### 2.1.2 Descripción general del edificio

Se trata de una vivienda unifamiliar aislada, que se desarrolla en una planta principal a cota 0m y dos medias alturas situadas en la misma vertical una sobre la otra, estando la inferior parcialmente enterrada a cota -1.70m y la superior desarrollándose a cota +0.80m. La planta principal contiene el distribuidor, cocina, aseo, salón comedor, y lavadero. La media altura superior contiene el dormitorio principal, dos dormitorios simples, dos baños y un despacho, mientras la media altura inferior se destina a almacén y cuarto de calderas.



Las superficies útiles y construidas por estancias de la vivienda son las siguientes:

## DESCRIPCIÓN VIVIENDA

Superficies totales		
Superficies	Útiles (m <sup>2</sup> )	Construidos(m <sup>2</sup> )
Entreplanta inferior	62,32	72,24
Planta principal	78,33	89,66
Entreplanta superior	62,29	71,81
<b>Total</b>	<b>202,94</b>	<b>233,71</b>

Tabla 1. Resumen superficies totales.

Entreplanta inferior		
Superficies	Útiles (m <sup>2</sup> )	Construidos(m <sup>2</sup> )
Almacén	51,45	59,68
Cuarto de calderas	10,87	12,56
<b>Total</b>	<b>62,32</b>	<b>72,24</b>

Tabla 2. Superficies útiles y construidas entreplanta inferior.

Planta principal		
Superficies	Útiles (m <sup>2</sup> )	Construidos(m <sup>2</sup> )
Distribuidor	13,34	15,98
Cocina	12,89	15,15
Aseo	2,62	3,14
Salón comedor	34,9	38,94
Lavadero	14,58	16,4
<b>Total</b>	<b>78,33</b>	<b>89,66</b>

Tabla 3. Superficies útiles y construidas planta principal.

Entreplanta superior		
Superficies	Útiles (m <sup>2</sup> )	Construidos(m <sup>2</sup> )
Dormitorio principal	14,76	17,31
Dormitorio 1	9,45	11,24
Dormitorio 2	9,93	11,45
Baño 1	5,22	6,05
Baño 2	9,88	11,36
Despacho	4,46	5,03
Pasillo	8,59	9,37
<b>Total</b>	<b>62,29</b>	<b>71,81</b>

Tabla 4. Superficies útiles y construidas entreplanta superior.

La vivienda se construyó en 2002 y fue proyectada por el arquitecto José María Morcillo Villar y como arquitecto técnico Francisco Canicio Sánchez.

## 2.2 MEMORIA CONSTRUCTIVA

---

Se hace una síntesis de la memoria constructiva del proyecto con los capítulos más importantes a tener en cuenta para el cálculo de demanda energética.

### 2.2.1 Sistema estructural

---

- **Cimentación:** se desarrolla mediante zapatas aisladas aproximadamente de 1x1x0.60 m bajo pilares y con zapata corrida del mismo espesor bajo muros de contención, las zapatas se atarán en dos direcciones mediante vigas de atado.
- **Estructura:** está resuelta con pórticos de hormigón armado sobre los que apoyan forjados unidireccionales de viguetas semirresistentes de hormigón pretensado, aligerados con bovedillas de hormigón, de canto total 25+4 cm. Las escaleras se resuelven con losas inclinadas de hormigón armado de 15 cm de canto, incluso peldañado de hormigón.

### 2.2.2 Sistema envolvente

---

- **Cubierta:** se trata de una cubierta inclinada a cuatro aguas compuesta por una fábrica de tabiques palomeros, realizada con ladrillo cerámico doble de 24x12x7 cm, tablero de bardos de

70x25x3.5 cm, capa de compresión de 2cm de espesor, mortero de agarre y teja cerámica curva. Entre los tabiques se ha colocado una manta de lana mineral de 4cm de espesor.

- **Cerramientos:** constituidos por dos hojas, la exterior de ladrillo hueco triple de 10 cm, revestido de piedra natural de 1,5cm de espesor, aislamiento de lana mineral de 4cm de espesor, cámara de aire sin ventilar de 5cm y la hoja interior de ladrillo doble de 7cm revestido interiormente con un enlucido de yeso de aproximadamente 1,5cm.
- **Muros bajo rasante:** muros de hormigón armado de 30cm de espesor e impermeabilización exterior mediante lámina bituminosa, con enfoscado interior de cemento.
- **Carpintería exterior:** las ventanas son abatibles de aluminio lacado con rotura del puente térmico y el acristalamiento es de tipo Climalit 4+6+4, el oscurecimiento se realizara por medio de persianas de PVC.  
La puerta de acceso es blindada, con acabado de madera de dimensiones 1.10x2.30m.

### 2.2.3 Sistema de compartimentación

---

- **Particiones verticales:** se componen de una hoja de ladrillo cerámico hueco doble de 7cm, con diferentes acabados, los baños y la cocina están alicatados con gres hasta el falso techo en el resto de la vivienda las particiones están guarnecidas y enlucidas con yeso de 1,5 cm de espesor.
- **Particiones horizontales:** los forjados son unidireccionales y tienen un canto de 30cm de espesor. Los suelos se realizan con

pavimento de gres de 1ª calidad, de dimensiones 30 x 30cm sobre una capa de mortero de cemento de aproximadamente 2cm de espesor. Los falsos techos están realizados con placas de escayola.

- **Carpintería interior:** las puertas de paso interior son de madera maciza de roble, de dimensiones y forma indicada en la memoria de carpintería, colocadas sobre premarco de pino.

#### **2.2.4 Sistemas de acondicionamiento e instalaciones**

---

- **Instalación de climatización:** según nuestro proyecto inicial, dadas dimensiones de nuestra vivienda se ha optado por un sistema centralizado por conductos para toda la vivienda.
- **Instalación calefacción y ACS:** en este caso se opta por una caldera mixta convencional, que utiliza como combustible gasóleo de 24 KW y un rendimiento del 85%, que servirá también de apoyo a la producción de A.C.S. por captación solar.



# ANÁLISIS ENERGÉTICO ESTADO ACTUAL







## 3 ANÁLISIS ENERGÉTICO ESTADO ACTUAL

---

### 3.1 INTRODUCCIÓN

---

Para comenzar con el estudio energético, es necesario conocer los condicionantes del consumo, que son la demanda energética y el rendimiento de los sistemas, y viene dado por:

$$C = \frac{D}{\lambda}$$

Donde:

C= Consumo energético

D=Demanda energética

$\mu$ = Rendimiento medio

Para reducir el consumo es necesario disminuir la demanda y/o aumentar los rendimientos de los sistemas.

Los factores de los que depende la demanda energética se pueden englobar en tres bloques:

- Clima
- Envolvente
- Uso

Ya que el clima es una variable que no depende de nosotros, y el uso está fijado, el único factor en el que podemos intervenir es la envolvente, que será sobre la que trabajaremos para disminuir la demanda energética.

Por ello el CTE DB HE1, establece las condiciones mínimas de esta envolvente según la zona climática en la que se encuentre para limitar la demanda energética. Para esta zonificación climática se ha establecido

una escala dependiendo de su severidad climática en invierno, con letras que van de la A a la E y la severidad climática en verano, con números de 1 a 4. El HE1 también establece dos procedimientos de verificación, y son los siguientes:

- **Opción simplificada:** basada en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica. La comprobación se realiza a través de la comparación de los valores obtenidos en el cálculo con los valores límite permitidos. Esta opción podrá aplicarse a obras de edificación de nueva construcción que cumplan los requisitos especificados en el apartado 3.2.1.2 del DB-HE1.
- **Opción general:** está basada en la evaluación de la demanda energética de los edificios mediante la comparación de esta con la correspondiente a un edificio de referencia que define la propia opción. Esta opción podrá aplicarse a todos los edificios que cumplan con los requisitos especificados en 3.3.1.2.

Para el cálculo de la demanda energética de nuestro edificio y aún cumpliendo con los requisitos especificados en la opción simplificada, nos hemos decantado por la opción general a través del programa informático LIDER (limitación de la demanda energética).

### 3.2 ANALISIS CLIMATOLÓGICO

---

La localidad de Jumilla (Murcia) donde se ubica la vivienda, se encuentra a 600 m sobre el nivel del mar y tiene las siguientes características climatológicas:

Mes	TMED (° C)	TMAXABS (° C)	TMINABS (° C)	HRMED (%)	HSOL (h)	PREC (mm)	VVMED (m/s)
Enero	8,22	21,1	-3,66	67,13	225	9,2	1,21
Febrero	5,88	23,08	-6,84	48,84	231	2,3	1,78
Marzo	10,62	24,22	0,08	58,82	288	58,3	1,27
Abril	14,56	27,84	4,51	51,78	327	28,6	1,8
Mayo	19,86	34,97	4,44	45,64	363	0,8	1,66
Junio	25,41	40,4	11,65	41,72	360	4,9	1,67
Julio	25,57	39,19	13,38	49,69	368	0	1,62
Agosto	27,6	43,47	16,34	48,58	359	4,7	1,41
Septiembre	21,53	35,25	10,74	56,3	280	38	1,25
Octubre	16,82	32,78	1,2	66,92	251	47,8	1,04
Noviembre	11,99	26,04	1,74	75,96	178	60,2	1,14
Diciembre	8,79	21,71	-2,72	67,69	223	1,7	1,02
Año 2012	16,44	43,47	-6,84	56,63	3.453,00	256,5	1,4

Tabla 5. Información climatológica anual de Jumilla (agrometeorología R. Murcia)

Siendo:

- TMED            Temperatura media
- TMAXABS      Temperatura máxima absoluta
- TMINABS      Temperatura mínima absoluta
- HRMED        Humedad relativa media
- HSOL          Horas de sol
- PREC          Precipitaciones
- VVMED        Velocidad de viento medio

Como se observa en la tabla de datos anterior, la climatología de Jumilla es bastante extrema en cuanto a variaciones de temperatura de invierno y verano, con una temperatura media anual de 16,4°C, indicando que predominan días fríos, que en los meses de invierno pueden llegar a mínimas de -7°C, no obstante en verano también se alcanzan temperaturas muy elevadas, superando incluso los 40°C. También se aprecia la gran variabilidad en cuanto a máximas y mínimas en el mismo mes, llegando a diferencias de hasta 30°C, es un clima seco, con pocas precipitaciones y donde el viento es moderado. En cuanto a horas de sol, vemos la gran cantidad de insolación que recibe la localidad, 3453 horas frente a la media española de 2400.

### 3.3 LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA POR LA OPCIÓN GENERAL.

---

#### 3.3.1 Descripción de la aplicación informática LIDER

---

La aplicación LIDER es el programa informático de cálculo de la opción general de verificación de la exigencia de Limitación de demanda energética (HE1). Los objetivos del programa son las siguientes:

- Verificar si los cerramientos del edificio objeto cumplen con las transmitancias máximas.
- Verificar si las carpinterías de huecos cumplen las exigencias de permeabilidad al aire.
- Determinar la demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio objeto y del edificio de referencia a partir de los parámetros de definición geométrica, constructiva y operacional, y con los datos climáticos representativos de la localidad en cuestión.
- En caso de que el edificio objeto sea conforme con la reglamentación producir un informe impreso con la información del denominado documento administrativo.

Para la determinación de la demanda de calefacción y refrigeración tiene en cuenta:

- Una metodología basada en el cálculo horario del comportamiento térmico teniendo en cuenta los efectos de masa térmica y el acoplamiento entre diversas zonas del edificio.
- Las solicitaciones exteriores de radiación solar en las diferentes orientaciones e inclinaciones de los cerramientos de la envolvente.

- Las sombras producidas sobre los huecos por obstáculos de fachada tales como voladizos, retranqueos, salientes laterales etc.
- Ganancias y pérdidas por conducción a través de cerramientos opacos y acristalados.
- Transmisión de la radiación solar a través de las superficies transparentes.
- El efecto de persianas y cortinas exteriores a través de coeficientes correctores del factor solar y de la Transmitancia del hueco.
- Infiltraciones a partir de la permeabilidad de las ventanas.
- La ventilación en términos renovaciones/hora para las diferentes zonas.
- El efecto de las fuentes internas, diferenciando sus fracciones radiantes y de convección y teniendo en cuenta variaciones horarias de la intensidad de las mismas para cada zona térmica del edificio.
- El acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio que se encuentren a diferente nivel térmico.

### 3.3.2 Sistemática utilización LIDER

---

- Análisis del edificio y recopilación de la información necesaria para la ejecución de la aplicación.
  - Selección de la zona climática a la que pertenece el edificio, de acuerdo con el párrafo 3.1.1 del CTE-HE1.
  - Partiendo de los planos del edificio y del proyecto, realizar las simplificaciones y divisiones pertinentes en plantas y espacios para su introducción en el programa. Si posteriormente se va a

realizar la certificación energética del edificio, la división en espacios debe ser coherente con la definición posterior de los sistemas de climatización.

- Clasificación de los espacios del edificio de acuerdo con el apartado 3.1.2 del CTE-HE1 y con el apartado espacios del presente manual.
  - Recopilación de todas las propiedades higrotérmicas de todos los materiales y productos de construcción que conforman los cerramientos, huecos y particiones interiores, así como la información relativa a los puentes térmicos del edificio.
- Creamos el proyecto. En él indicamos la localidad, orientación y los datos destacados.

La orientación del edificio se define indicando el ángulo que forma el eje Y del edificio con el norte en sentido anti horario.

- Pasamos a la siguiente ventana, “BD” (Base de Datos)  
Importamos a la base de datos del edificio los materiales y productos. Una vez cargados todos los materiales que vamos a utilizar en nuestro edificio, creamos los cerramientos.

Una vez creados, vamos insertando las diferentes capas de la composición del cerramiento. Para ello seleccionamos del desplegable el material que corresponda y se le indica el espesor.

Para crear los huecos se procede del mismo modo.

- En el formulario Opciones, existen dos ventanas, la ventana espacio de trabajo, donde se indican las opciones de la “interface” del programa y la pestaña construcción donde se asigna la composición constructiva por defecto a los distintos cerramientos y particiones del edificio, incluyendo los puentes térmicos.
- Definición de la geometría 3D del edificio. El proceso de definición geométrica se realizara sucesivamente planta por planta y de abajo a arriba repitiendo los siguientes pasos:

- Cargar el archivo de la planta a la cota correspondiente.
  - Crear la planta especificando su cota, y su relación con las plantas anteriores.
  - Definir los espacios.
  - Modificar las condiciones de espacios cuyas características sean diferentes a las definidas por defecto.
  - Definir las particiones horizontales y/o suelos.
  - Levantar automáticamente los cerramientos y particiones interiores verticales y si alguno de ellos no fuera un cerramiento en contacto con el aire exterior o se tratara de un muro Trombe, editar y modificar el tipo de muro en la visualización de la geometría.
  - Definir los huecos de los cerramientos.
  - Definir las cubiertas planas o inclinadas
- En el caso de que existan obstáculos que generen sombras sobre él se introducen mediante la orden Crear sombra. Si existen elementos de sombra del propio edificio hay que definirlos como elementos singulares.
  - El programa verificara el cumplimiento de la sección HE-1 del Código Técnico de la Edificación, calculando automáticamente las magnitudes empleadas.

Finalizado el cálculo, el programa mostrara una pantalla con los resultados. Si el proyecto incumple alguno de los requisitos mínimos, mostrara una pantalla en la que se aparezcan los incumplimientos detectados.

En el caso que se cumplan todos los requisitos mínimos, LIDER mostrara el porcentaje de demanda de calefacción y refrigeración necesario respecto al edificio de referencia.

Una vez efectuados los cálculos y obtenido el resultado de cumplimiento, se puede generar un informe en pdf que podrá adjuntarse al proyecto de ejecución como justificación del cumplimiento

del DB HE 1. Si no cumple los requisitos mínimos exigidos por el CTE, LIDER no genera el informe, por lo tanto se tendrán que modificar los elementos que no cumplan para proceder al siguiente paso.

En este informe aparece:

- La descripción general del edificio y los espacios en que se ha subdividido.
- Las características técnicas de los materiales y productos utilizados.
- La descripción constructiva de cerramientos (materiales y espesores) y su caracterización térmica.
- La descripción de los huecos (vidrios, marcos y estanqueidad) y sus características térmicas.
- Los valores de la transmitancia térmica lineal y factor de temperatura de los puentes térmicos.
- Los resultados de comparación de la demanda y el cumplimiento de proyecto.

Posteriormente, para calificar el edificio exportamos el programa a Calener VyP.

### 3.3.3 Aplicación de LIDER al proyecto

---

Se procede a la introducción de de los datos de la localidad donde se asienta nuestro edificio, Jumilla se ubica a aproximadamente 600 metros por encima del nivel del mar, pertenece a la provincia de Murcia, cuya capital está a 25 metros por encima del nivel del mar, por lo que la diferencia de altura es de 575 metros. Mediante la tabla D1 anexo D del DB HE1, obtenemos la **zona climática C1**.

La orientación del edificio es de 75°. Las condiciones higrométricas son de clase 3 por tratarse de uso vivienda. El número de renovaciones de



aire por metro cuadrado exigido es de 0.7 renovaciones/hora. Este dato se obtiene de la tabla 2.1 del CTE DB HS3.

Una vez introducidos estos parámetros iniciales, en la pestaña “BD” se genera una base de datos con los elementos constructivos de la envolvente, como son los muros de fachada, forjados, cubierta y carpinterías exteriores. Por constituir una única zona a acondicionar, y los equipos centralizados, no se ha visto conveniente realizar las particiones interiores, así como se ha simplificado la composición de la vivienda para agilizar la introducción de datos y los cálculos de la misma en cuanto al programa se refiere.

En esta misma pestaña se han seleccionado la tipología de puentes térmicos, que depende directamente con la posición del aislamiento que contiene cada cerramiento.

Tras haber introducido todos los datos anteriormente descritos, se pasa al levantamiento 3D del edificio, asignando la posición de cada unos de los cerramientos así como la de huecos, todo ello ligado a los parámetros anteriormente introducidos.

