UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola Politècnica Superior d'Edificació
de Barcelona

ARQUITECTURA TÉCNICA Y EDIFICACIÓN

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

Proyectista/as: HELENA CAMPOS BAUTISTA

Director/es: TONI TALTAVULL y KÀTIA GASPAR FABREGAS

Convocatoria: SEPTIEMBRE 2024

RESUMEN

El trabajo de final de grado analiza la eficiencia energética de una vivienda de nueva construcción antes y después de la implementación de diversas mejoras. El objetivo es comparar la calificación energética, el consumo energético y los costos asociados, evaluando las ventajas a largo plazo de aplicar medidas de sostenibilidad. El caso de estudio es una vivienda unifamiliar en Lliçà d'Amunt, Barcelona, diseñada en planta baja y sótano, que inicialmente presenta una calificación energética baja (G), lo que implica un alto consumo energético y emisiones de CO2. El trabajo propone diversas mejoras: un sistema de aerotermia para reemplazar la calefacción y refrigeración tradicionales, la instalación de paneles fotovoltaicos para generar electricidad, un sistema de recogida de aguas grises para reducir el consumo de agua potable, y la mejora de la envolvente térmica mediante el uso de aislamiento térmico en fachada y cubierta, así como la sustitución de carpinterías exteriores por otras de mayor eficiencia. Tras la implementación de estas medidas, la vivienda obtiene una calificación energética A, lo que indica un consumo muy bajo de energía primaria no renovable (22,5 kWh/m² al año) y una reducción significativa en las emisiones de CO2 (3,8 $kgCO_2/m^2$ al año). Además, el uso de energías renovables cubre el 88% de la demanda energética de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria. El análisis económico revela que la inversión en estas mejoras, aunque supone un incremento inicial en el presupuesto de la obra, se amortiza en un plazo aproximado de seis años gracias al ahorro energético estimado en 10.835 euros anuales. Comparando los resultados, la vivienda pasa de una situación de alto consumo energético y baja eficiencia a un modelo de sostenibilidad energética, con una reducción notable de sus costos operativos y un menor impacto ambiental. En conclusión, las mejoras propuestas no solo se justifican económicamente, sino que también transforman la vivienda en un referente de eficiencia energética, con beneficios para el usuario y el medio ambiente a largo plazo.

ÍNDICE

RESUMEN **3**
ÍNDICE **4**
I. INTRODUCCIÓN **5**
1.1 Objetivo 5
1.2 Alcance del estudio 6
1.3 Metodología y fases de trabajo 7
II. MARCO TEÓRICO **8**
2.1 Normativa aplicable 8
III. CASO DE ESTUDIO **10**
IV. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA **16**
4.1 Comportamiento energético del estado actual 16
4.2 Propuestas de mejora energética 20
4.3 Comportamiento energético una vez aplicadas las mejoras 32
4.4 Comparativa calificaciones energéticas 35
4.5 Inversión 38
V. CONCLUSIONES **43**
VI. BIBLIOGRAFÍA **47**
VII. ANEJOS **49**
7.1 ANEJO I NORMATIVA APLICABLE 49
7.2 ANEJO II CÁLCULOS 52
7.3 ANEJO III PLANOS 84
7.4 ANEJO IV FICHAS TÉCNICAS 106
7.5 ANEJO V CERTIFICADOS ENERGÉTICOS 147
7.6 ANEJO VI PRESUPUESTOS 168

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo

Objetivo general

El objetivo principal de este trabajo es analizar las diferencias de la eficiencia energética de una vivienda de obra nueva estándar y esa misma vivienda después de haberle realizado ciertas mejoras energéticas en las instalaciones y la envolvente.

Se busca aplicar los conocimientos adquiridos sobre instalaciones mecánicas de fluidos para una vivienda y también poner en práctica la capacidad de diseñar y dimensionar instalaciones de climatización de una vivienda teniendo en cuenta sus usos, las normativas aplicables, la idoneidad y la eficiencia energética de los diferentes sistemas.

Objetivos específicos

- Realizar comparaciones de las calificaciones energéticas emitidas por una vivienda estándar y una autosuficiente.
- Comparar el presupuesto a corto y largo plazo de esta vivienda antes y después de las mejoras energéticas.
- Constatar si salen rentables estas mejoras y qué consecuencias positivas tendrán a largo plazo tanto económica como climáticamente.