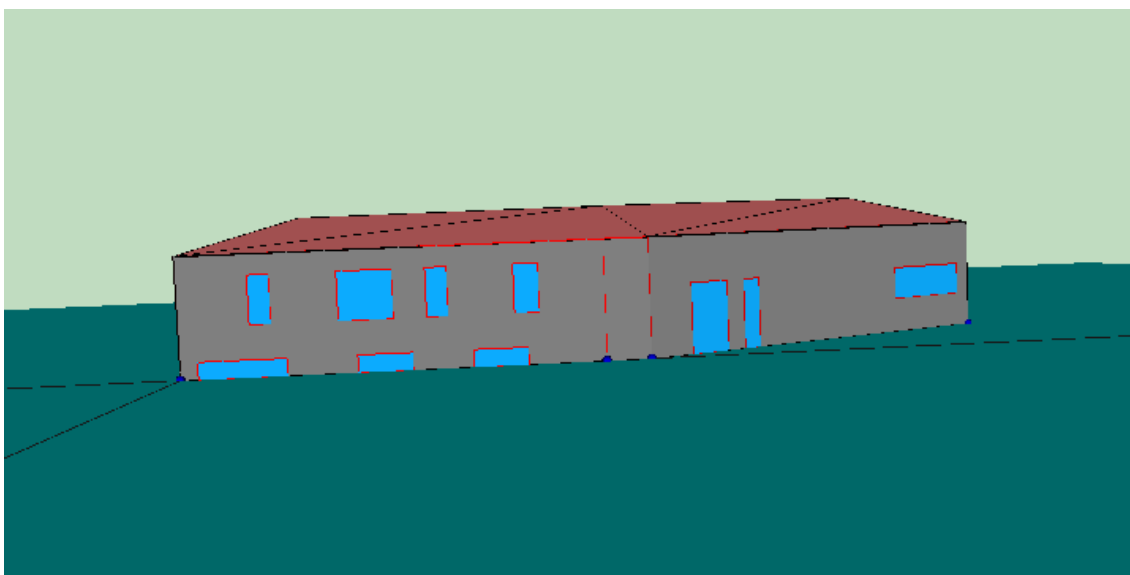


Ilustración 7. 3D del edificio levantado en LIDER

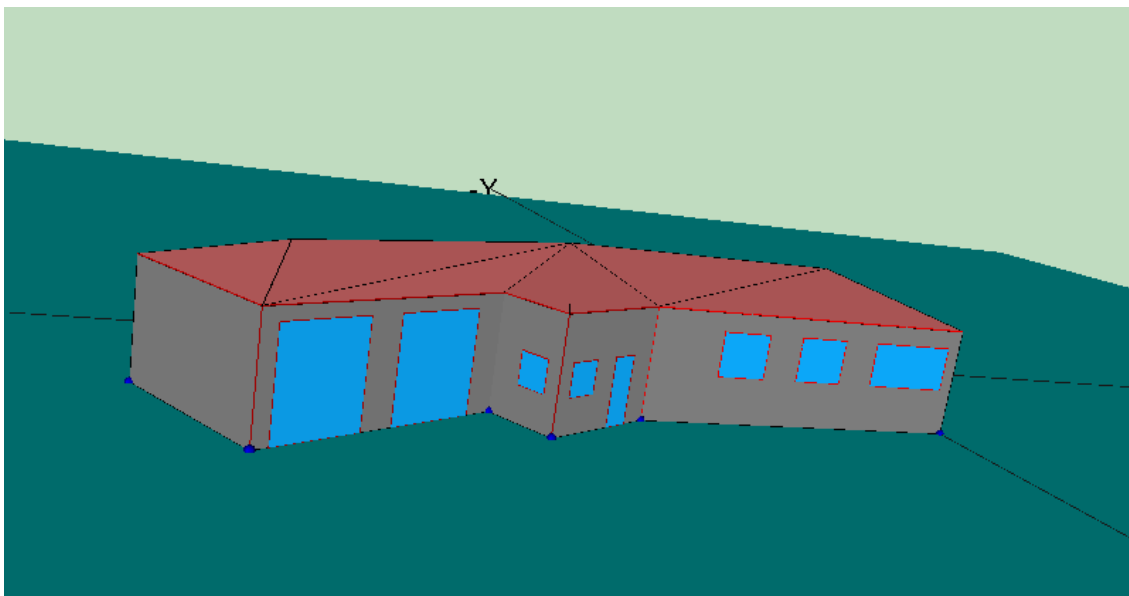


Ilustración 8. 3D del edificio levantado con LIDER

Una vez que tenemos todo dibujado, y con la tipología constructiva y huecos asignados, procedemos a calcular. Primero se ha realizado un cálculo con la opción “Continuar cálculos aunque no se cumplan los requisitos mínimos” desmarcada, para poder comprobar si el edificio cumple con las exigencias del DB HE y luego se ha realizado otro cálculo con la opción activada, para poder comprobar el porcentaje de demanda en calefacción y refrigeración del edificio objeto de este proyecto respecto al edificio de referencia.

Los datos obtenidos con la casilla desmarcada han sido los siguientes:

Elemento	U OBTENIDA	REQUERIMIENTOS MÍNIMOS
Cubierta	$U = 0.77\text{W/m}^2\text{K}$	$0.53\text{W/m}^2\text{K}$
Muros de fachada	$U = 1.95\text{W/m}^2\text{K}$	$0.95\text{W/m}^2\text{K}$
Suelo	$U = 0.77\text{W/m}^2\text{K}$	$0.65\text{W/m}^2\text{K}$

Tabla 6. Datos iniciales obtenidos en LIDER

Tras haber identificado los problemas de la vivienda, pasamos a obtener el porcentaje de calefacción/refrigeración necesario respecto al edificio de referencia, y si cumple con la demanda mínima, para ello se debe marcar la casilla “Continuar cálculos aunque no se cumplan los requisitos mínimos”.

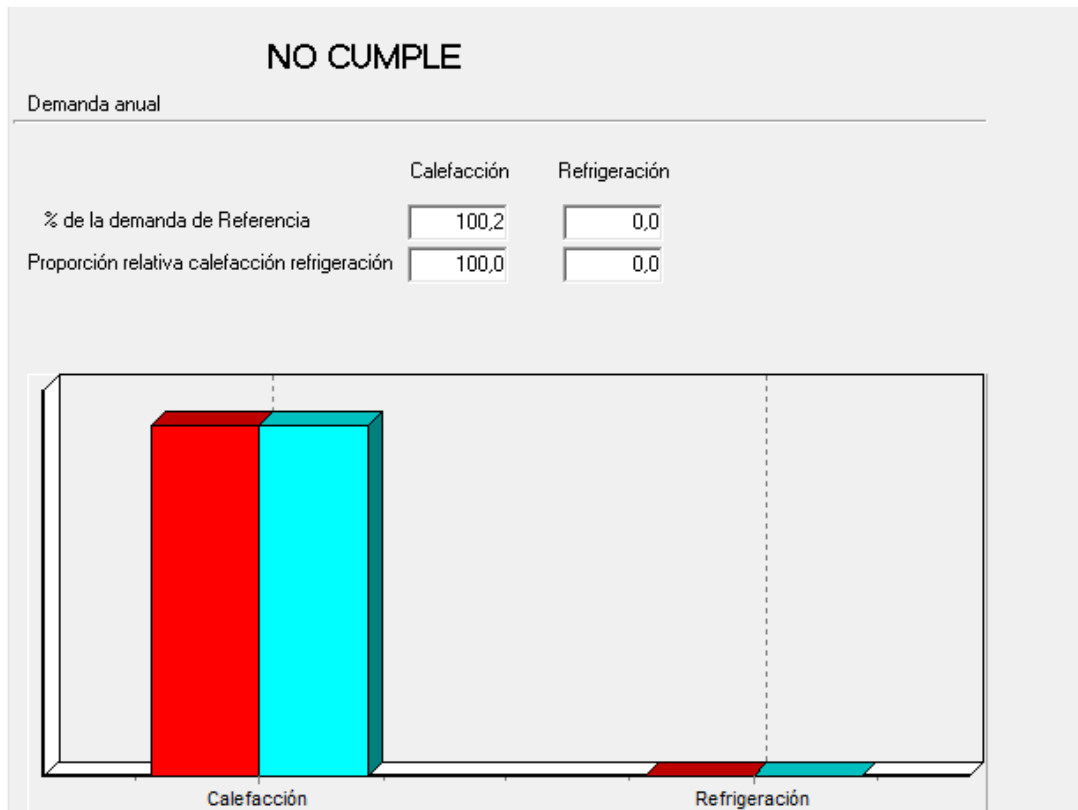


Ilustración 9. Gráfico demanda energética LIDER

Las barras de color rojo corresponden al edificio objeto de estudio, y el azul al edificio de referencia. En este caso, la demanda de calefacción es un 100,2% de la demanda de calefacción del edificio de referencia. Se observa que el edificio no requiere de refrigeración.

Como se puede observar en la gráfica anterior, en cuanto a demanda, nuestro edificio solo se encuentra un 0,02% por encima del edificio referencia, no obstante se observa que en cuanto a cerramientos, cubiertas y aislante de solera sobre el terreno no cumple la Transmitancia, ya que ésta se encuentra muy por debajo de los mínimos requeridos según la zona climática en la que se encuentra.

Tras la aplicación de la herramienta informática LIDER, pasaremos a Calener para obtener la calificación del edificio preexistente.

## 3.4 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA MEDIANTE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA CALENER

---

### 3.4.1 Generalidades de la aplicación

---

El programa CALENER VyP (Vivienda y Pequeño edificio terciario) es una de las herramientas informáticas y legislativas que daba cuerpo al método general de la Certificación Energética según el *RD 47/2007*, y ahora al nuevo *RD 235/2013*. Con esta aplicación podemos calificar todos los edificios de viviendas y aquellos edificios de sector terciario, cuyas instalaciones térmicas y agua caliente sanitaria se pueden simular con alguno de los modelos que el programa trae adscritos, y siempre y cuando se pueda simular su demanda bajo el programa LIDER.

Los servicios que simula el programa son Iluminación en edificios terciarios, consumo de agua caliente sanitaria y climatización (refrigeración y/o calefacción)

La calificación de eficiencia energética que se le asigna al edificio se basa en las emisiones totales de  $\text{kg CO}_2/\text{m}^2$  producidas por los servicios anteriormente descritos previstas en un año.

### 3.4.2 Certificación en edificios residenciales

---

La calificación de eficiencia energética asignada al edificio será la correspondiente al índice de calificación de eficiencia energética obtenido por el mismo, dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente).

En el caso de edificios residenciales solo llega hasta la E.

El índice de calificación de eficiencia energética  $C_1$  del edificio se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$C_1 = \frac{\left(\frac{I_0}{I_r} * R\right) - 1}{2 * (R - 1)} + 0,6$$

Donde:

- I<sub>0</sub> Emisiones de CO<sub>2</sub> del edificio objeto calculadas de acuerdo al programa CALENER VyP y limitadas a los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.
- I<sub>r</sub> Corresponde al valor medio de emisiones de CO<sub>2</sub> de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria de los edificios nuevos de viviendas que cumplen estrictamente con los apartados HE1, HE2, HE3 y HE4 de la sección HE del Código Técnico de la Edificación.
- R Es el ratio entre el valor de I<sub>r</sub> y el valor de emisiones de CO<sub>2</sub> de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, correspondiente al percentil del 10 % de los edificios nuevos de viviendas que cumplen estrictamente con los apartados HE1, HE2 HE3 y HE4 de la sección HE del CTE.

Según el índice obtenido se le asigna la correspondiente calificación:

- Categoría A  $C_1 < 0,15$
- Categoría B  $0,15 \leq C_1 < 0,5$
- Categoría C  $0,5 \leq C_1 < 1$
- Categoría D  $1 \leq C_1 < 1,75$
- Categoría E  $1,75 < C_1$

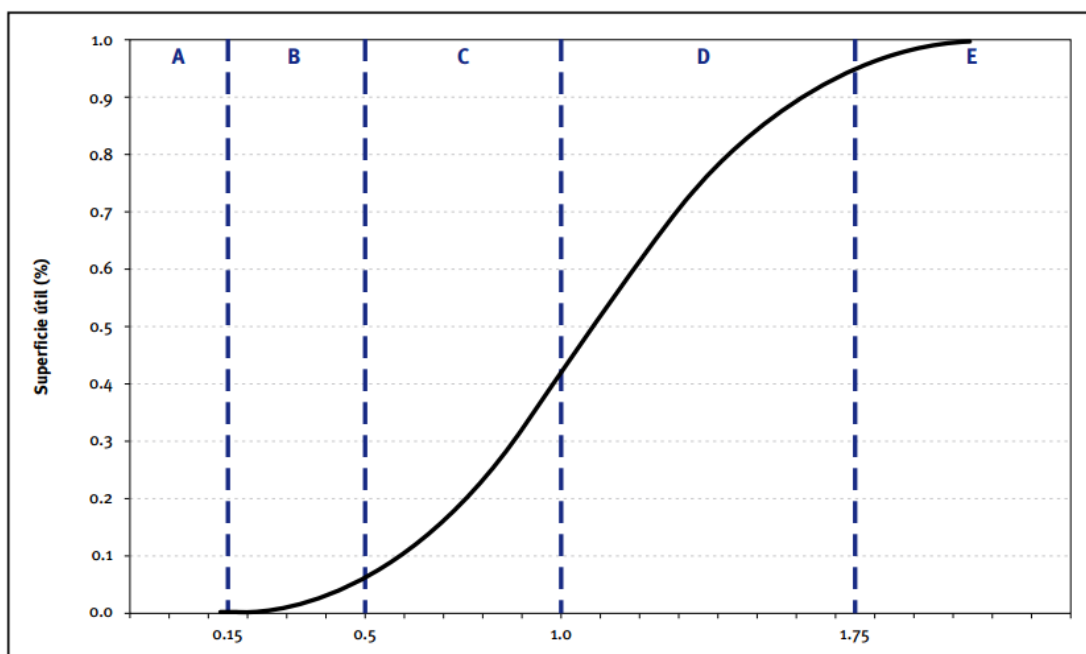


Ilustración 10. Clases de energía a partir del índice de calificación (IDAE)

### 3.4.3 Sistemática de utilización de Calener

Los pasos a seguir para la calificación energética de un edificio son los siguientes:

- Estudiar el sistema de acondicionamiento instalado en el edificio, decidiendo la combinación de elementos del programa (sistemas, equipos, unidades terminales, factores de corrección) que serán necesarios para modelarlo. Han de considerarse los sistemas de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS).
- Recopilar la información relativa al dimensionado (potencias y rendimientos nominales, caudales, temperaturas de impulsión, rendimientos a carga parcial, etc. ) requeridos por los elementos del programa.
- Cargar en el programa el archivo de definición geométrica y constructiva obtenido con LIDER.

- Definir la demanda de ACS.
- Definir los equipos y/o unidades terminales requeridos. Eventualmente importar los existentes en la base de datos del programa, y si es necesario, modificar sus propiedades.
- Definir los sistemas (incluyendo el de ACS), asociando los equipos y unidades terminales a los espacios acondicionados del edificio.
- Calcular la calificación. Los resultados se muestran en la escala oficial, incluyendo los indicadores de emisiones de CO<sub>2</sub> por cada metro cuadrado habitable del edificio objeto y del edificio de referencia. Se indican los límites entre las diferentes clases de energía.

En la parte inferior del formulario se muestran las calificaciones parciales de los sistemas de calefacción, refrigeración y ACS de ambos edificios, expresando los resultados tanto en KWh/m<sup>2</sup> como en KWh/año.

Se indican asimismo, en la parte central del formulario, las demandas de calefacción y refrigeración, en kWh/m<sup>2</sup> y en KWh/año, tanto para el edificio objeto y el de referencia.

En resultados, se indican las demandas de calefacción y refrigeración, los consumos de energía primaria y final para las instalaciones de calefacción, refrigeración, ACS y totales, y las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas a las instalaciones de calefacción, refrigeración, ACS y totales.

- Obtener el informe emitido por el programa. Una vez obtenidos los resultados es posible producir un informe en un archivo en formato pdf, pulsando el botón "pdf". El informe incluye la definición geométrica y constructiva del edificio (igual que la del programa LIDER), la definición del sistema del edificio objeto y la escala oficial mostrando la calificación obtenida por el edificio.

### 3.4.4 Aplicación de Calener al proyecto

---

En primer lugar se van introduciendo los datos recopilados de la memoria en cuanto a equipos se refiere, en este caso se trata de un sistema mixto de calefacción y ACS por medio de una caldera convencional de gasóleo. El sistema de calefacción será por radiadores.

Para poder definir el sistema, Calener te exige tener una demanda de ACS, el programa te facilita una demanda por defecto en función de los metros cuadrados y uso especificados en LIDER, no obstante se puede modificar en función de nuestras necesidades o estimaciones previas o calcular a partir del CTE DB HE4 tabla 3.1. donde se atribuyen unos litros de agua caliente sanitaria por persona, que multiplicados por las personas que habitan la vivienda y dividido por los metros cuadrados totales, obtenemos los l/m<sup>2</sup> día necesarios para introducirlos en Calener.

En el cálculo realizado a partir de la tabla citada anteriormente, se obtiene una cantidad inferior a la que Calener facilita por defecto, por lo que mantenemos la de 0,90 l/m<sup>2</sup> día que el programa nos facilita.

Dado a que en LIDER para simplificar el cálculo del edificio solo se creó un espacio, a la hora de introducir las unidades terminales sólo generará una, pero esta unidad tendrá la capacidad nominal equivalente a la suma de todas las necesarias para calefactar la vivienda, por lo que no influye en los resultados obtenidos. Estas unidades terminales son radiadores abastecidos por una caldera.

En el caso del edificio objeto de este proyecto, se han estimado las potencias en 100W/m<sup>2</sup>, por lo que se obtiene una potencia total de 18,2 KW.

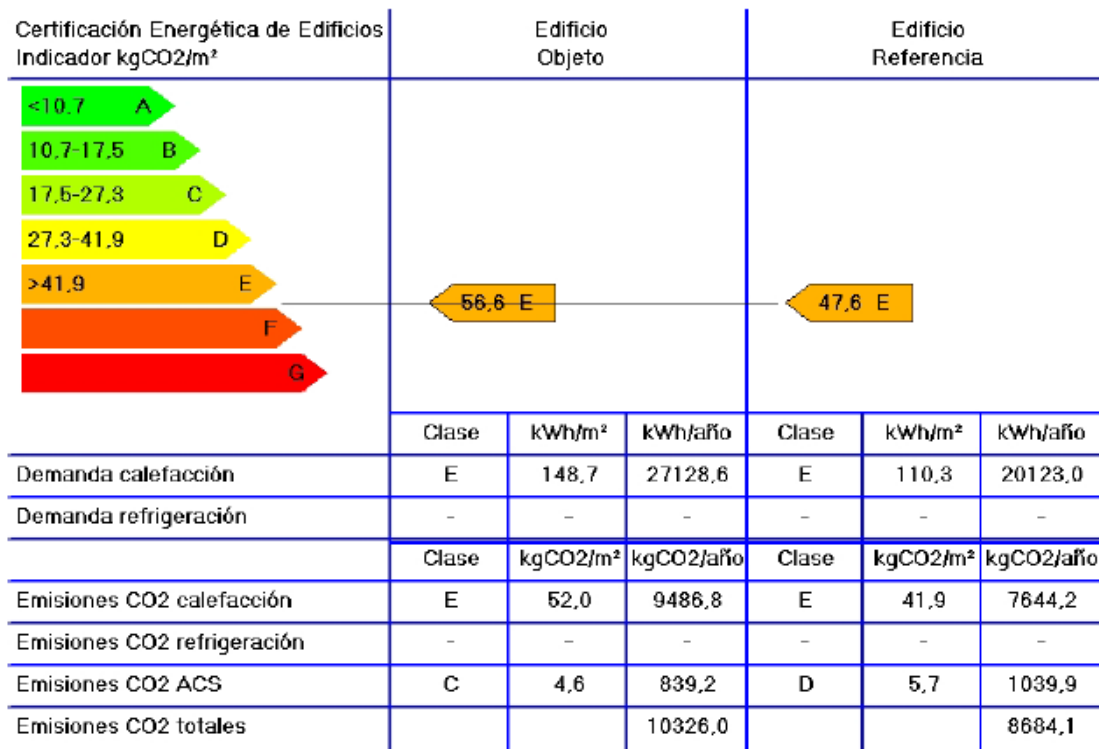
El siguiente paso es introducir los equipos que darán suministro de calefacción, agua caliente sanitaria y climatización, este último de menos importancia por estar en una zona donde no es necesaria.



En este caso es una caldera convencional, que utiliza como combustible gasóleo. Su Capacidad nominal es de 24 KW, y el rendimiento del 85%.

Por último se define el sistema, uniendo cada unidad terminal con cada espacio, con el equipo y con la demanda ACS.

El resultado obtenido sería el siguiente:



Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	197,1	35954,4	170,0	31007,8
Consumo energía primaria (kWh)	213,0	38866,7	191,7	34981,5
Emisiones CO2 (kgCO2)	56,6	10326,0	47,6	8684,1

Ilustración 11. Calificación inicial obtenida en Calener.

Se obtiene una calificación E, con unas emisiones de 10326 kg de CO<sub>2</sub> al año. Esta calificación es la mínima posible para un edificio de viviendas.

Como se observa en la tabla de resultados, la demanda de calefacción del edificio es la que obtiene la calificación E, también se observa que en el apartado de refrigeración no aparece nada, esto se debe a que como anteriormente ya hemos mencionado, la zona climática donde se ubica la vivienda no precisa de refrigeración.

En cuanto a emisiones, observamos que la mayor parte se deben a la calefacción, emitiendo  $52 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ , frente a las emisiones de ACS que son de  $4,6 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$  y obtienen una calificación C superior a la obtenida del edificio de referencia que es D.

Calener también nos muestra los resultados de la demanda final, consumo de energía final, consumo de energía primaria y emisiones. El resultado es el que se muestra a continuación:

Demandas	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Calefacción	148,7	27128,6	110,3	20123,0
Refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0

Consumos Energía Final	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Calefacción	181,2	33049,0	147,4	26887,8
Refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0
ACS	15,9	2905,4	22,6	4120,0
Total	197,1	35954,4	170,0	31007,8

Consumos Energía Primaria	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Calefacción	195,8	35725,9	170,9	31182,1
Refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0
ACS	17,2	3140,7	20,8	3799,4
Total	213,0	38866,7	191,7	34981,5

Emisiones	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Calefacción	52,0	9486,8	41,9	7644,2
Refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0
ACS	4,6	839,2	5,7	1039,9
Total	56,6	10326,0	47,6	8684,1

Ilustración 12. Resultados Calener

En estos datos se observa que la demanda en calefacción es 7005 KW/h año superior a la del edificio referencia, respecto al consumo de energía, también se aprecia que necesita 35954,4 KW/h año, que corresponden a 38866,7 KW/h año de energía primaria. En cuanto a emisiones se refiere, la vivienda emite 10326 KgCO<sub>2</sub>/año, este dato se ve penalizado en gran medida por el tipo de caldera instalada.



# PROPUESTAS DE MEJORAS





## 4 PROPUESTAS DE MEJORAS

---

### 4.1 INTRODUCCIÓN

---

Como se ha podido ver en el capítulo anterior, la vivienda presenta serias deficiencias en cuanto a envolvente térmica se refiere, tanto en fachadas, cubiertas, solera en contacto con el terreno, así como en ventanas, es de sentido común proponer mejoras a estos aspectos antes de intentar mejorar el consumo de la vivienda con la introducción de sistemas de acondicionamiento más eficientes.

Dentro del apartado “objetivos” del presente proyecto, se enumeraban los puntos a estudiar para la mejora energética de la vivienda objeto, en el primer punto se cita la orientación. Observando dicha orientación, cabe destacar que no se ha sido muy cuidadoso, ya que las fachadas de más superficie han sido orientadas a Noreste y Suroeste, cuando la mejor orientación sería Norte-Sur y se disponía de parcela para poder situar la vivienda, esto implica que la radiación recibida por los muros y ventanas sea elevada, ya que también son los cerramientos que más superficie acristada disponen. No obstante la orientación no es algo que podamos cambiar ya que la vivienda ya está construida, pero sí en las propuestas de mejora de sistemas pasivos se intentará paliar esta deficiencia.

### 4.2 MEJORA DE LA ENVOLVENTE

---

En este apartado, el planteamiento inicial es mejorar la envolvente para que cumpla con los criterios del programa LIDER, para ello se debe modificar o mejorar los elementos que no cumplen con los criterios del CTE DB HE1, uno de los errores que devuelve el programa viene dado por la cubierta. Tras estudiar diferentes soluciones se opta por colocar en el intradós un falso techo de placas de cartón yeso de 2cm y que

contendrán en su interior lana mineral con un espesor de 4cm de conductividad de 0,050 W/mK.

Se ha optado por esta opción por ser rápida y económica, ya que no es necesario demoler ningún elemento preexistente para la colocación de este sistema.

Para la ejecución de este sistema, se colocaran bajo el forjado unas guías metálicas de 4cm de canto, suficiente para albergar el aislamiento, una vez se hayan dispuesto todas las guías se procederá a la colocación de las placas de cartón yeso, así como a la distribución de la lana mineral sobre estas. Para terminar se enmasillaran todas las juntas y se prepararan para su posterior pintado.

Tras introducir las mejoras en LIDER, obtenemos lo siguiente:

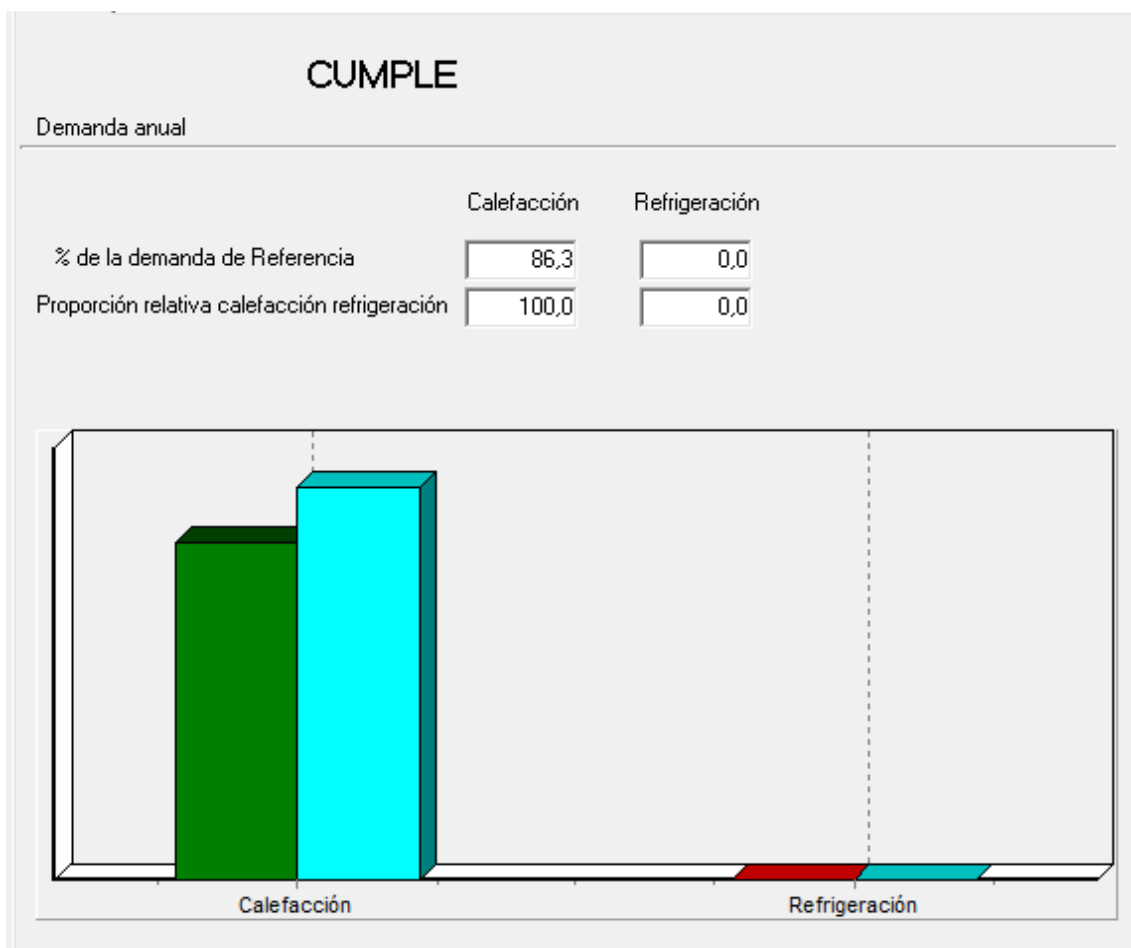


Ilustración 13. Gráfico demanda energética LIDER (mejora en cubierta)



Como se observa en la ilustración 13, con esta mejora ya cumpliríamos con los mínimos establecidos por el CTE DB HE1, y reducimos la demanda de calefacción de 100,2% a un 86,3% con respecto al edificio referencia, un 13,9% menos.

Para seguir mejorando el comportamiento de la envolvente se plantea el mismo sistema a base de un trasdosado de placas de cartón yeso en cuyo interior albergan lana mineral, aunque los cerramientos cumplan con los mínimos establecidos se procede a introducir los datos en el programa LIDER para verificar si existe una disminución considerable de la demanda, y los datos obtenidos son los siguientes:

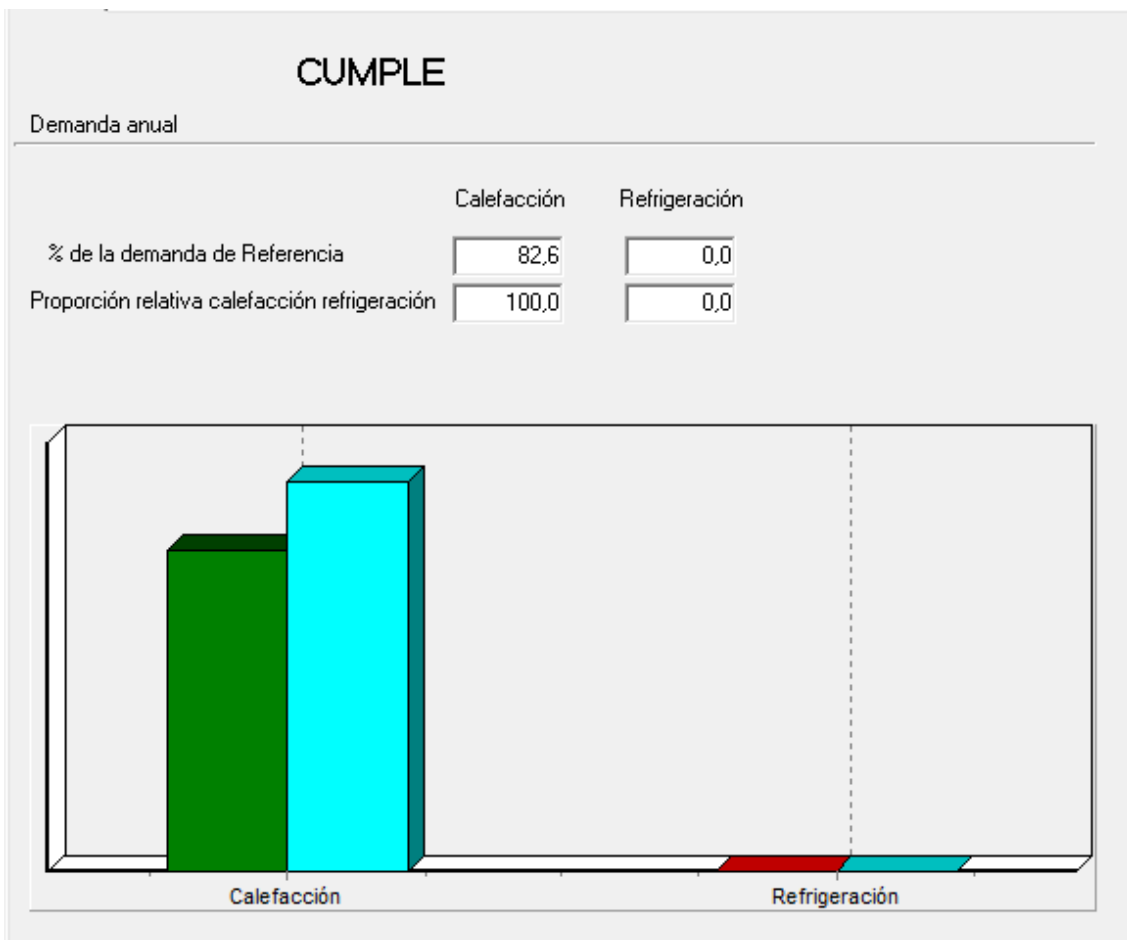


Ilustración 14. Gráfico demanda energética LIDER (mejora fachada)

Como se puede observar la disminución de la demanda es muy reducida, apenas un 3,7% con la obtenida con la mejora de la cubierta. Esta disminución no es significativa, y ya que sin la mejora de la fachada

cumple con los requisitos mínimos, se opta prescindir de la intervención.

Para concluir con las mejoras de la envolvente, comentar que se ha estudiado la posibilidad de sustituir la carpintería metálica así como la colocación de dispositivos de protección solar, estas propuestas han sido descartadas de antemano para proseguir con los cálculos, ya que no se obtienen mejoras cuantificables, esto se debe a que la localidad donde se ubica la vivienda se sitúa en la zona climática C1 y el programa informático LIDER no considera necesario sistemas de refrigeración, recordemos que esta nomenclatura "C1" expresa las severidades climáticas en invierno, con letras que van de la A a la E (Cuanto más cerca de E, el clima es más severo), y su severidad climática en verano, con números de 1 a 4 (Cuanto más cerca de 4, el clima es más severo), por lo que se presupone inviernos moderados y veranos suaves, no obstante en los datos obtenidos del estudio climático vemos que no es así exactamente y se observan fuertes variaciones de temperatura así como temperaturas máximas de hasta 43°C y mínimas de hasta -7°C por lo que si tendrá demanda de refrigeración y si sería conveniente colocar dispositivos de protección solar.

### 4.3 SISTEMAS ACTIVOS

---

En este apartado, se estudiará las posibles mejoras que se puedan producir en los sistemas activos que afectan al edificio objeto. Estos sistemas comprenden aquellos que de una manera directa afectan a la eficiencia energética como pueden ser el tipo de caldera usada para abastecer de agua caliente sanitaria y calefacción así como los equipos de refrigeración, este último lo descartaremos en nuestro estudio ya que como se ha mencionado repetidamente a lo largo de este proyecto, LIDER no contempla demanda de refrigeración por la zona climática en la que se ubica la vivienda.

La caldera con la que cuenta la vivienda es de gasóleo, como se ha visto anteriormente, es conveniente sustituir la caldera actual por una de mejores prestaciones. Se ha optado por una caldera de biomasa, ya que

dentro de las opciones existentes es la más rentable además de utilizar energía renovable.



Ilustración 15. Ciclo de la biomasa forestal ([jumanjisolar.com](http://jumanjisolar.com))

#### 4.3.1 Tipos de biocombustibles sólidos

---

Dentro de las opciones disponibles de calderas de biomasa, se opta por calderas de combustibles sólidos, y encontramos los siguientes tipos de combustibles:

- **Pellets:** son un biocombustible estandarizado a nivel internacional. Se conforman como pequeños cilindros procedentes de la compactación de serrines y virutas, provenientes de serrerías, de otras industrias, o se producen a partir de astillas y otras biomásas de diversos orígenes, como los agropéllets.
- **Astillas de madera:** son trozos pequeños de entre 5 y 100 mm de longitud cuya calidad depende fundamentalmente de la materia prima de la que proceden, su recogida y de la tecnología de astillado. Como ventaja tiene que, al ser un combustible que tiene un pretratamiento relativamente sencillo (astillado y, en su caso, secado), tienen un coste inferior a biomásas producidas industrialmente. Se pueden producir localmente y pueden ser un combustible de alta calidad para calderas de cualquier tamaño, aunque precisan de mayor espacio de almacenamiento que los pellets o el hueso de aceituna.
- **Residuos agroindustriales:** adecuados para su uso como combustible en calderas de biomasa son fundamentalmente los provenientes de las industrias de la producción de aceite de oliva y aceituna, de las alcoholeras y la uva, y de los frutos secos.
- **Leña y briquetas:** aunque su uso se da con menor frecuencia que el del resto de los biocombustible sólidos, existen también calderas modernas diseñadas para su uso con leña o briquetas. No obstante, su uso se reduce casi exclusivamente a calderas de viviendas unifamiliares y a geografías con alta disponibilidad de este tipo de biomasa.

	PCI		Humedad
	(kJ/kg)	(kWh/kg)	b.h. (%)
Pélets	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	< 15
Astillas	10.000 – 16.000	2,8 – 4,4	< 40
Hueso de aceituna	18.000 – 19.000	5,0 – 5,3	7 - 12
Cáscara de frutos secos	16.000 – 19.000	4,4 – 5,3	8 - 15
Leña	14.400 – 16.200	4,0 – 4,5	< 20
Briquetas	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	< 20

Ilustración 16. Tabla de propiedades combustibles sólidos (IDAE)

Observando la ilustración 16 se aprecia los poderes caloríficos de los distintos materiales, a pesar de los datos indicados en la tabla, hay que tener en cuenta que las prestaciones, el rendimiento y el adecuado funcionamiento de la caldera se deben principalmente a la calidad del combustible, por lo tanto los datos mostrados en la tabla son estimativos para ayudar a la elección del biocombustible más idóneo. Para el caso de esta vivienda, se opta por la opción de una Caldera de biomasa de Policombustible ya que son aquellas calderas que pueden consumir la mayoría de combustible siempre que esté triturado, esta opción es la más conveniente en este caso, ya que la zona presenta una gran variedad de recursos agrícolas, como son olivos, almendros así como también existe una industria de fabricación de pellets a tan solo 30Km. El sistema de almacenamiento no es un problema, ya que en la entreplanta inferior existe espacio suficiente para albergar tanto el sistema de caldera como el almacén de combustible, el suministro podrá ser a granel, siendo esta la forma más económica.