1.2 Alcance del estudio

El alcance de este estudio será realizar una comparativa técnica y económica de una vivienda de obra nueva antes y después de aplicarle las correspondientes mejoras energéticas que se crean necesarias para conseguir un notable cambio en el consumo energético de la casa, un gran ahorro tanto energético como económico y un certificado de eficiencia energética A.

Para ello se tendrá en cuenta las características constructivas, el sistema de climatización, el aislamiento térmico y la integración de fuentes de energía renovables.

Se parte del estudio de un proyecto básico de una vivienda unifamiliar aislada, a partir del cual se analiza la instalación de sistemas de autogeneración de energía y acumulación de recursos renovables.

El análisis de la eficiencia energética de la vivienda antes y después aportará un criterio selectivo para la decisión sobre la relevancia de la realización de las citadas actuaciones y los posibles beneficios obtenidos tanto para el usuario como para el medio ambiente.

Al estar en fase de estudio se planteará la viabilidad de incluir las mejoras en el proyecto y no de realizar un cambio.

1.3 Metodología y fases de trabajo

El presente trabajo se divide en seis partes diferentes:

La primera parte se enfoca en analizar el marco teórico, tanto normativas, como recursos y herramientas.

La segunda parte se centra en el análisis y la recopilación de datos de la vivienda que se va a estudiar, explicando su ubicación, el clima y la arquitectura.

La tercera fase consta en realizar el análisis de certificación energética a través del programa CE3X del estudio de la vivienda actualmente, sin ninguna modificación.

La cuarta parte contempla las propuestas de mejoras a realizar en la vivienda para conseguir los objetivos propuestos.

El quinto punto se basa en la realización del análisis de certificación energética a través del programa CE3X de la vivienda una vez aplicadas todas las mejoras energéticas que se han propuesto anteriormente.

La sexta parte se basará en la realización de un presupuesto aproximado de lo que costarían las instalaciones previstas inicialmente, y lo que costarán una vez realizadas todas las mejoras que se prevén.

Finalmente, se analiza la diferencia de costes entre la primera y la segunda propuesta..

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Normativa aplicable

Las dos normativas que se aplican son las que se encargan de regular las certificaciones energéticas:

- *El Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) mediante el Real Decreto 1087/2007 (BOE, 2007).*
- *El Código Técnico de la Edificación (CTE) mediante el Real Decreto 314/2006 (BOE, 2006).*

Dentro del *Documento Básico Ahorro de Energía (DB-HE)* del *Código Técnico de la Edificación (CTE),* tenemos el *Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)*, sus exigencias principales son:

- Limitación del consumo energético: limitado en función de la zona climática de su ubicación, uso del suelo y alcance de la intervención. Satisfacer, en la mayor medida posible el uso de energías renovables.
- Control de la demanda energética: Los edificios deben contar con una envolvente térmica que reduzca las necesidades de energía primaria para garantizar el bienestar térmico. Además, se deben poder evitar descompensaciones en la calidad térmica y limitar la transferencia de calor entre espacios habitables.
- Requisitos de las instalaciones térmicas: lograr el bienestar térmico de los ocupantes, más desarrollado en el RITE.
- Requisitos de las instalaciones de iluminación: deben ser eficaces energéticamente, dispondrán de sistemas de control y regulación para optimizar el aprovechamiento de luz natural.
- Uso de fuentes renovables: para satisfacer las necesidades de agua caliente sanitaria y climatización de piscina cubierta, y además para la generación de energía eléctrica para uso propio o suministro a la red.
- Requisito de instalación de una infraestructura mínima para posibilitar la recarga de vehículos eléctricos.

El *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)* es un conjunto de normas técnicas y administrativas que fue aprobado por el Real Decreto 1027/2007 y que define los requisitos que deben cumplir las instalaciones térmicas (de climatización, calefacción y agua

caliente sanitaria) en los edificios. También regula las exigencias de eficiencia energética y de seguridad que deben cumplir estas instalaciones para satisfacer las demandas de bienestar e higiene de las personas y mejorar la eficiencia energética así como reducir el consumo energético en los edificios.

- Normativas de eficiencia energética: Las nuevas construcciones deben cumplir con requisitos específicos en términos de aislamiento térmico, eficiencia energética de los sistemas de climatización y calefacción, así como condiciones para la instalación de equipos de producción de agua caliente sanitaria.
- Certificación energética: Todos los edificios deben contar con una etiqueta de eficiencia energética que indique su consumo de energía y emisiones de CO2. Esta etiqueta es obligatoria tanto para los edificios nuevos como para los existentes que se pongan en venta o alquiler.
- Mantenimiento de las instalaciones: Los propietarios de los edificios tienen la responsabilidad de mantener en buen estado las instalaciones térmicas. Se establecen requisitos mínimos de mantenimiento y se requiere realizar revisiones periódicas para garantizar su funcionamiento adecuado.
- Inspecciones regulares: Las instalaciones térmicas deben someterse a inspecciones periódicas para verificar que funcionen correctamente y sean eficientes energéticamente. Estas inspecciones deben ser llevadas a cabo por empresas especializadas y autorizadas por las autoridades pertinentes.

III. CASO DE ESTUDIO

3.1 Datos de la parcela

El área de estudio se encuentra en el término municipal de Lliçà d'Amunt en la provincia de Barcelona, más concretamente en la Calle Caldes de Montbui, número 25. Su referencia catastral es: 4995401DG3049N0001QY.

La superficie del solar es de 769,00 m^2, y presenta una geometría poligonal irregular de cuatro lados.

La parcela limita sus lados de la siguiente manera:

- El lado este, el más largo con una longitud de 47,46 m, y limita con una parcela vecina.
- El lado norte limita con la Calle Caldes de Montbui y tiene una longitud de 17,05 m.
- El lado oeste limita con una parcela edificada y tiene una longitud de 45,67 m.
- El lado sur, el más corto, tiene una longitud de 14,71 m y limita con una parcela vecina.

La topografía del solar es irregular y está conformada en diversos niveles:

- Las cotas de rasante en el frente de la parcela se sitúan entre +220,80 y +221,40, según el plano topográfico.

El solar dispone de conexiones con la red de saneamiento general de vía pública, y queda pendiente de conexión de suministros de electricidad, agua corriente y telecomunicaciones.

Imagen 1: Emplazamiento del solar. (Fuente: propia).

3.2 Datos urbanísticos

Los parámetros a cumplir, a partir de la superficie de la parcela existente, según la zona donde se sitúa la parcela existente son los siguientes:

Zona: Subzona 3c. Unifamiliar.

- Superficie mínima de la parcela: 600,00 m2
- Fachada mínim de calle: 15,00 m.
- Diámetro mínimo del círculo inscriptible en la parcela: 15,00 m.
- Coeficiente de edificabilidad: 0,45 m2st / m2s
- Porcentaje máximo de ocupación: 45,00%
- Número máximo de plantas: PB + 1PP
    - Distancias a lindes:
    - Frente de parcela a calle: 7,00 m.
    - Laterales de parcela: 3,00 m.
    - Posterior de parcela: 3,00 m.

Características del entorno

La parcela existente se encuentra en una zona urbana ya consolidada, con todas las infraestructuras, entorno, viales y suministros de instalaciones totalmente acondicionadas.

Estado del edificio en caso de edificios existentes: preexistencias

La parcela no contiene construcciones, presentando arboledas y vegetaciones.

- *Condiciones higiénicas y de acceso al edificio: No hay.*
- *Condiciones de los servicios generales del edificio: No hay.*
- *Condiciones de seguridad y mantenimiento del edificio: No hay.*

3.3 Descripción del proyecto

Se propone la construcción de una vivienda unifamiliar de obra nueva aislada con los espacios exteriores de urbanización.

Antes de comenzar con los trabajos de construcción, se llevará a cabo la tala de árboles que se encuentran en la zona donde se construirá.

Posteriormente, se procederá con los trabajos de movimiento de tierras y excavación. Se planea aprovechar las tierras excavadas dejándolas en la propia parcela.

El programa funcional de la nueva vivienda se desarrolla en planta baja (zona habitable) y planta sótano (estacionamiento e instalaciones).

Planta baja:

Aquí se encuentra el acceso a la vivienda, con su vestíbulo, escalera interior de acceso al sótano, sala de estar-cocina, tres dormitorios, dos baños y área de lavado. También hay un espacio exterior cubierto, la piscina exterior y un segundo espacio exterior descubierto (zona de barbacoa).

Planta sótano:

En esta planta se encuentran la escalera interior, un espacio para instalaciones, un estudio y el estacionamiento de vehículos. También se ubica aquí el acceso rodado de vehículos.

Planteamiento constructivo de la nueva vivienda:

Se utilizará un sistema constructivo tradicional para la zona.