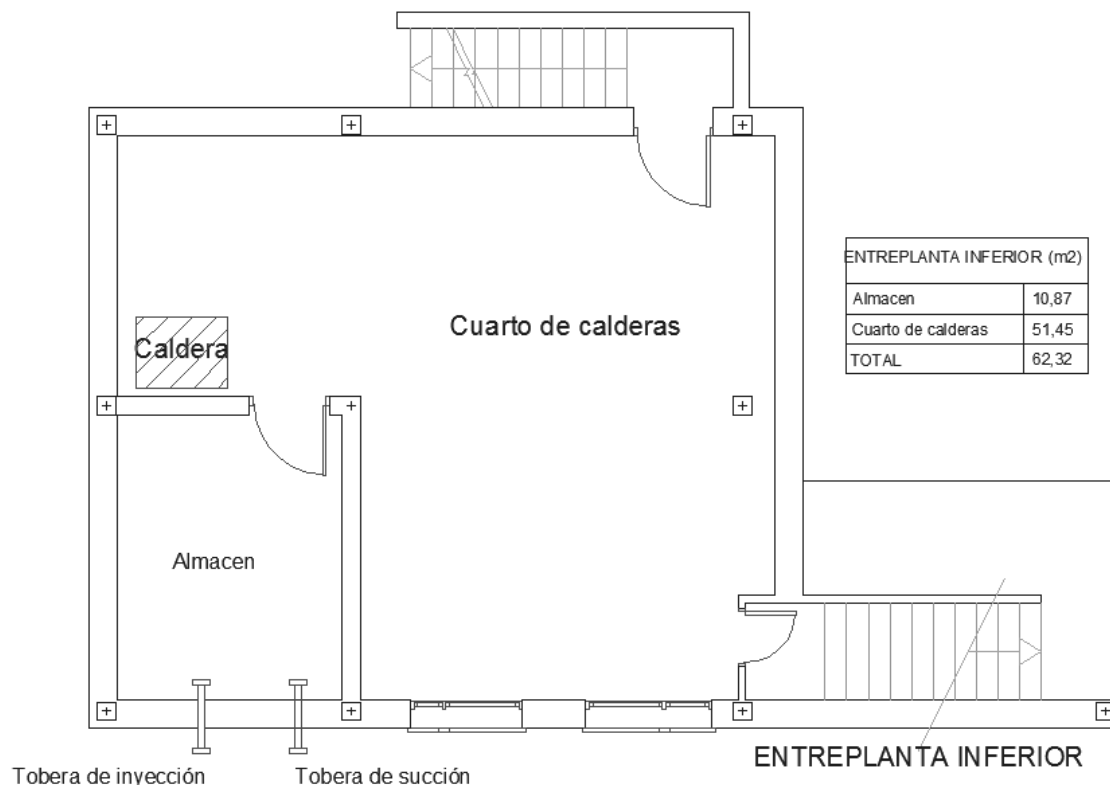


Ilustración 17. Disposición conjunto caldera en la vivienda.

### 4.3.2 Dimensionado estimativo almacén biocombustible

Según La guía técnica de “Instalaciones de biomasa térmica en edificios” de IDAE, se necesita un volumen de silo de 0,40 m<sup>3</sup> por KW de potencia instalada, para tener almacenado combustible para toda la temporada, es decir, solo se realizaría un suministro al año. Este volumen se podría reducir si aumentásemos el número de suministros, pero no se cree conveniente ya que la vivienda dispone de espacio suficiente en planta baja.

Haciendo un cálculo estimativo, se dimensiona la caldera para ACS y Calefacción, necesitamos una potencia aproximada de 25KW teniendo en cuenta un 85% de rendimiento de la caldera. Por lo tanto, necesitaríamos un volumen de silo de 10 m<sup>3</sup> para el abastecimiento durante un año. Si consideramos una altura de llenado de 2,10 m, obtenemos una planta de 4,76 m<sup>2</sup>, que sería una planta cuadrada de

aproximadamente 2,20 x 2,20 m. En la vivienda ya existe un recinto en la entreplanta inferior destinado a tal fin, por lo que se adaptará a las nuevas solicitudes.

#### 4.3.3 Requisitos mínimos del cuarto de calderas y almacén

---

El recinto donde se ubica la caldera y el almacén deben cumplir la normativa estatal contra incendios, CTE DB SI. Las paredes y el techo de ambos recintos tendrán una resistencia al fuego EI-90. Las puertas deben tener una resistencia al fuego EI2 45- C5.

**Cuarto de calderas:** deberá estar provisto de una solera de hormigón, sin recubrir o de baldosa, las irregularidades deben ser niveladas. Todos los materiales utilizados en el suelo, paredes y techo tienen que ser ignífugos, con una resistencia al fuego EI-90. Las puertas de la sala de calderas tienen que ser anti incendios (EI2 45- C5), abrir en la dirección de escape y deben cerrar automáticamente; la puerta de comunicación con el silo de combustible tiene que ser también anti incendios (EI2 45- C5) y tener cierre automático. Debe instalarse un sistema de iluminación fijo y una línea de alimentación eléctrica a la caldera; un interruptor de luz y el de parada de emergencia de la caldera debidamente señalizada, deben colocarse en el exterior de la sala de calderas, en un lugar fácilmente accesible junto a la puerta de la sala de calderas. Fuera de la sala de calderas y junto a la puerta de la misma, deberá estar disponible un extintor manual de 6kg de eficacia 21A -113B.

**Silo de almacenamiento de combustible:** Para este cuarto se rigen los mismos requisitos constructivos que para la sala de calderas. Al estar previsto el llenado con pellets mediante un camión neumático, las tuberías deberán estar conectadas a tierra y, en frente de las toberas de inyección, se colocara una pantalla de protección de impactos. El depósito deberá estar asilado herméticamente para evitar la entrada de polvo que pueda disminuir la calidad del combustible. Las paredes, las ventanas y las puertas tienen que resistir la sobrepresión que se genera durante el proceso de llenado.

Queda prohibida cualquier instalación eléctrica en el depósito de pellets por ser una posible fuente de ignición. Ambos recintos estarán separados físicamente mediante un tabique con resistencia al fuego mínima R-90. El pasamuros para el sistema transportador, entre el silo y la sala de calderas, debe protegerse de forma segura contra incendios.

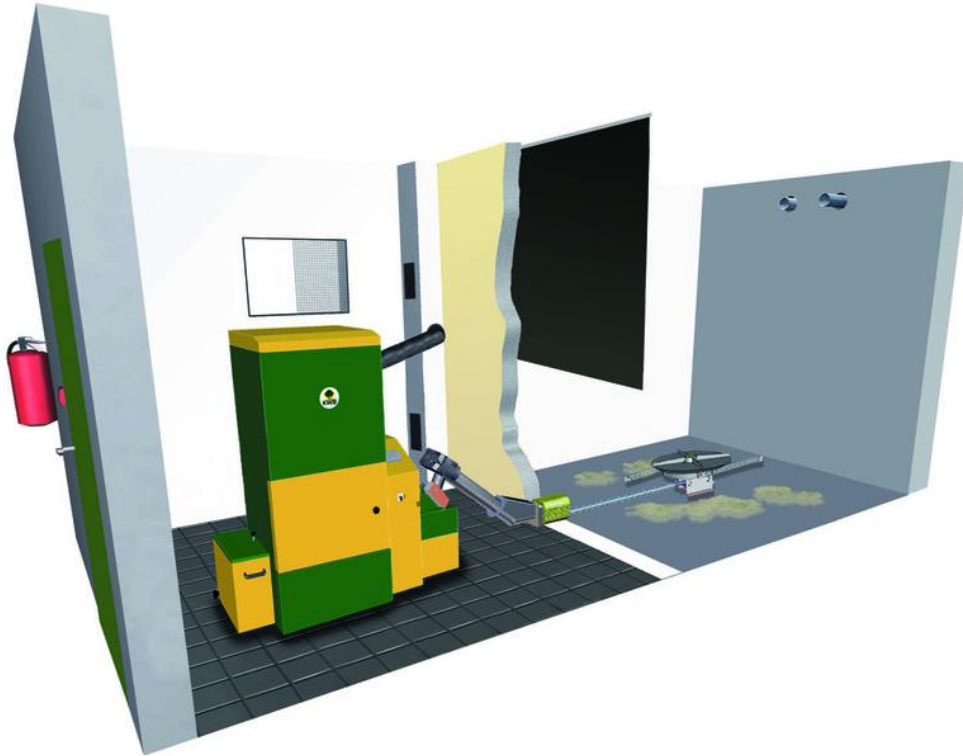


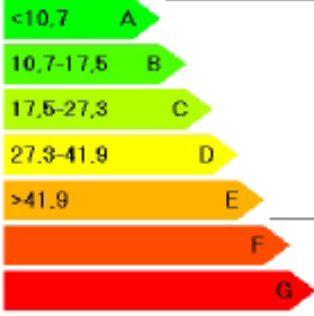
Ilustración 18. Esquema de montaje (Kwb.com)

### 4.4 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON MEJORAS

---

Tras mejorar la envolvente térmica y con ella la demanda energética de la vivienda, se pasa a introducir los datos de la caldera de biomasa con el fin de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y así obtener la nueva calificación energética, obteniendo los siguientes resultados:



Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
		0,0 A			47,6 E	
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	E	95,4	17404,6	E	110,3	20123,0
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	A	0,0	0,0	E	41,9	7644,2
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	0,0	0,0	D	5,7	1039,9
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			0,0			8684,1

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	167,3	30521,2	170,0	31007,8
Consumo energía primaria (kWh)	167,3	30521,2	191,7	34981,5
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	0,0	0,0	47,6	8684,1

Ilustración 19. Calificación final obtenida en Calener.

El resultado obtenido es muy satisfactorio, se ha pasado de la peor calificación posible a la mejor. Se puede observar que la demanda de calefacción consigue una calificación E, esto se debe a que cumplimos las exigencias de aislamiento térmico pero no conseguimos reducir la demanda cantidades significativas.

Respecto a la refrigeración, se vuelve a observar como no aparece ninguna calificación, como ya se ha mencionado se debe a la ubicación de la vivienda en zona climática C1.

Como se puede observar en la parte inferior de la tabla, las emisiones de calefacción y ACS son 0, esto se debe al tipo de caldera instalada, ya que como anteriormente se ha mencionado, el ciclo de vida de las plantas absorbe la cantidad de CO<sub>2</sub> que se emite cuando se quema, es decir que las plantas y los arboles al crecer captaron el CO<sub>2</sub> de la atmosfera y ahora al quemarse lo liberan produciéndose un balance 0.

Si comparamos estos resultados con los obtenidos en la anterior calificación, donde se obtenía una demanda de calefacción de 27.128,6 KWh/año, observamos que la demanda se ha reducido un 35%, mientras que en emisiones de CO<sub>2</sub> totales a la atmosfera, se han reducido de 10.326 kg/año a 0 kg/año. Respecto a la demanda energética de la vivienda. Se hubiese podido mejorar más, colocando mayores espesores de aislantes a las soluciones adoptadas, cambio de marcos y acristalamientos de mayor calidad, pero se ha optado simplemente por cumplir con los requisitos establecidos en el CTE DB HE1 a través de la herramienta informática LIDER, y tras dicho cumplimiento se ha propuesto mejorar las emisiones de CO<sub>2</sub> para obtener una mejor calificación energética.

En la siguiente imagen aparecen los resultados de Calener donde nos muestra los resultados de la demanda final, Consumo de energía final, Consumo de energía primaria y emisiones totales:

Demandas	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Calefacción	95,4	17404,6	110,3	20123,0
Refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0

Consumos Energía Final	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Calefacción	152,4	27809,5	147,4	26887,8
Refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0
ACS	14,9	2711,6	22,6	4120,0
Total	167,3	30521,2	170,0	31007,8

Consumos Energía Primaria	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Calefacción	152,4	27809,5	170,9	31182,1
Refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0
ACS	14,9	2711,6	20,8	3799,4
Total	167,3	30521,2	191,7	34981,5

Emisiones	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Calefacción	0,0	0,0	41,9	7644,2
Refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0
ACS	0,0	0,0	5,7	1039,9
Total	0,0	0,0	47,6	8684,1

Ilustración 20. Calificación energética final.

Si comparamos el consumo de energía final, con el consumo de energía primaria, observamos que la cantidad es la misma, es decir, toda la energía que consume el edificio es energía primaria. Esto es lógico, ya que el combustible utilizado es biomasa, que provienen de la naturaleza.



# CONCLUSIONES





## 5 CONCLUSIONES

---

En este apartado se va a analizar la inversión de las mejoras propuestas, tiempo de amortización y los ahorros económicos obtenidos gracias a éstas.

### 5.1 CUANTIFICACIÓN DE LA INVERSIÓN DE MEJORAS

---

Para la realización de los siguientes presupuestos se ha consultado la base de datos del Instituto Valenciano de la Edificación (IVE).

#### 5.1.1 Inversión de la envolvente

---

- **Horizontal:** la inversión de la mejora en cuanto al aislamiento de la cubierta, con la colocación de un falso techo a base de placas de cartón yeso de 2cm de espesor sobre perfiles metálicos, con aislante de lana mineral de 4cm de espesor y teniendo en cuenta la mano de obra para realizar los trabajos, asciende a un total de **5.973,24 euros**.
- **Vertical:** la mejora propuesta para los paramentos verticales es de características similares a la mejora de los paramentos horizontales, constando de un trasdosado a base de placas de cartón yeso de 2cm de espesor sobre perfiles metálicos, con aislante de lana mineral de 4cm de espesor en su interior, considerando mano de obra para la realización de los trabajos, asciende a un total de **4.895,62 euros**.

El coste total de la inversión de la mejora de la envolvente, asciende a **10.868,86 euros**.

### 5.1.2 Inversión sustitución de la caldera

---

La caldera a instalar es de la marca Biocalora, esta caldera es de policomcombustible, con una potencia nominal de 24 KW (*ver anexo ficha técnica*). La caldera y la correspondiente instalación con la adecuación del almacén de combustible con todos los elementos necesarios para el buen funcionamiento del sistema así como la adaptación del recinto que la alberga para cumplir con los requisitos del Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (*RITE*), asciende a un total de **11.365,42 euros**.

### 5.1.3 Resumen de inversiones

---

La inversión total de las propuestas de mejora de la eficiencia energética de la vivienda, asciende a un total de **22,234,28 euros**, donde el 51,1% de la inversión es de la sustitución de la caldera y el 48,9% de la mejora de la envolvente.

## 5.2 Estudio de viabilidad

---

Para comenzar a estudiar la amortización, se debe comparar la reducción de demanda gracias a la mejora de la envolvente, así como estudiar el ahorro conseguido gracias al cambio de caldera, y cambio de combustible.



La demanda de calefacción que requería la vivienda original, era de 27.128,6 KWh/año. Sin embargo la demanda de calefacción una vez realizadas las mejoras es de 17.404,6 KWh/año.

Si comparamos el coste económico en calefacción durante un año en ambas situaciones obtenemos lo siguiente:

**Original:**

Poder Calorífico Neto Gasóleo: = 9,945 KWh/l gasóleo

$27.128,6 / 9,945 = 2727,86$  l gasóleo/año

$2.905,96$  l gasóleo ·  $1,039$  €/l gasóleo = **2834,24 € /año**

**Mejorado:**

Poder Calorífico Neto Pellets = 4,9 KWh/kg

$17.404,6 / 4,9 = 3.625,9$  kg pellets/año

$3.625,9$  kg pellets ·  $0,181$  €/kg pellets = **656,2 € / año**

Con los datos obtenidos se observa un ahorro anual de 2.178,04 euros, dado a que la inversión de mejoras ascendía a 22.234,28 euros, se procederá a calcular en cuantos años se tendrá amortizada la inversión inicial, tras introducir los datos en una tabla, quedaría de la siguiente manera:



Ilustración 21. Recuperación de la inversión de las mejoras

Como se observa en la gráfica anterior, desde el primer año se empieza a recuperar la inversión, gracias al ahorro significativo tanto de consumo de energía como al abaratamiento producido por el cambio de combustible de la caldera. La inversión quedaría totalmente amortizada en menos de diez años, y a partir de aquí, se puede decir que son ganancias. Para la elaboración de la gráfica no se ha tenido en cuenta las previsibles y continuas subidas de precio de los combustibles fósiles como el gasóleo, con lo que el ahorro aún sería mayor.

Tras estudiar el ahorro y la amortización de las mejoras en su conjunto, ahora se estudiará por separado, es decir, por un lado la disminución de la demanda energética producida por la mejora de la envolvente y por otro la sustitución de la caldera, con el fin de establecer cuál de las dos inversiones es la más rentable.

### 5.2.1 Estudio de la rentabilidad de la mejora de la envolvente

Gracias a la mejora de la envolvente se ha conseguido reducir la demanda energética de 27.128,6 KWh/año a 17.404,6 KWh/año, lo que supone 9.724 KWh menos anuales. Si se realizan los mismos cálculos que anteriormente obtenemos que esta reducción supondría un ahorro de 1.015,9 €/año.

El coste necesario para ejecutar las mejoras en la envolvente térmica es de 10.868,86€, por lo que la inversión quedaría amortizada en aproximadamente 11 años.



Ilustración 22. Recuperación de la inversión de la mejora de la envolvente.

### 5.2.2 Estudio de la rentabilidad de la sustitución de la caldera

Es más que evidente que la sustitución del tipo de caldera además de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> supone un ahorro económico considerable, por la gran dispersión en cuanto a precios de los distintos combustibles, es decir del gasóleo y de la biomasa.

## CONCLUSIONES

---

En este punto se pretende comprobar la rentabilidad de la caldera, para ello se calculará a partir de la demanda original antes de introducir las mejoras de la envolvente, para comprobar los gastos en cuanto a consumo y rendimiento se refiere de los distintos materiales.

Gasóleo: 2.834,24 € /año

Pellets: 1.002,09€/año.

Se observa claramente como el ahorro es abultado ya que al año se ahorraría 1832,14 € / año, esto supone un ahorro con respecto a la caldera de gasóleo de de casi un 65%. Como el coste de sustitución de la caldera de gasóleo por la de biomasa ha sido de 11.365,42 euros €, la inversión quedaría amortizada en aproximadamente 6 años.

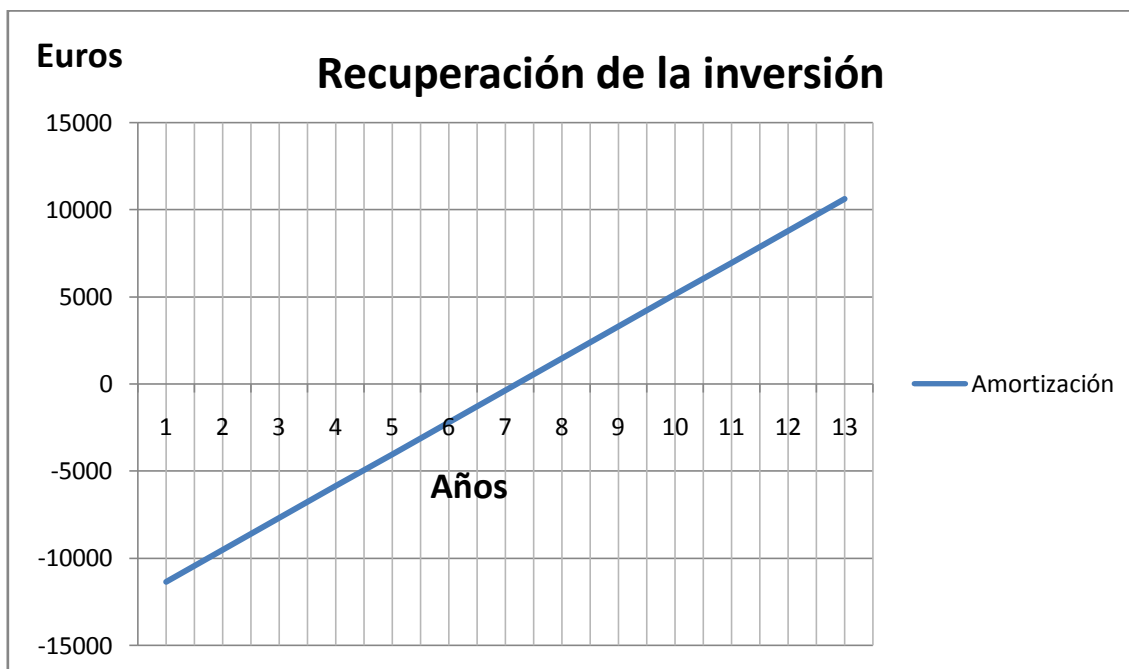


Ilustración 23. Recuperación de la inversión de sustitución de caldera.