Cimentación y estructura:

Los pilares y techos serán de hormigón armado, sobre una cimentación corrida de hormigón armado y muros de contención de hormigón armado. El suelo de la planta baja estará compuesto por techo de hormigón armado y revestimiento cerámico unidireccional, formando una cámara sanitaria en la parte posterior. Los techos de las plantas serán de hormigón armado y revestimiento cerámico unidireccional. El suelo del sótano estará compuesto por solera armada de hormigón sobre terreno compactado.

Fachada y cubierta:

La fachada es de ladrillo visto y está formada por una hoja de ladrillo cerámico termoarcilla, aislamiento, cámara de aire, aislamiento de Poliestireno Expandido de 4 cm y en su interior estará compuesta por placa de yeso laminado y pintado.

Las carpinterías exteriores serán de aluminio sin perfiles de rotura térmica ni doble vidrio con cámara. La cubierta será tipo plana invertida, no transitable, con capa de pendientes, impermeabilización frente al agua, lámina separadora, aislamiento térmico, geotextil y acabado de baldosas cerámicas.

Composición fachada:

- Fábrica de ladrillo calado de (28x13,5x9cm), mortero de cemento 1:4 con junta de 1cm.
- Cámara de aire sin ventilación, 7 cm.
- Panel de lana mineral (0,036 W/mK) colocado con separadores, 7 cm.
- Ladrillo perforado de gran formato con doble cámara (pieza: 50x20x7cm) colocado con mortero mixto 1:2:10, 7 cm.
- Enlucido a buena vista con yeso YG, acabado liso con yeso YF, pintado con pintura plástica de acabado liso o (en el caso de baños y cocinas) enlucido a buena vista revuelto de mortero de cemento M-8 y alicatado con azulejo de Valencia colocado con mortero adhesivo

Composición cubierta:

- Baldosa cerámica de gres extrusionado antideslizante fijada con adhesivo cerámico, 0,8 cm.
- Mortero de cemento, 3 cm.
- Panel de poliestireno extruido XPS, con resistencia a la compresión >300KPa, superficie estriada y encolado (0,034 W/mK), 4 cm.
- Membrana impermeable PA-9 (UNE 104-402) formada por lámina de betún modificado LBM-48 adherida sobre imprimación, 0,10 cm.
- Formación de pendiente del 2% con mortero de cemento de espesor mínimo 4 cm, juntas de dilatación según planos 6 (promedio).
- Losa unidireccional aligerada de hormigón. Canto 300 mm.
- Enlucido a buena vista con yeso YG, acabado liso con yeso YF, pintado con pintura plástica de acabado liso, 1,5 cm.

Compartimentación interior y mobiliario fijo:

La compartimentación interior se realizará con paredes de ladrillo cerámico calado, con acabado enyesado y pintado. Las carpinterías interiores serán con premarco y marco y hojas de madera lacadas. Se colocarán falsos techos en toda la vivienda y los pavimentos serán

cerámicos tanto en el interior como en las zonas exteriores. Los sanitarios, mobiliario fijo y muebles de cocina serán de gama estándar.

Instalaciones:

La vivienda contará con instalaciones de electricidad, telefonía, fontanería, ACS (agua caliente sanitaria), climatización por aire frío, calefacción por radiadores, saneamiento con sistema separativo de aguas limpias y sucias. Para la producción de ACS, y calefacción por radiadores, se instalará una caldera.

IV. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA

4.1 Comportamiento energético del estado actual

4.1.1 Aplicación del certificado CE3X

Este informe tiene como objetivo analizar la calificación energética obtenida por el edificio de referencia, antes de realizarle las mejoras energéticas propuestas, de la vivienda unifamiliar aislada situada en la Calle Caldes de Montbui, Granollers, con código postal 08186, en la provincia de Barcelona. La evaluación se ha realizado de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente, utilizando la herramienta de certificación CEXv2.3.

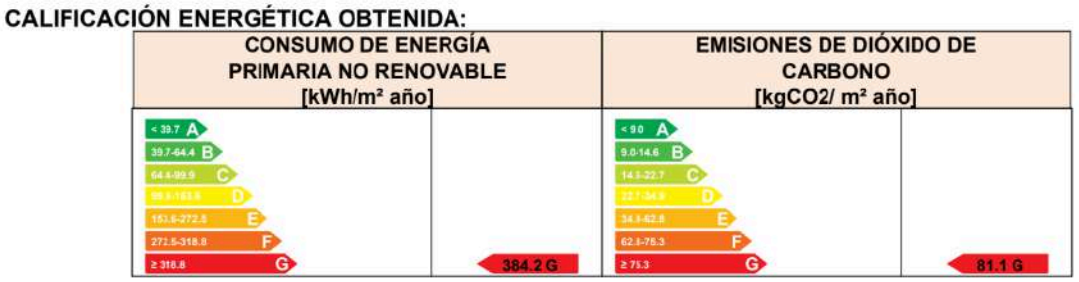


Imagen 2: Calificación energética obtenida antes (Fuente: CE3X).

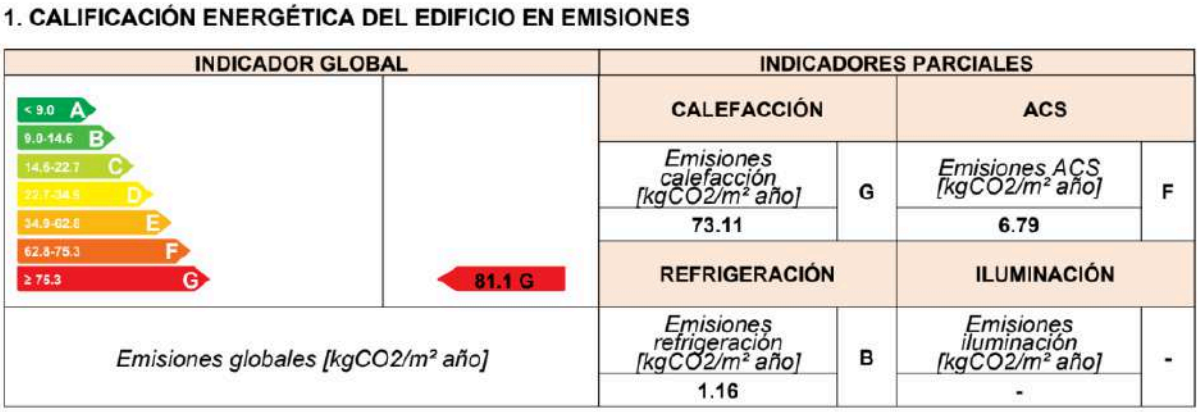


Imagen 3: Calificación energética del edificio en emisiones antes (Fuente: CE3X).

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
< 39.7 A 39.7-64.4 B 64.4-99.9 C 99.9-153.6 D 153.6-272.5 E 272.5-318.8 F ≥ 318.8 G	384.2 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m²año]	G	*Energía primaria ACS [kWh/m² año]*	G
		345.24		32.08	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		*Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]*	C	*Energía primaria iluminación [kWh/m²año]*	-
		6.84		-	

Imagen 4: Calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable antes (Fuente: CE3X).

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
< 19.7 A 19.7-32.0 B 32.0-49.5 C 49.5-76.2 D 76.2-125.7 E 125.7-147.0 F ≥ 147.0 G	179.3 G	< 3.9 A 3.9-6.4 B 6.4-9.9 C 9.9-15.2 D 15.2-18.3 E 18.3-22.5 F ≥ 22.5 G	4.8 B
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		*Demanda de refrigeración [kWh/m² año]*	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc…). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

Imagen 5: Calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración antes (Fuente: CE3X).

El edificio ha obtenido una calificación energética G, tanto en el apartado de consumo de energía primaria no renovable como en el de emisiones de dióxido de carbono. Esta clasificación indica un bajo nivel de eficiencia energética, lo cual implica un alto consumo energético y una alta emisión de gases contaminantes a la atmósfera.

- Consumo de energía primaria no renovable: 384,2 kWh/m² año (calificación G, la más baja en la escala).
- Emisiones de dióxido de carbono (CO_2): 81,1 kgCO_2/m² año (calificación G).

La evaluación de las instalaciones y la envolvente térmica del edificio refleja varios puntos críticos que contribuyen a la baja calificación energética:

➢ Instalaciones Térmicas:

- La vivienda cuenta con una caldera estándar para calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) con un rendimiento estacional de solo el 61.8%, lo cual indica una eficiencia muy baja para los estándares actuales.
- El sistema de refrigeración, aunque potente (13,77 kW), también presenta ineficiencias que contribuyen al alto consumo energético.