### 5.2.3 Comparación de inversiones

Tras haber estudiado las diferentes mejoras tanto en su conjunto como por separado, ahora se compararan para establecer cuál de ellas es la más rentable y antes queda amortizada.

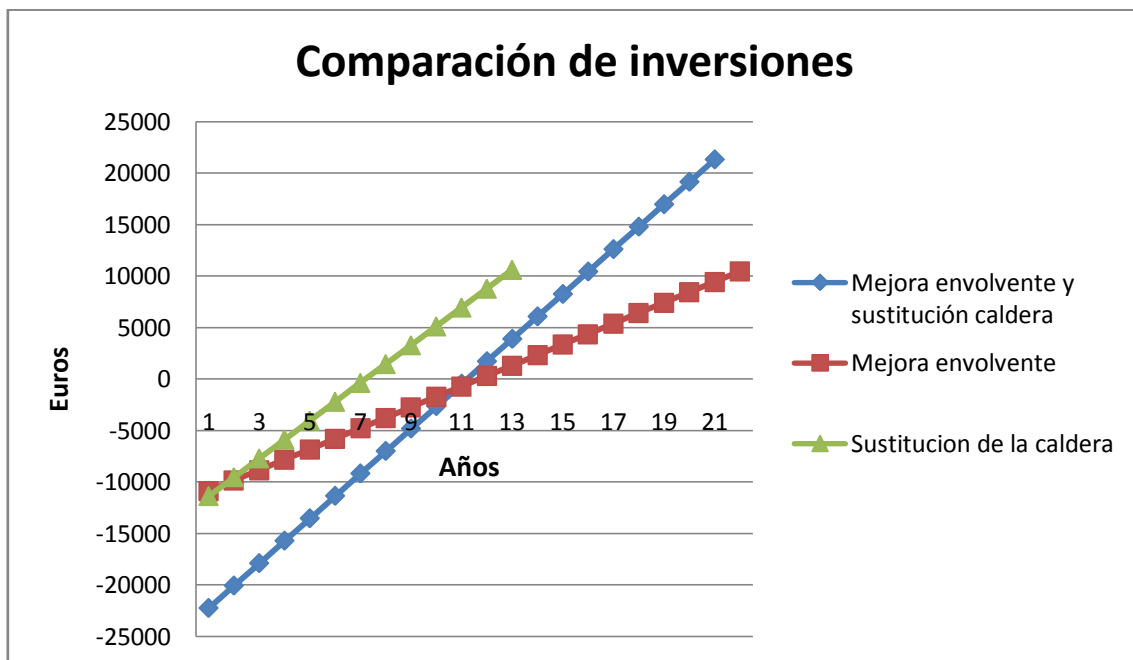


Ilustración 24. Comparación de las inversiones.

Como se observa en la gráfica la inversión más rentable y las que antes queda amortizada es la caldera, ya que el ahorro con respecto al estado actual es muy elevado así como la relación entre la inversión y la amortización, quedando amortizada en 6 años. No obstante las dos soluciones adoptadas son rentables a medio plazo, también hay que tener en cuenta que la mejora de la envolvente es para toda la vida útil de la vivienda o por lo menos un gran tiempo.

### 5.2.4 Reflexión final

---

Como se ha podido comprobar, aunque se tarden algunos años en recuperar el dinero invertido, es viable mejorar el comportamiento térmico de las viviendas, tanto por mejorar el confort interior como por obtener unos beneficios económicos a medio plazo.

Pero sin duda el motivo más importante, el impulsor de todas las medidas comentadas en éste y otros muchos proyectos es el planeta, y el sentimiento cada vez más frecuente del compromiso con el mismo. El uso racional de las energías así como las apuestas por fuentes de energías limpias y renovables, nos permitirán dejar un buen legado a nuestros hijos, que les permitirá disfrutar de él como nosotros lo hemos hecho.

# BIBLIOGRAFÍA







## BIBLIOGRAFÍA

---

- Sole, J, (2007). Aislamiento térmico en la edificación. Limitación de la demanda energética DB HE1e iniciación a la calificación energética.
- CTE, Documento básico HE1. (2009) Limitación de demanda energética.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, (2009). Manual de usuario de LIDER. Madrid.
- Real Decreto 235/2013. (Procedimiento básico certificación eficiencia energética de edificios).
- Creus Solé, A. (2004). Energías Renovables. Barcelona: CEYSA.
- Guía técnica instalaciones de biomasa térmica en edificios (IDAE).
- Biomasa en edificios (IDAE).
- Documentación del área de eficiencia energética.

## PÁGINAS WEB CONSULTADAS

---

- IDAE
- ASA
- Observatorio de sostenibilidad en España
- Eurosat
- IPCC
- Erenovable
- IVE



# AGRADECIMIENTOS





## AGRADECIMIENTOS

---

Me gustaría agradecer a todas aquellas personas que han confiado en mí a lo largo de toda mi vida, acordarme de mis compañeros, profesores y amigos, por aguantarme, apoyarme en los momentos difíciles y por invitarme a compartir momentos inolvidables con todos ellos.

Hacer una especial mención a mi familia, por su apoyo incondicional, por la comprensión mostrada y por enseñarme cada día a ser mejor persona.

Y a ti Marina, por ser como eres y hacerme siempre razonar.

Gracias a todos.



## ANEXO 1

# Documentación generada por Calender VyP







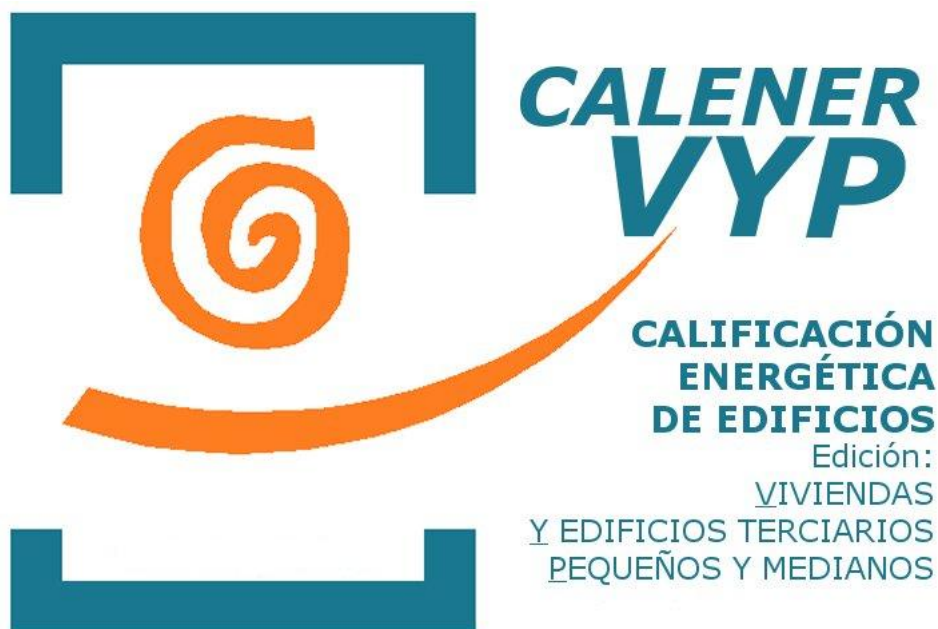
# Calificación energética inicial





# Calificación Energética

---



**IDAE** Instituto para la  
Diversificación y  
Ahorro de la Energía




DIRECCIÓN GENERAL  
DE ARQUITECTURA  
Y POLÍTICA DE VIVIENDA

**Proyecto: P.F.G. Taller 18**


**Fecha: 27/06/2013**

---

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b>	
	P.F.G. Taller 18	
	<b>Localidad</b>	<b>Comunidad</b>
	Jumilla	Murcia

## 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b>	
P.F.G. Taller 18	
<b>Localidad</b>	<b>Comunidad Autónoma</b>
Jumilla	Murcia
<b>Dirección del Proyecto</b>	
<b>Autor del Proyecto</b>	
Angel Lozano Simón	
<b>Autor de la Calificación</b>	
E.T.S.I.E.	
<b>E-mail de contacto</b>	<b>Teléfono de contacto</b>
ngelosim@upv.es	658944324
<b>Tipo de edificio</b>	
Unifamiliar	

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> P.F.G. Taller 18	
	<b>Localidad</b> Jumilla	<b>Comunidad</b> Murcia

## 2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA


### 2.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)
P01_E01	P01	Residencial	3	182,44	3,50

### 2.2. Cerramientos opacos

#### 2.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kgK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	Z (m <sup>2</sup> sPa/kg)
MORgt1000	0,600	1500,00	800,00	-	1
MW_05	0,600	1500,00	800,00	-	1
enlYlq1300	0,600	1500,00	800,00	-	1
tejaHor	0,600	1500,00	800,00	-	1
clv_ver_2	0,600	1500,00	800,00	-	1
FUho300	0,600	1500,00	800,00	-	1
LHd	0,600	1500,00	800,00	-	1
LHt	0,600	1500,00	800,00	-	1
calizaD	0,600	1500,00	800,00	-	1
cnv_ver_1	0,600	1500,00	800,00	-	1
plaqGres	0,600	1500,00	800,00	-	1
HAlq2300	0,600	1500,00	800,00	-	1

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> P.F.G. Taller 18	
	<b>Localidad</b> Jumilla	<b>Comunidad</b> Murcia


## 2.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
MI CUBIERTA	1,15	tejaHor	0,020
		clv_ver_2	0,050
		MW_05	0,040
		FUho300	0,300
		enIYlq1300	0,010
FACHADA	1,42	calizaD	0,015
		LHt	0,110
		MW_05	0,040
		cnv_ver_1	0,050
		LHd	0,070
		MORgt1000	0,020
		enIYlq1300	0,015
MI SOLERA	2,05	plaqGres	0,010
		MORgt1000	0,040
		HAAlq2300	0,140

## 2.3. Cerramientos semitransparentes

### 2.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar
VER_DB1_4-6-4	2,70	0,70


 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> P.F.G. Taller 18	
	<b>Localidad</b> Jumilla	<b>Comunidad</b> Murcia

## 2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)
VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm	4,00

## 2.3.3 Huecos

<b>Nombre</b>	V_Metalica_RpT_DBE4-6-4
<b>Acristalamiento</b>	VER_DB1_4-6-4
<b>Marco</b>	VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm
<b>% Hueco</b>	10,00
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	2,83
<b>Factor solar</b>	0,64


 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> P.F.G. Taller 18
	<b>Localidad</b> Jumilla

### 3. Sistemas

<b>Nombre</b>	Mixto
<b>Tipo</b>	Sistema mixto
<b>Nombre Equipo</b>	EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto
<b>Tipo Equipo</b>	Caldera eléctrica o de combustible
<b>Nombre unidad terminal</b>	UT_AguaCaliente
<b>Zona asociada</b>	P01_E01
<b>Nombre demanda ACS</b>	DemandaACS
<b>Nombre equipo acumulador</b>	ninguno
<b>Porcentaje abastecido con energía solar</b>	30,00
<b>Temperatura impulsión del ACS (°C)</b>	60,0
<b>Temp. impulsión de la calefacción(°C)</b>	80,0


<b>Nombre</b>	Sist. clima
<b>Tipo</b>	Climatización multizona por conductos
<b>Nombre Equipo</b>	EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Tipo Equipo</b>	Expansión directa aire-aire sólo frío
<b>Nombre unidad terminal</b>	UT_ImpulsionAire
<b>Zona asociada</b>	P01_E01
<b>Zona de control</b>	P01_E01
<b>Caudal de aire exterior impulsado (m³/h)</b>	0
<b>Caudal de aire exterior</b>	0




 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> P.F.G. Taller 18	
	<b>Localidad</b> Jumilla	<b>Comunidad</b> Murcia

## 4. Equipos

<b>Nombre</b>	EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto
<b>Tipo</b>	Caldera eléctrica o de combustible
<b>Capacidad nominal (kW)</b>	24,00
<b>Rendimiento nominal</b>	0,85
<b>Capacidad en función de la temperatura de impulsión</b>	cap_T-EQ_Caldera-unidad
<b>Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión</b>	ren_T-EQ_Caldera-unidad
<b>Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia</b>	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-unidad
<b>Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo</b>	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto
<b>Tipo energía</b>	Gasoleo

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> P.F.G. Taller 18
	<b>Localidad</b> Jumilla

<b>Nombre</b>	EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Tipo</b>	Expansión directa aire-aire sólo frío
<b>Capacidad total refrigeración nominal (kW)</b>	5,00
<b>Capacidad sensible refrigeración nominal(kW)</b>	3,25
<b>Consumo refrigeración nominal</b>	2,00
<b>Caudal de aire impulsión nominal (m³/h)</b>	1500,00
<b>Dif. temperatura termostato</b>	1,00
<b>Capacidad total refrigeración en función de la temperatura</b>	capTotRef_T-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Capacidad total refrigeración en función de la carga parcial</b>	capTotRef_FCP-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Capacidad total refrigeración en función de la temperatura</b>	capSenRef_T-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Consumo de refrigeración en función de la temperatura</b>	conRef_T-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Consumo de refrigeración en función de la carga parcial</b>	conRef_FCP-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Tipo energía</b>	Electricidad

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> P.F.G. Taller 18
	<b>Localidad</b> Jumilla

## 5. Unidades terminales


<b>Nombre</b>	UT_AguaCaliente
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P01_E01
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	18,20

<b>Nombre</b>	UT_ImpulsionAire
<b>Tipo</b>	U.T. De impulsión de aire
<b>Zona abastecida</b>	P01_E01
<b>Caudal nominal del aire impulsado (m/h)</b>	1500,00
<b>Ancho de banda del termostato (°C)</b>	0,00

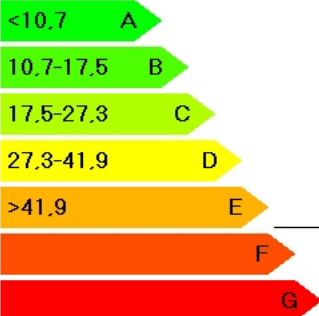
## 6. Justificación

### 6.1. Contribución solar

<b>Nombre</b>	<b>Contribución Solar</b>	<b>Contribución Solar Mínima HE-4</b>
Mixto	30,0	30,0

 Calificación Energética	Proyecto	P.F.G. Taller 18	
	Localidad	Jumilla	Comunidad

## 7. Resultados

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
						
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	E	148,7	27128,6	E	110,3	20123,0
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	52,0	9486,8	E	41,9	7644,2
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	C	4,6	839,2	D	5,7	1039,9
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			10326,0			8684,1

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	197,1	35954,4	170,0	31007,8
Consumo energía primaria (kWh)	213,0	38866,7	191,7	34981,5
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	56,6	10326,0	47,6	8684,1

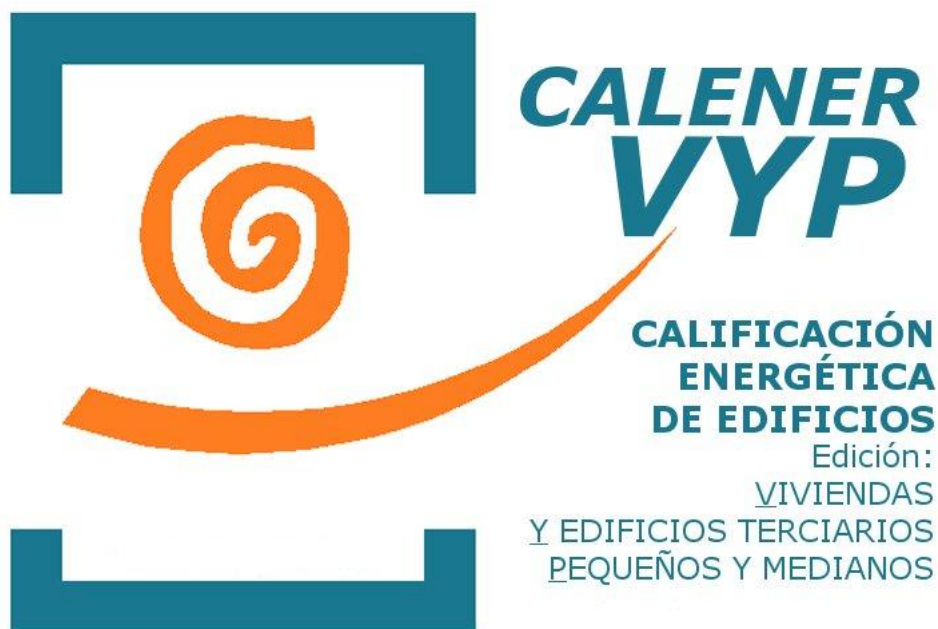
# Calificación energética final





# Calificación Energética

---



**IDAE** Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía




DIRECCIÓN GENERAL DE ARQUITECTURA Y POLÍTICA DE VIVIENDA

**Proyecto: P.F.G. Taller 18**

**Fecha: 01/07/2013**


---

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b>	
	P.F.G. Taller 18	
	<b>Localidad</b>	<b>Comunidad</b>
	Jumilla	Murcia

## 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b>	
P.F.G. Taller 18	
<b>Localidad</b>	<b>Comunidad Autónoma</b>
Jumilla	Murcia
<b>Dirección del Proyecto</b>	
<b>Autor del Proyecto</b>	
Angel Lozano Simón	
<b>Autor de la Calificación</b>	
E.T.S.I.E.	
<b>E-mail de contacto</b>	<b>Teléfono de contacto</b>
ngelosim@upv.es	658944324
<b>Tipo de edificio</b>	
Unifamiliar	



 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> P.F.G. Taller 18	
	<b>Localidad</b> Jumilla	<b>Comunidad</b> Murcia

## 2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA


### 2.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)
P01_E01	P01	Residencial	3	182,44	3,50

### 2.2. Cerramientos opacos

#### 2.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kgK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	Z (m <sup>2</sup> sPa/kg)
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,550	1125,00	1000,00	-	10
MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	0,050	40,00	1000,00	-	1
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,570	1150,00	1000,00	-	6
Teja de hormigón	1,500	2100,00	1000,00	-	60
Cámara de aire ligeramente ventilada vertical	-	-	-	0,09	-
FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	1,422	1240,00	1000,00	-	80
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,250	825,00	1000,00	-	4
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,432	930,00	1000,00	-	10
Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0,427	920,00	1000,00	-	10
Caliza dura [2000 < d < 2190]	1,700	2095,00	1000,00	-	150
Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm	-	-	-	0,15	-
Plaqueta o baldosa de gres	2,300	2500,00	1000,00	-	30
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2,300	2400,00	1000,00	-	80