➢ Envolvente Térmica:

- Las transmitancias de los cerramientos opacos, que van desde 0.35 W/m²·K en los muros de fachada hasta 1,08 W/m²·K en muros con terreno, revelan una pobre capacidad de aislamiento, lo que resulta en una pérdida significativa de energía. Esto se ve agravado por las ventanas, que tienen una transmitancia de 2,72 W/m²·K, muy por encima de los valores recomendados para garantizar un buen aislamiento térmico.

Consumo y Emisiones por Sectores:

➢ Calefacción: 345,24 kWh/m² año, con una clasificación de G.

➢ Agua Caliente Sanitaria (ACS): 32,08 kWh/m² año, también clasificada en G.

➢ Refrigeración: 6,84 kWh/m² año, con una mejor clasificación de C, lo que indica que la refrigeración es más eficiente que otros sistemas.

➢ Iluminación: No se dispone de datos en el certificado energético sobre este aspecto.

El edificio objeto de estudio presenta una calificación energética G, lo que evidencia una ineficiencia energética severa. Las altas cifras de consumo de energía primaria no renovable (384,2 kWh/m² año) y las elevadas emisiones de CO_2 (81,1 kgCO_2/m² año) subrayan la evidente necesidad de realizar mejoras sustanciales en las instalaciones y la envolvente térmica para reducir tanto el impacto ambiental como los costos energéticos asociados al uso de la vivienda.

Aunque el certificado energético de la vivienda refleja una calificación G, lo que indica que su desempeño energético es inferior a los estándares establecidos por la normativa actual del Código Técnico de la Edificación (CTE). No obstante, esta calificación se debe a que la vivienda ha sido diseñada y construida con instalaciones y sistemas tradicionales, típicos de la mayoría de las viviendas construidas hasta el día de hoy.

El objetivo de este enfoque ha sido establecer una base comparativa que nos permita evaluar el impacto de las mejoras propuestas. Al aplicar estas medidas correctivas, como la

optimización de los sistemas de aislamiento, climatización y la incorporación de tecnologías más eficientes, se puede analizar de forma tangible el ahorro energético y la reducción en el consumo que generan dichas mejoras.

De esta forma, el proyecto no solo busca adaptarse progresivamente a los requerimientos del CTE, sino también fomentar la transición hacia viviendas más sostenibles, sin perder de vista la realidad constructiva y de instalaciones predominantes en el parque inmobiliario actual.

En el anejo V se puede ver el Certificado Energético completo.

4.2 Propuestas de mejora energética

4.2.1 Soluciones en instalaciones

a. Sistema de aerotermia

Actualmente tenemos un sistema de climatización que consta de una caldera para la producción de ACS y la alimentación de los radiadores, y aires acondicionados para la refrigeración de la vivienda. Este sistema se sustituirá por un sistema de aerotermia que añadiremos a la vivienda, el cual utilizará la energía térmica contenida en el aire exterior para la calefacción, refrigeración y producción de agua caliente sanitaria de la vivienda. El sistema constará principalmente de un compresor, un intercambiador de calor, un depósito de acumulación para el ACS y una unidad interior conectada a fancoils.

Durante el invierno, el sistema extraerá el calor del aire exterior y lo transferirá al interior de la vivienda para la calefacción. En verano, el proceso se invertirá, extrayendo el calor del interior de la vivienda y liberándolo al aire exterior para la refrigeración. Este intercambio de calor se realizará mediante un refrigerante que circulará entre el compresor y el intercambiador de calor.

Este sistema es una opción eficiente y sostenible, ya que aprovecha una fuente de energía renovable y limpia, como es el aire exterior y contribuye a la reducción de emisiones de CO2 y al ahorro energético a largo plazo.

Se han descartado otros sistemas eficientes como la geotermia ya que no disponemos de superficie suficiente para la instalación del circuito exterior ya que los captadores verticales necesitan un espacio entre ellos de entre 3 y 5 metros para evitar interferencias.

b. Paneles fotovoltaicos

Se añadirá un sistema de generación de electricidad a través de la instalación de paneles fotovoltaicos en la cubierta de la vivienda, los cuales sirven para capturar la luz solar y convertirla en electricidad. Estos paneles estarán conectados a microinversores (instalados bajo los mismos paneles) los cuales se encargarán de convertir la corriente continua (CC) generada por los paneles en corriente alterna (CA), que es la forma de electricidad que se utiliza en los hogares. El sistema estará conectado a la red eléctrica para permitir la venta de excedentes de energía y recibir electricidad cuando sea necesario. Este sistema

proporcionará una fuente de energía renovable y ayudará a reducir la dependencia de la red eléctrica tradicional, así como los costos asociados con el consumo de energía.

c. Sistema de recogida de aguas

Como ya está contemplada la separación de aguas limpias y sucias, se añadirá un sistema de recogida de aguas grises de los lavamanos y de las duchas conectado con las cisternas de los baños. Este sistema implicará la recogida del agua que se utilizará en estos dispositivos y su redirección hacia un sistema de almacenamiento. Para ello se instalará un depósito de PVC de 2000 L en la planta sótano de la vivienda que constará también de un filtro. El agua recogida y almacenada se utilizará para alimentar las cisternas de los inodoros, para ello se instalará una bomba con un presostato que actuará sobre la bomba cuando se abra un grifo y baje la presión. El depósito estará conectado a la red de alcantarillado por la parte superior para que así, cuando rebose, ese agua sobrante vaya al alcantarillado. Este sistema ayudará a reducir el consumo de agua potable y disminuirá la carga sobre los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

4.2.2 Soluciones en envolvente térmica

a. Fachada

Para mejorar la eficiencia energética de la vivienda y el confort del hogar, se ha optado por un sistema de aislamiento térmico exterior (SATE), que consiste en colocar el aislamiento térmico en las paredes exteriores del edificio. Esta técnica mejora el rendimiento térmico general del edificio y permite un ahorro sustancial de energía.

La fachada estará formada por una hoja de ladrillo cerámico, una capa de mortero de adhesión, aislante térmico EPS (más transpirable e impermeable), anclaje mecánico (en este caso, espigas), una malla de refuerzo, enlucido monocapa y revoco de mortero de cal blanco en capa fina.

b. Carpinterías exteriores

Para las carpinterías exteriores se ha optado por sustituir las ventanas de aluminio, por ventanas de PVC (Policloruro de Vinilo) con perfiles de rotura térmica y doble vidrio con cámara. Estas ventanas mejoran el aislamiento térmico ya que retienen mejor el calor en el interior durante el invierno y mantienen el calor afuera durante el verano. También ofrecen un mejor aislamiento acústico que el aluminio. Esto significa que pueden ayudar a reducir el ruido exterior. También una de las características mecánicas que se ha tenido en cuenta a la hora de escoger cambiar las carpinterías de aluminio por unas de PVC es que no se corroerá con el tiempo, lo que lo hace ideal para áreas costeras o lugares con alta humedad.

c. Cubierta

Para reforzar el aislamiento de la cubierta modificaremos su composición añadiendo dos capas de fieltro geotextil de 2 mm antes y después de la capa de XPS que cambiaremos la que tenemos de 4 cm por una de 10 cm, cambiaremos la membrana impermeable de 4,8 mm por dos cruzadas de 3 mm 4 mm y finalmente añadiremos un acabado de gravas ya que absorben menos el calor que las baldosas cerámicas.

4.2.3 Propuesta

Instalación de climatización

La unidad exterior del equipo de generación térmica para climatización se ubicará en la cubierta del edificio y las unidades interiores que distribuirán el aire climatizado se situarán en el falso techo de uno de los cuartos de baño y de la zona de lavado. Los equipos se conectarán mediante una red de tuberías frigoríficas. El aire calentado o enfriado será transportado por la red de conductos hasta las distintas estancias de la vivienda, y será introducido al interior a través de las rejas de difusión.

El retorno del aire a la máquina, para su correspondiente tratamiento, será mediante rejas situadas en los falsos techos que actuarán para conducir el aire hasta la unidad interior mediante plenum, sin conductos.

Mediante dos termostatos, situados uno en el comedor y otro en la habitación principal, se podrá regular la temperatura deseada. Éstos se instalarán fuera de la influencia del aire de

impulsión para evitar una incorrecta regulación. La unidad exterior del equipo de generación de ACS se ubicará en la cubierta de la vivienda y el depósito de acumulación se situará en el garaje. Los equipos se conectarán mediante una red de tuberías frigoríficas..

Instalación de ACS

El agua caliente sanitaria se generará mediante un grupo de bomba de calor aerotérmica, que será la misma que para la producción de la climatización. No se contará con contribución solar térmica para la producción de ACS.