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> P.F.G. Taller 18	
	<b>Localidad</b> Jumilla	<b>Comunidad</b> Murcia


## 2.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
MI CUBIERTA	0,46	Teja de hormigón	0,020
		Cámara de aire ligeramente ventilada vertical 2 cm	0,000
		MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	0,040
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010
		MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	0,040
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020
FACHADA	0,48	Caliza dura [2000 < d < 2190]	0,015
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0,110
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	0,040
		Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm	0,000
		Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
		MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	0,020
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020
		MI SOLERA	3,25
Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,040		
Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,140		

## 2.3. Cerramientos semitransparentes

### 2.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar
--------	--------------	--------------

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> P.F.G. Taller 18	
	<b>Localidad</b> Jumilla	<b>Comunidad</b> Murcia


Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Factor solar
VER_DB1_4-6-4	2,70	0,70

### 2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)
VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm	4,00

### 2.3.3 Huecos


<b>Nombre</b>	V_Metalica_RpT_DBE4-6-4
<b>Acristalamiento</b>	VER_DB1_4-6-4
<b>Marco</b>	VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm
<b>% Hueco</b>	10,00
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	2,83
<b>Factor solar</b>	0,64

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> P.F.G. Taller 18	
	<b>Localidad</b> Jumilla	<b>Comunidad</b> Murcia

### 3. Sistemas


<b>Nombre</b>	Sist. climatizacin
<b>Tipo</b>	Climatización multizona por conductos
<b>Nombre Equipo</b>	EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Tipo Equipo</b>	Expansión directa aire-aire sólo frio
<b>Nombre unidad terminal</b>	UT_ImpulsionAire
<b>Zona asociada</b>	P01_E01
<b>Zona de control</b>	P01_E01
<b>Caudal de aire exterior impulsado (m³/h)</b>	0
<b>Caudal de aire exterior</b>	0

<b>Nombre</b>	Sist. mixto
<b>Tipo</b>	Sistema mixto
<b>Nombre Equipo</b>	EQ_Caldera-Biomasa-Defecto
<b>Tipo Equipo</b>	Caldera eléctrica o de combustible
<b>Nombre unidad terminal</b>	UT_AguaCaliente
<b>Zona asociada</b>	P01_E01
<b>Nombre demanda ACS</b>	Demanda ACS
<b>Nombre equipo acumulador</b>	ninguno
<b>Porcentaje abastecido con energía solar</b>	30,00
<b>Temperatura impulsión del ACS (°C)</b>	60,0
<b>Temp. impulsión de la calefacción(°C)</b>	80,0


 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> P.F.G. Taller 18	
	<b>Localidad</b> Jumilla	<b>Comunidad</b> Murcia

## 4. Equipos

<b>Nombre</b>	EQ_Caldera-Biomasa-Defecto
<b>Tipo</b>	Caldera eléctrica o de combustible
<b>Capacidad nominal (kW)</b>	24,00
<b>Rendimiento nominal</b>	0,85
<b>Capacidad en función de la temperatura de impulsión</b>	cap_T-EQ_Caldera-unidad
<b>Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión</b>	ren_T-EQ_Caldera-unidad
<b>Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia</b>	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Biomasa-Defecto
<b>Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo</b>	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
<b>Tipo energía</b>	Biomasa

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> P.F.G. Taller 18
	<b>Localidad</b> Jumilla

<b>Nombre</b>	EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Tipo</b>	Expansión directa aire-aire sólo frío
<b>Capacidad total refrigeración nominal (kW)</b>	5,00
<b>Capacidad sensible refrigeración nominal(kW)</b>	3,25
<b>Consumo refrigeración nominal</b>	2,00
<b>Caudal de aire impulsión nominal (m³/h)</b>	1500,00
<b>Dif. temperatura termostato</b>	1,00
<b>Capacidad total refrigeración en función de la temperatura</b>	capTotRef_T-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Capacidad total refrigeración en función de la carga parcial</b>	capTotRef_FCP-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Capacidad total refrigeración en función de la temperatura</b>	capSenRef_T-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Consumo de refrigeración en función de la temperatura</b>	conRef_T-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Consumo de refrigeración en función de la carga parcial</b>	conRef_FCP-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Tipo energía</b>	Electricidad

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> P.F.G. Taller 18	
	<b>Localidad</b> Jumilla	<b>Comunidad</b> Murcia

## 5. Unidades terminales


<b>Nombre</b>	UT_AguaCaliente
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P01_E01
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	4,00

<b>Nombre</b>	UT_ImpulsionAire
<b>Tipo</b>	U.T. De impulsión de aire
<b>Zona abastecida</b>	P01_E01
<b>Caudal nominal del aire impulsado (m/h)</b>	1500,00
<b>Ancho de banda del termostato (°C)</b>	0,00

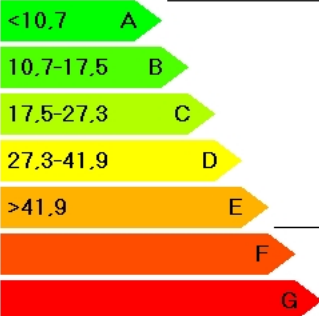
## 6. Justificación

### 6.1. Contribución solar

<b>Nombre</b>	<b>Contribución Solar</b>	<b>Contribución Solar Mínima HE-4</b>
Sist. mixto	30,0	30,0

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto	P.F.G. Taller 18	
	Localidad	Jumilla	Comunidad

## 7. Resultados

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
		0,0 A			47,6 E	
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	E	91,1	16620,2	E	110,3	20123,0
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	A	0,0	0,0	E	41,9	7644,2
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	0,0	0,0	D	5,7	1039,9
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			0,0			8684,1

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
<b>Consumo energía final (kWh)</b>	129,5	23618,9	170,0	31007,8
<b>Consumo energía primaria (kWh)</b>	129,5	23618,9	191,7	34981,5
<b>Emisiones CO<sub>2</sub> (kgCO<sub>2</sub>)</b>	0,0	0,0	47,6	8684,1



## ANEXO 2

# Ficha técnica caldera biomasa





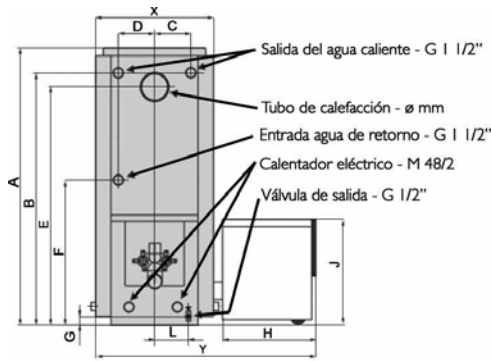
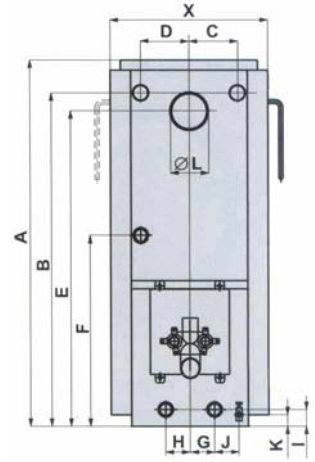
# DATOS TÉCNICOS

		KPI0	KPI1	KPI2	KP20	KP21	KP22	KP50	KP51	KP62
Potencia nominal	kW	14,9	17	19	25	29	29	48	45,2	62
Rango de potencia	kW	4,5 - 14,9	5,0 - 17	5,5 - 19	7,5 - 25	8 - 29	8,5 - 29	13 - 48,5	13,5 - 45,2	18 - 62
Consumo de combustible (en base a pellets)	kg/hora	~ 1,25 - 3,70	~ 1,3 - 4,0	~ 1,2 - 4,2	~ 1,61 - 6,25	~ 2,0 - 6,8	~ 2,0 - 6,8	~ 3,9 - 12,9	~ 4,0 - 12	~ 3,9 - 13,8
Eficiencia a máxima potencia	%	88	92	92	88	92	92	91	91	90,6
Eficiencia a mínima potencia	%	85	91	91	85	91	91	90	90	90
Temperatura de combustión	°C	155 - 207	108 - 158	108 - 158	155 - 205	108 - 159	94 - 150	90 - 155	139 - 183	94 - 140
Tiro chimenea necesario	mbar	0,1 - 0,2						0,2 - 0,3		
Temperatura de impulsión	°C	60 - 80								
Peso	kg	210	255	310	270	335	370	490	495	620
Diámetro tubo salida humos	mm	130	150	130	150	150	130	160	160	160
Dimensiones (ancho x largo x alto)	mm	360 x 1065 x 1420	477 x 980 x 1435	850 x 1055 x 1440	497 x 1065 x 1420	614 x 980 x 1435	977 x 1055 x 1440	745 x 1285 x 1630	745 x 1285 x 1630	1123 x 1110 x 1745
Conexiones (ida y retorno)		G 1 1/2"								
Consumo eléctrico (2 motores, ventilador)	W	180	180	195	180	180	210	210	210	210
Voltaje de conexión	-	230V AC ± 10%, 110V AC ± 10%, 50 Hz ± 2 Hz						230V AC ± 10%, 50 Hz ± 2 Hz		
Clase de caldera	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3
De serie: Sí/ Opcional: O / No es posible: No										
Encendido automático		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Limpieza del intercambiador semiautomática		Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No
Limpieza del intercambiador automática		No	No	Sí	No	No	Sí	No	No	Sí
Extracción automática de cenizas		No	No	Sí	No	No	Sí	No	No	Sí
Regulación equitherm		O	O	Sí	O	O	Sí	O	O	Sí
Modulación		5	5	5	5	5	10	5	5	10
Comunicación vía SMS		O	O	O	O	O	O	O	O	O
Comunicación vía internet		No	No	O	No	No	O	No	No	O
Pantalla gráfica		No	No	O	No	No	O	No	No	O
Ventilador de tiro		No	No	O	No	No	O	No	No	O
Control de varios circuitos de calefacción		No	No	Sí	No	No	Sí	No	No	Sí



# Calderas para pellets y biomasa ibéricas La tecnología más avanzada en calderas de biomasa

(mm)	KP10	KP11	KP20	KP21	KP50	KP51
A	1420	1435	1420	1435	1630	1630
B	1310	1310	1310	1310	1460	1460
C	121	121	190	190	255	255
D	-	-	-	-	255	255
E	1240	1240	1240	1240	1395	1395
F	750	750	750	750	66	758
G	58	58	95	95	95	95
H	-	-	95	95	95	95
I	66	66	66	66	66	66
J	63	63	95	95	160	160
K	46	46	46	46	46	46
L	130	130	150	150	160	160
X	360	477	497	614	744	744



(mm)	KP12	KP22	KP62
A	1440	1440	1744
B	1310	1310	1610
C	121	190	255
D	-	-	255
E	1240	1240	1545
F	750	750	907
G	46	46	46
H	330	330	330
J	612	612	612
L	0	190	255
X	483	618	760
Y	913	1048	1190

EMISIONES		KP10	KP11	KP12	KP20	KP21	KP22	KP50	KP51	KP62
CO	mg/m <sup>3</sup>	171/159	48/66	5/144	171/159	48/66	5/144	232/414	87/245	78/191
NOX	mg/m <sup>3</sup>	105/73	65/55	88/52	105/73	65/55	88/52	147/123	164/117	89/43
OGC	mg/m <sup>3</sup>	66/88	5/6	8/4	66/88	5/6	8/4	10/16,5	9/17	8/11
Polvo	mg/m <sup>3</sup>	32,3	19	12	32,3	19	12	16	12	27
O <sup>2</sup>	%	8,3/11,3	6,1/9,1	7,04/10,75	8,3/11,3	6,1/9,1	7,04/10,75	6,5/11,9	6,6/11,5	5,5/11,43
CO <sup>2</sup>	%	11,1/8,5	13,5/10,9	12,23/9,27	11,1/8,5	13,5/10,9	12,23/9,27	15,4/9,9	13,2/8,9	14,16/8,92

Parámetro	Unidad	KP10			KP11			KP12			KP20			KP21			KP22		
		P	CA	HA	P	CA	HA	P	CA	HA	P	CA	HA	P	CA	HA	P	CA	HA
Pot. de salida	kW	14,9	11	14	17	11	14,5	19	18	16	25	18,5	26	29	22	27,2	29	25,5	27,2
Rango de salida	kW	4,5-14,9	4,5-14	4,5-14	5-17	5-16	5-14,5	5,5-19	5-18	5-16	7,5-25	4,5-25	7,5-26	8-29	8-25,5	8-27,2	8-29	8-25,5	8-27,2
Combustible	kg/h	1,1-3,4	1-3,4	1,2-3,6	1,1-3,7	1,4-4,3	1,2-3,6	1,3-4,4	1,3-4,8	1,3-4,2	1,7-5,7	2,1-7,1	1,9-6,7	1,7-6,3	2,2-7	2-6,7	1,7-6,3	2,2-7	2-6,7

Parámetro	Unidad	KP50			KP51			KP62
		P	CA	HA	P	CA	HA	P
Pot. de salida	kW	48	35,5	48,5	45,2	35,5	48,5	62
Rango de salida	kW	13-48	13-35,5	13-48,5	13-45,2	13-40	13-48,5	18-62
Combustible	kg/h	2,9-10,5	3,6-9,8	3,2-12,1	2,9-9,8	3,6-10,9	3,2-12,1	4,1-14,28

P=pellet / CA= cáscara de almendra / HA= hueso de aceituna

# ANEXO 3

## Planos



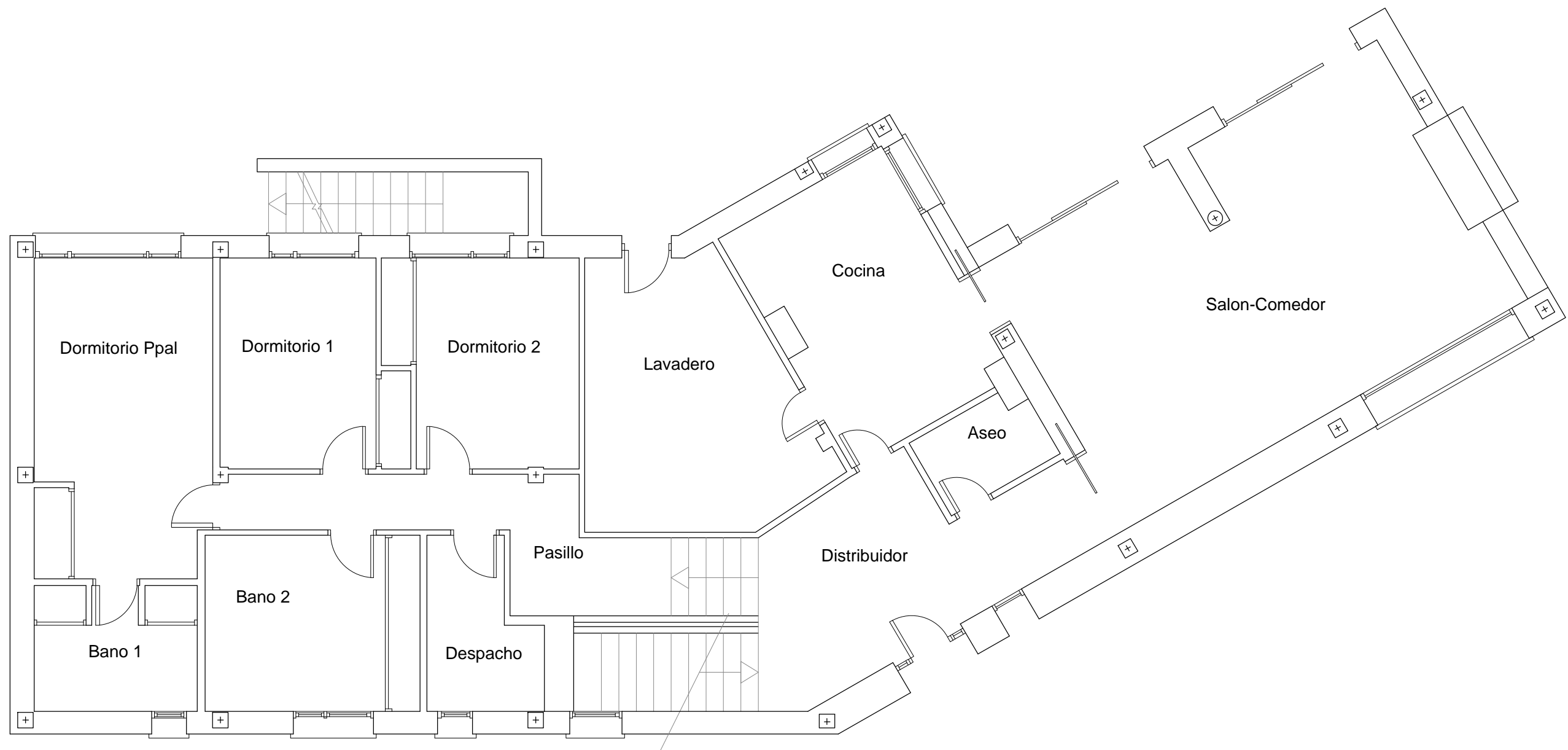


## INDICE DE PLANOS

01. Plano de superficies primera planta y entreplanta superior
02. Plano de superficies entreplanta inferior
03. Plano de cotas primera planta y entreplanta superior
04. Plano de cotas entreplanta inferior
05. Plano de cubierta
06. Carpintería primera planta y entreplanta superior
07. Carpintería entreplanta inferior
08. Memoria de carpintería
09. Alzados
10. Alzados
11. Secciones









PRIMERA PLANTA Y  
ENTREPLANTA SUPERIOR

ENTREPLANTA SUPERIOR	(m <sup>2</sup> )
Dormitorio Principal	14,76
Dormitorio 1	9,45
Dormitorio 2	9,93
Bano 1	5,22
Bano 2	9,88
Despacho	4,46
Pasillo	8,59
<b>TOTAL</b>	<b>62,29</b>



PRIMERA PLANTA	(m <sup>2</sup> )
Cocina	12,89
Aseo	2,62
Salon-Comedor	34,90
Distribuidor	13,34
Lavadero	14,58
<b>TOTAL</b>	<b>78,33</b>

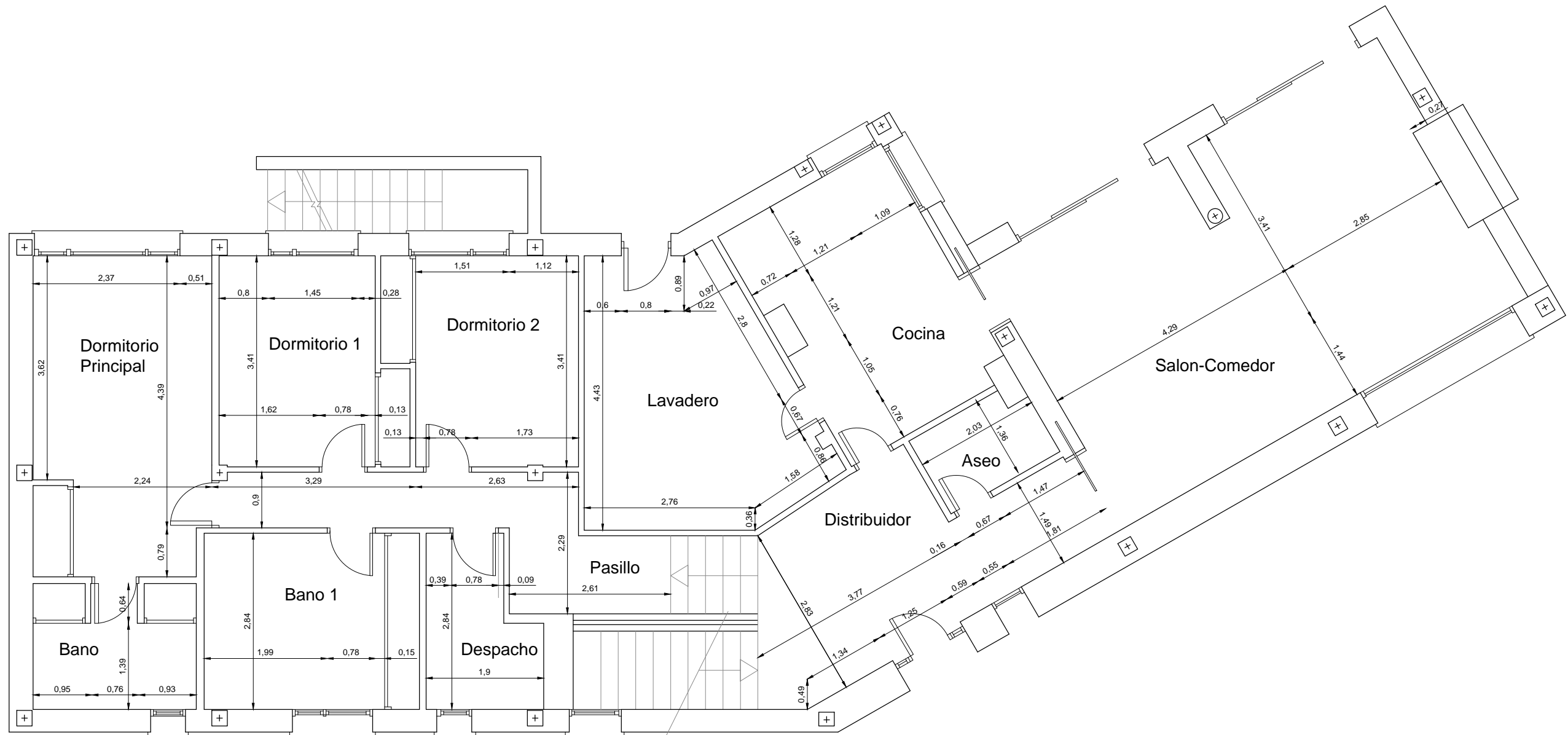
I.Edif_PFG_118	PLANO DE SUPERFICIES PRIMERA PLANTA Y ENTREPLANTA SUPERIOR	E: 1/75
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNO: LOZANO SIMON ANGEL	CURSO 12-13
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	PROYECTO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 01





ENTREPLANTA INFERIOR		(m <sup>2</sup> )
Almacen		51,45
Cuarto de calderas		10,87
<b>TOTAL</b>		<b>62,32</b>

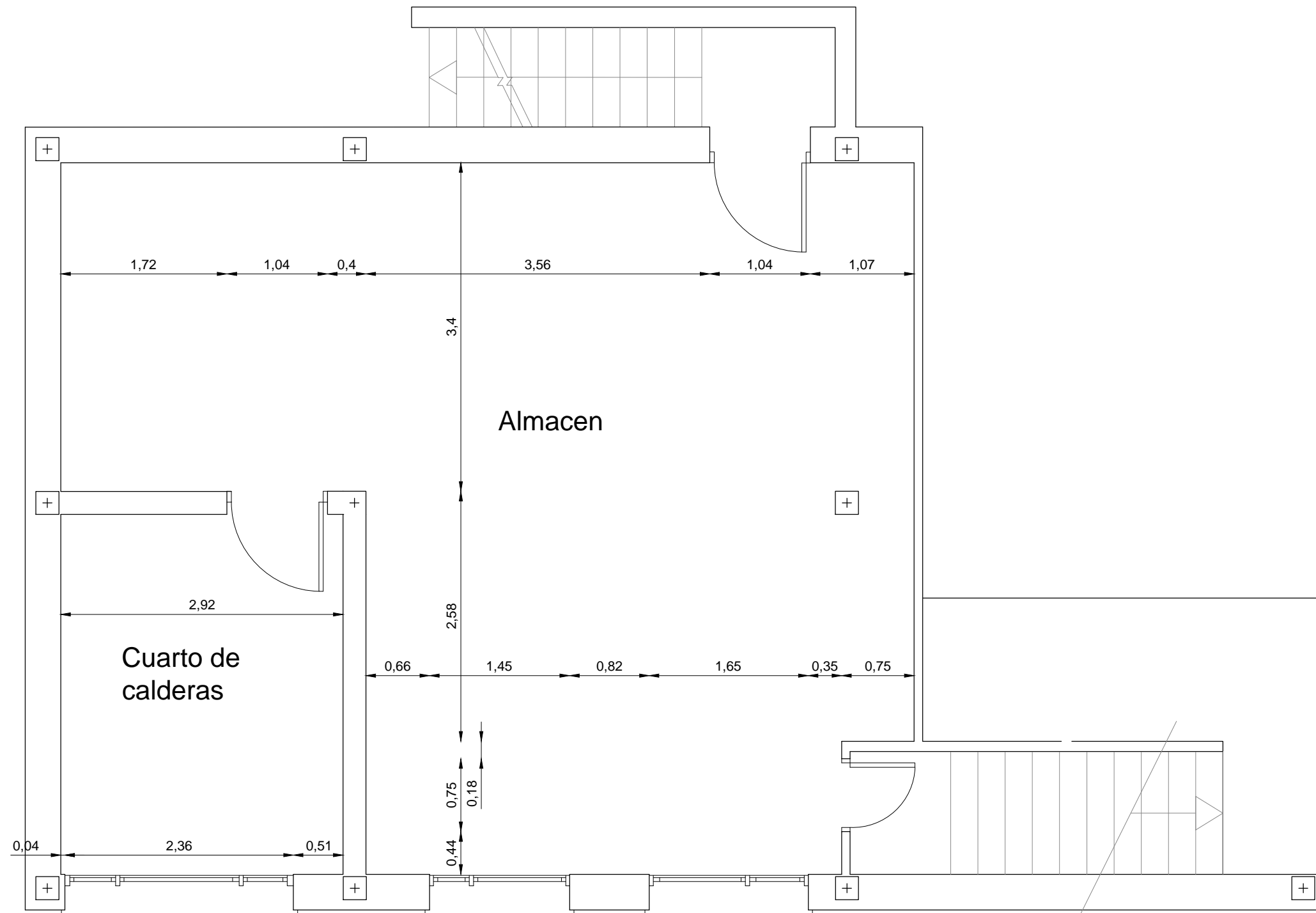
**ENTREPLANTA INFERIOR**

I.Edif_PFG_I18	PLANO DE SUPERFICIES ENTREPLANTA INFERIOR	E: 1/50
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNO: LOZANO SIMON ANGEL	CURSO 12-13
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	PROYECTO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 02





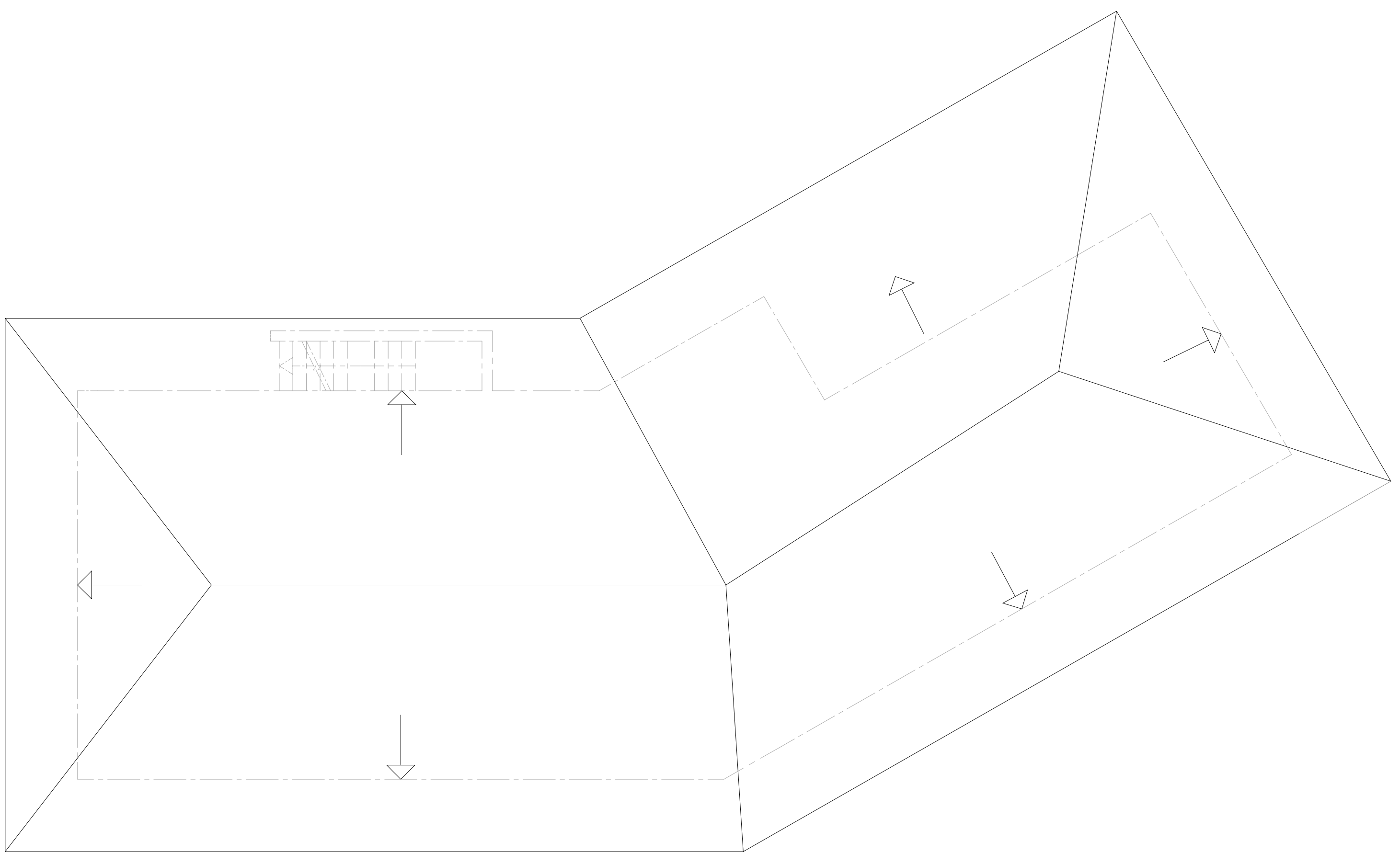
PRIMERA PLANTA Y  
ENTREPLANTA SUPERIOR

I.Edif_PFG_I18	PLANO DE COTAS PRIMERA PLANTA Y ENTREPLANTA SUPERIOR	E: 1/75
 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNO: LOZANO SIMON ANGEL	CURSO 12-13
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	PROYECTO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 03





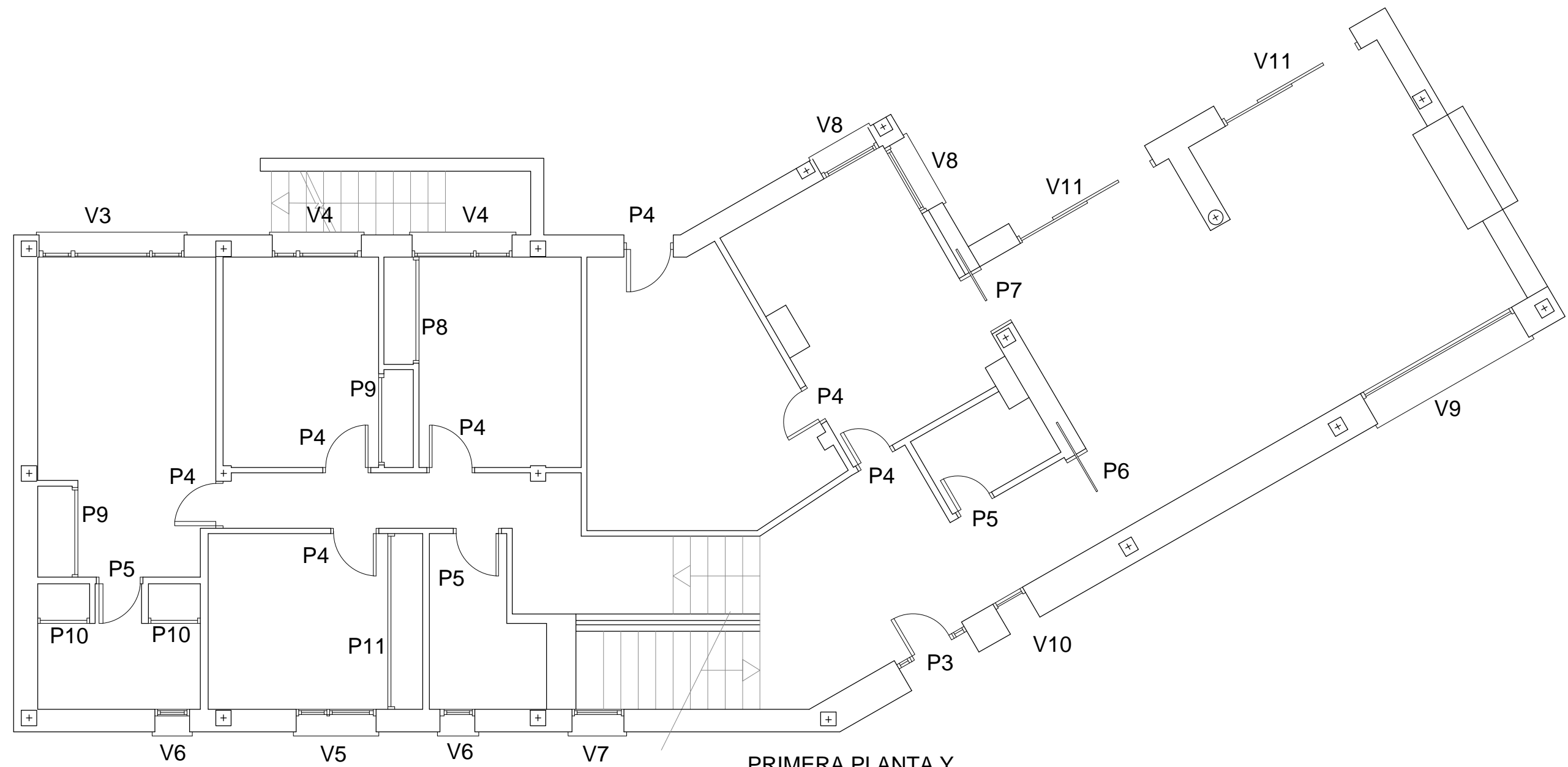
**ENTREPLANTA INFERIOR**

I.Edif_PFG_I18	PLANO DE COTAS ENTREPLANTA INFERIOR	E: 1/50
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNO: LOZANO SIMON ANGEL	CURSO 12-13
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	PROYECTO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 04





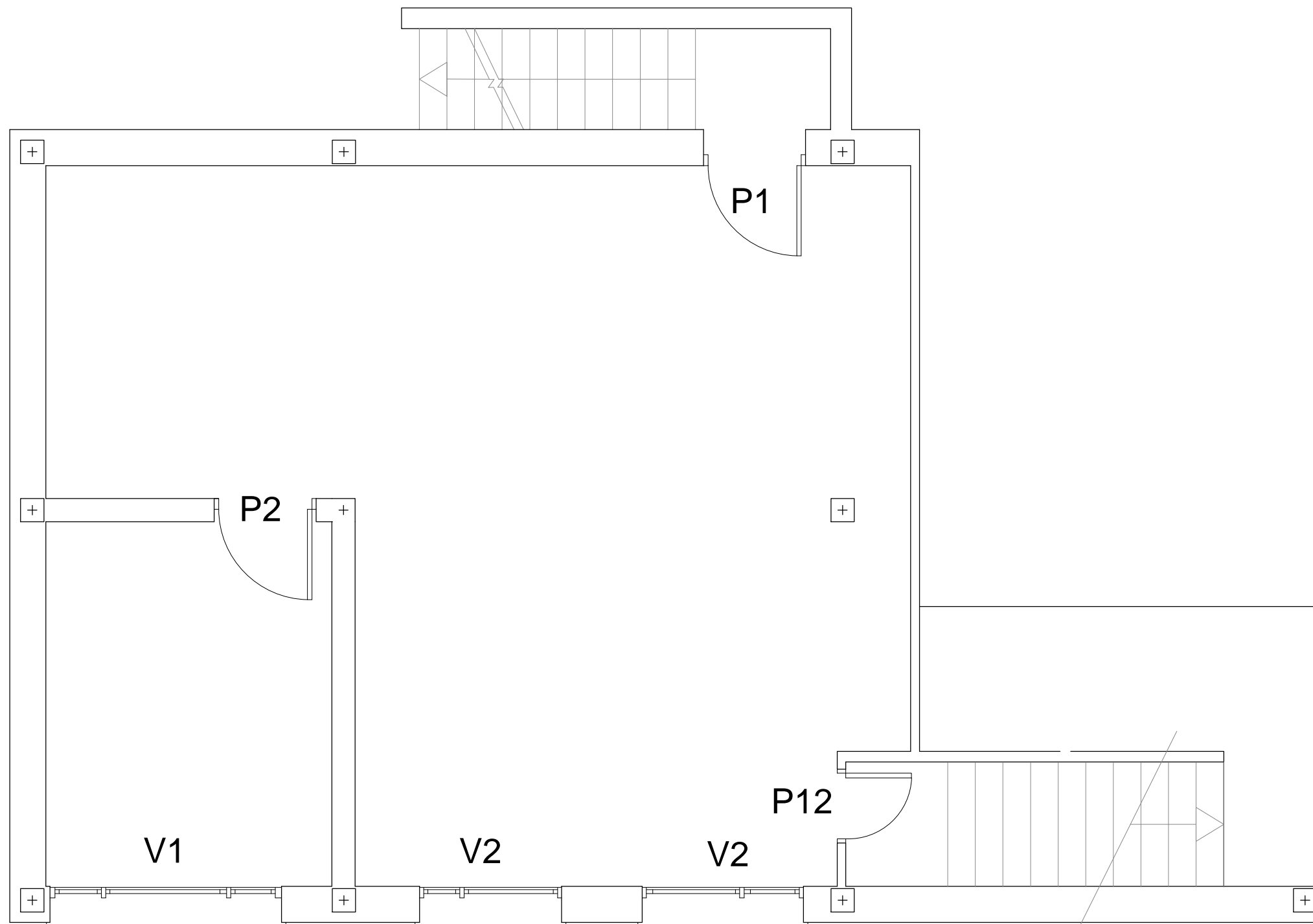
PLANTA CUBIERTA

I.Edif_PFG_I18	PLANO DE CUBIERTA	E: 1/75
 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNO: LOZANO SIMON ANGEL	CURSO 12-13
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	PROYECTO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 05





PRIMERA PLANTA Y  
ENTREPLANTA SUPERIOR

I.Edif_PFG_I18	CARPINTERIA PRIMERA PLANTA Y ENTREPLANTA SUPERIOR	E: 1/75
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNO: LOZANO SIMON ANGEL	CURSO 12-13
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	PROYECTO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 06

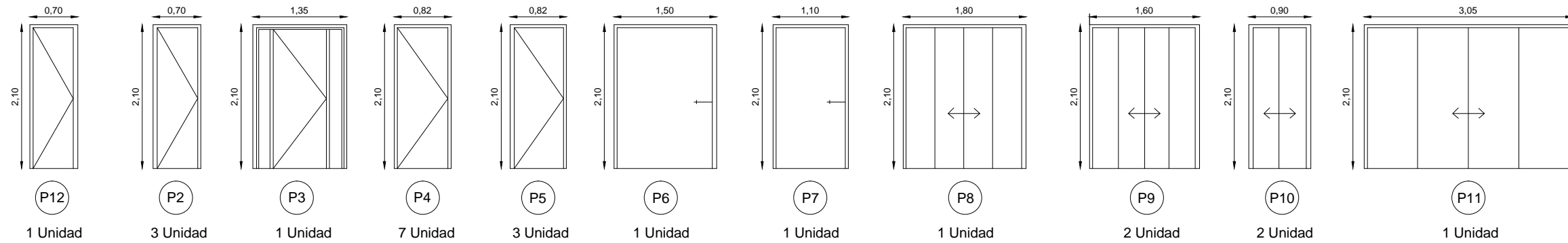


ENTREPLANTA INFERIOR

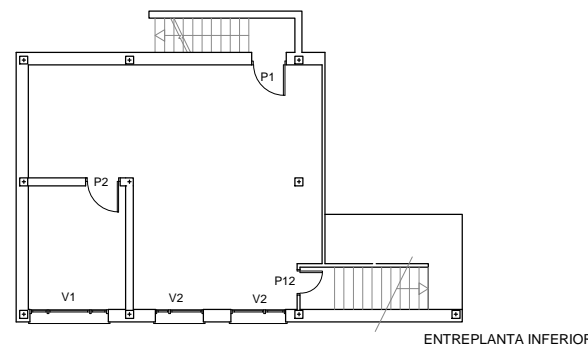
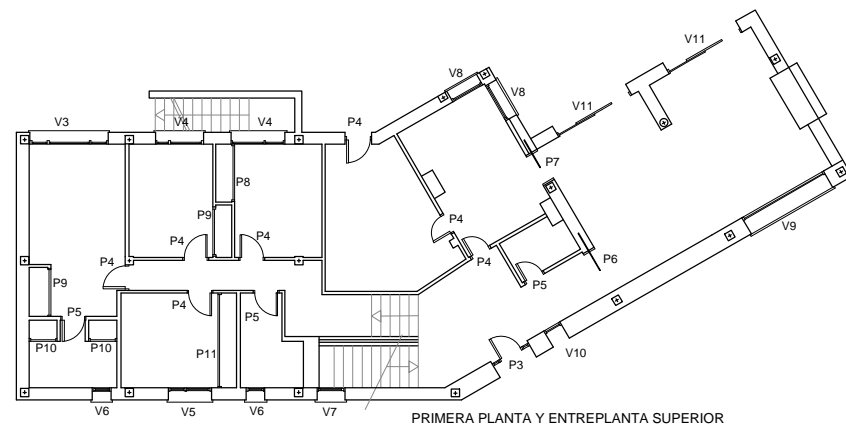
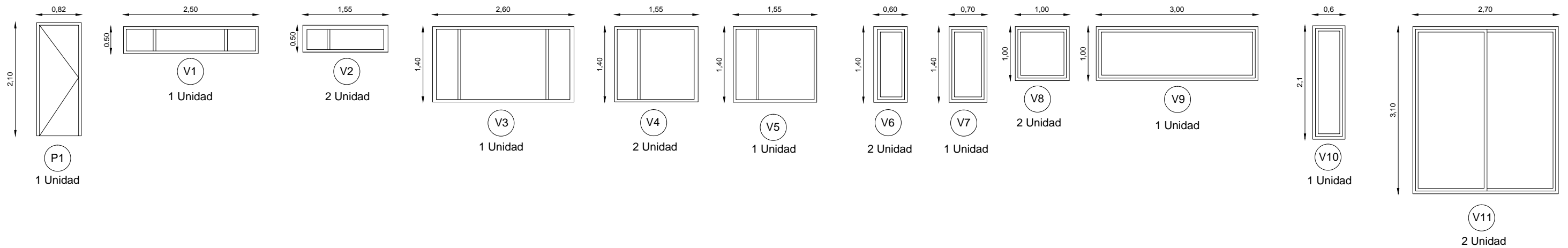
I.Edif_PFG_I18	CARPINTERIA ENTREPLANTA INFERIOR	E: 1/50
 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNO: LOZANO SIMON ANGEL	CURSO 12-13
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	PROYECTO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 07



# MEMORIA DE CARPINTERIA

## CARPINTERIA INTERIOR DE MADERA PARA BARNIZAR

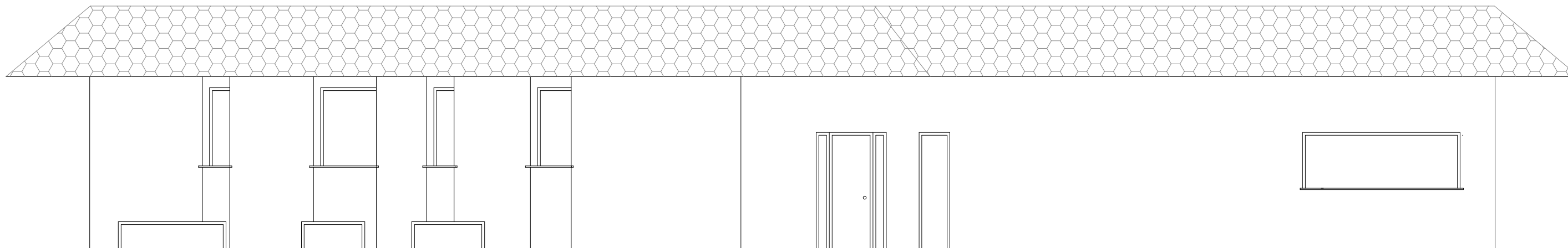


## CARPINTERIA EXTERIOR DE ALUMINIO LACADO

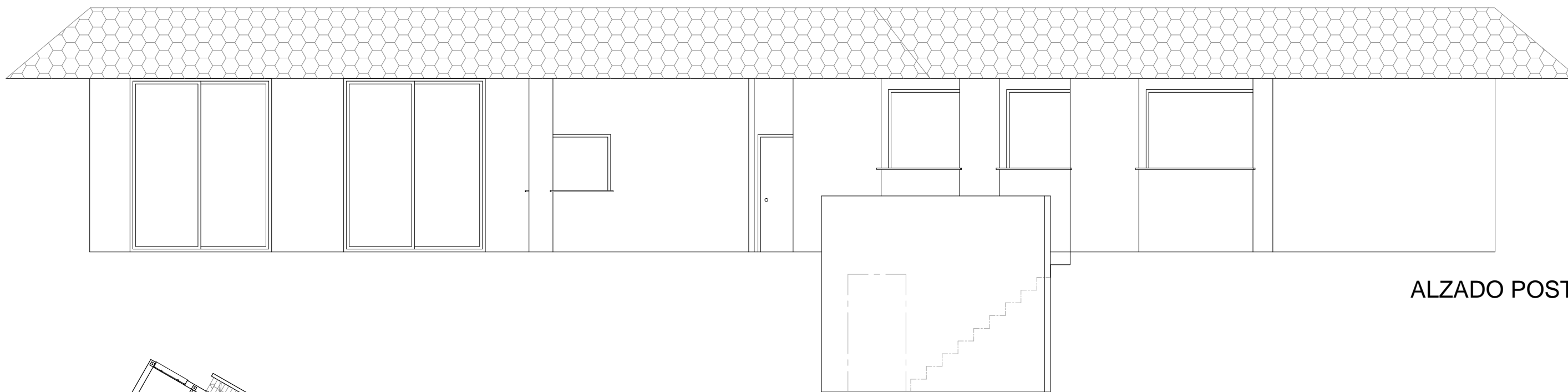


I.Edif_PFG_I18	MEMORIA DE CARPINTERIA	E: 1/75
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNO: LOZANO SIMON ANGEL	CURSO 12-13
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	PROYECTO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 08

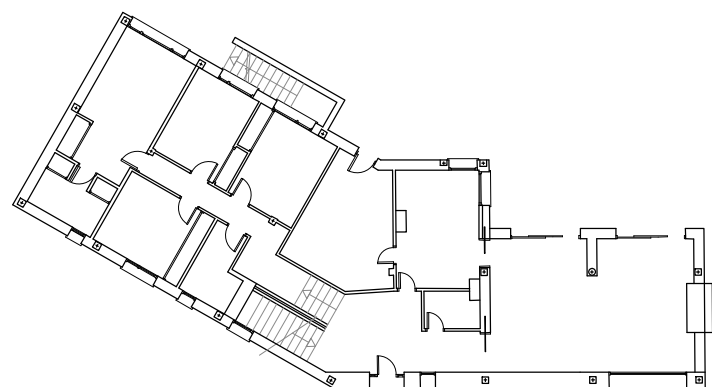






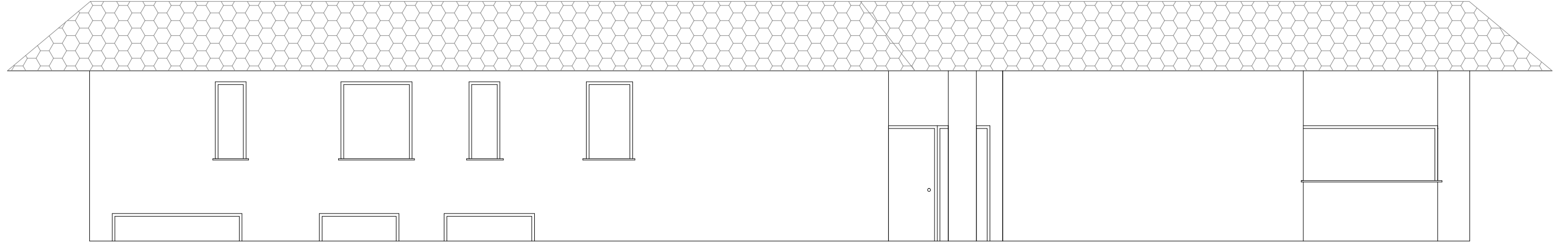
ALZADO PRINCIPAL



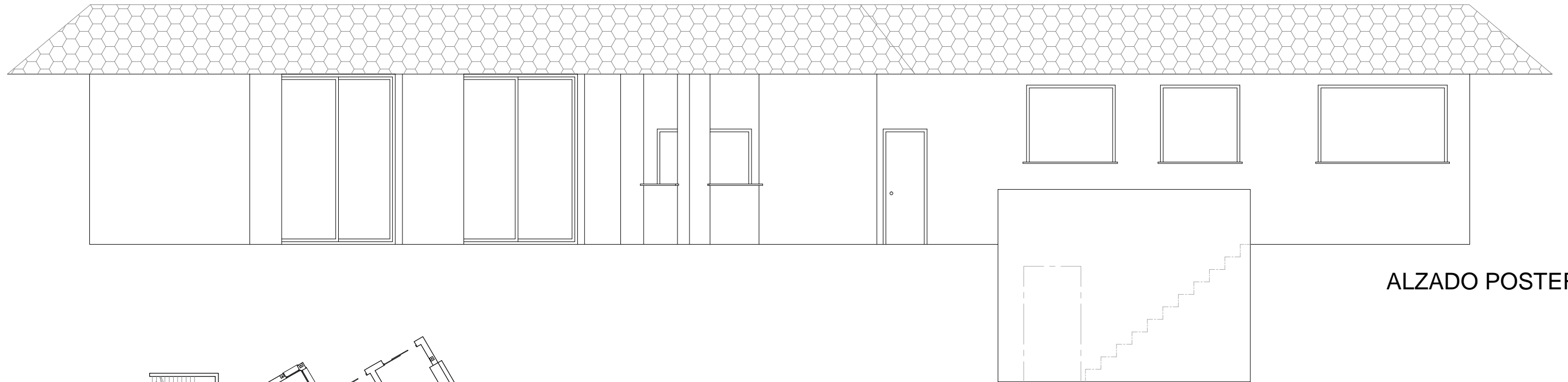
ALZADO POSTERIOR



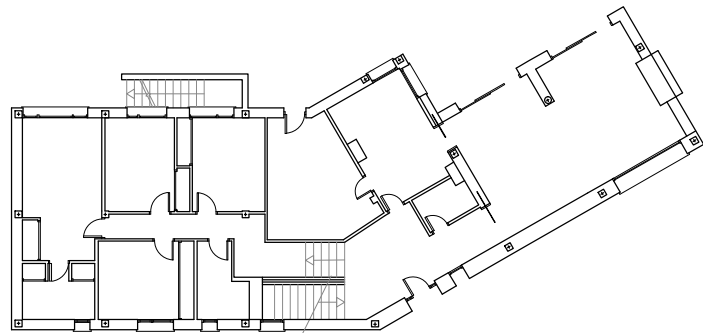
I.Edif_PFG_I18	ALZADOS	E: 1/75
 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNO: LOZANO SIMON ANGEL	CURSO 12-13
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	PROYECTO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 09





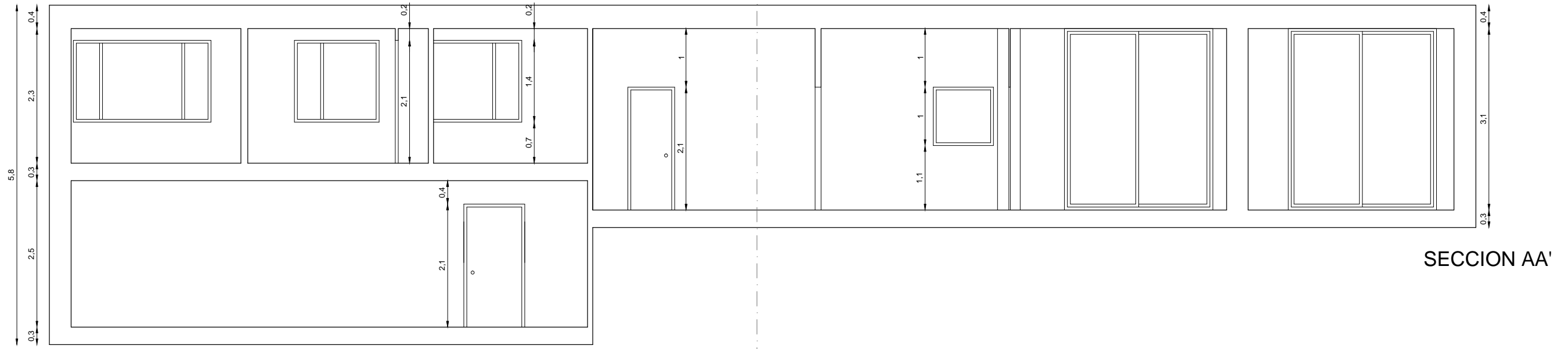
ALZADO PRINCIPAL



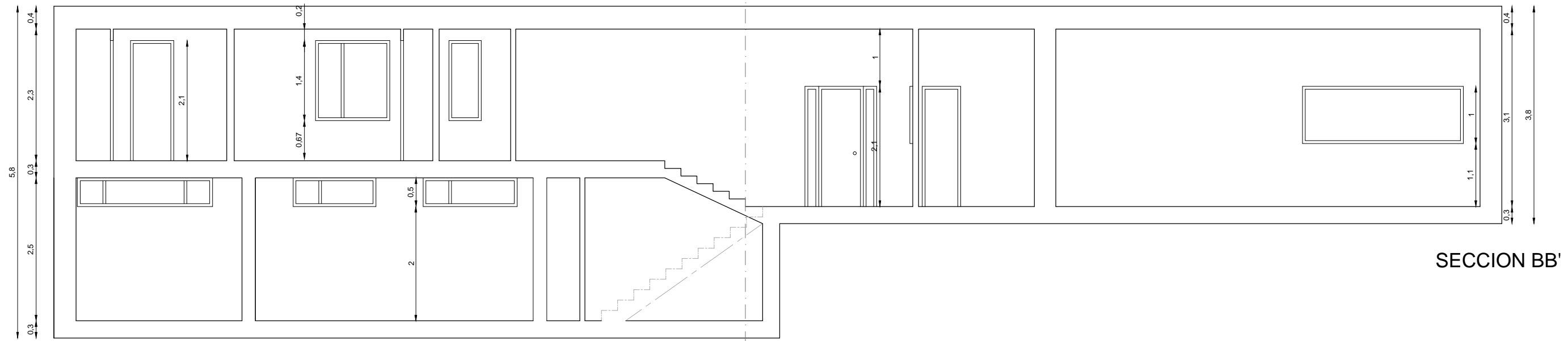
ALZADO POSTERIOR



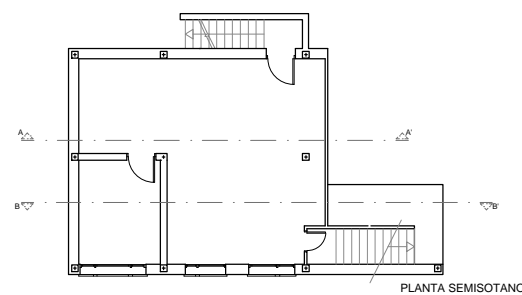
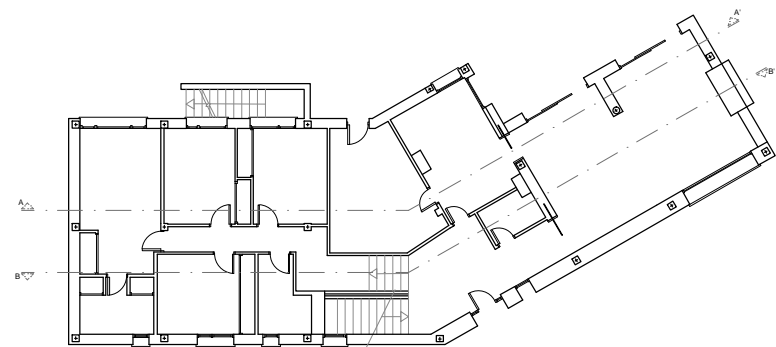
I.Edif_PFG_I18	ALZADOS	E: 1/75
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNO: LOZANO SIMON ANGEL	CURSO 12-13
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	PROYECTO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 10





SECCION AA'



SECCION BB'



PLANTA SEMISOTANO

I.Edif_PFG_I18	SECCIONES	E: 1/75
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNO: LOZANO SIMON ANGEL	CURSO 12-13
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	PROYECTO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 11