De acuerdo con lo establecido en el Código Técnico de la Edificación (CTE) en el Documento Básico de Salubridad (DB-HS), artículo 13, se especifica que "los edificios deben contar con sistemas adecuados que suministren agua potable a los equipos sanitarios de manera eficiente y sostenible. Esto implica proporcionar caudales suficientes para su correcto funcionamiento, sin alterar sus características potables, y prevenir posibles retornos que contaminen la red. Asimismo, se deben incorporar medios para ahorrar y controlar el consumo de agua. Los sistemas de producción de agua caliente que dispongan de acumuladores, así como los puntos de uso, deben estar diseñados para evitar la proliferación de bacterias patógenas."

Las instalaciones de Agua Fría Sanitaria (AFS) y Agua Caliente Sanitaria (ACS) de la vivienda unifamiliar en este proyecto cumplen con los requerimientos del CTE DB-HS 4, el Decreto 21/2006 sobre criterios de ecoeficiencia y las indicaciones de la compañía suministradora para asegurar la calidad del agua.

Diseño e Instalación

El sistema se conectará a la red pública de agua potable situada fuera de la parcela. Incluirá una preinstalación que abarcará el contador de agua, que se conectará a la acometida y al tubo de alimentación. Esta instalación contará con:

- Válvula de corte general.
- Grifo de comprobación.
- Filtro retenedor de residuos.
- Válvula de retención.

- Llaves de sectorización en cada área húmeda (baño, cocina, aseo).

Además, se instalarán llaves de corte individuales en cada punto de consumo. El circuito de agua fría correrá en paralelo al de agua caliente, manteniendo una distancia mínima de 50 mm entre ambos en caso de que compartan un plano vertical, lo que ayudará a evitar condensaciones. Todas las tuberías estarán debidamente aisladas para prevenir la pérdida de temperatura, contribuyendo así al ahorro energético.

Equipos y Materiales

Los materiales y equipos cumplen con las normativas establecidas en el apartado de "Productos de la construcción" del DB HS-4 del CTE y otras normativas aplicables. El tubo de alimentación será de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) con una presión nominal de 16 atmósferas (PN 16 atm). La preinstalación del contador general de agua será de 32 mm de diámetro nominal (DN 32), e incluirá una válvula de corte manual de latón, un grifo de comprobación, un filtro retenedor de residuos también de latón, una válvula de retención y una válvula de seguridad de acero inoxidable.

Las tuberías interiores se instalarán con polietileno reticulado, y todas las que transporten fluidos con temperaturas entre -50°C y 105°C estarán aisladas con fundas de espuma elastomérica de 30 mm de espesor, con un nivel de resistencia al vapor de agua según la norma UNE-EN 13501-1, clase de reacción al fuego BL-s1, d0.

Los sistemas antirretorno se colocarán en puntos estratégicos, como después de los contadores, en la base de las tuberías ascendentes, antes del equipo de tratamiento de agua, en los tubos de alimentación no destinados a uso doméstico y antes de equipos de refrigeración o climatización. Estos antirretornos estarán combinados con grifos de vaciado para facilitar el vaciado de cualquier tramo de la red si fuese necesario. Además, las instalaciones de agua no podrán conectarse directamente con redes de evacuación o de suministro de agua procedente de otras fuentes distintas a la red pública.

Mantenimiento

El diseño de las instalaciones permite vaciar cualquier tramo de la red de tuberías, facilitando su mantenimiento. Las tuberías, incluso las instalaciones particulares en el interior de la

vivienda, se han diseñado para que sean accesibles y permitan un mantenimiento sencillo. Para ello, se ha procurado que las tuberías queden a la vista o que estén ubicadas en huecos o patinillos registrables. También se dispondrán de arquetas y registros cuando sea necesario.

El suministro de agua llegará directamente desde la red pública hasta la línea de fachada de la vivienda, donde se instalará el contador en un armario de fácil acceso, según las especificaciones de la compañía suministradora. Esto garantiza un adecuado mantenimiento, conservación y evacuación en las redes de saneamiento.

Instalación de paneles fotovoltaicos

La superfície útil que se tendrá en cuenta a la hora de instalar los módulos fotovoltaicos será la cubierta de la vivienda, la cual tiene 180 m^2. Por lo tanto hay espacio suficiente para la instalación de los módulos y para poder realizar el mantenimiento de la misma.

Se propone instalar 8 módulos fotovoltaicos de 415 Wp de potencia. De esta manera la instalación sumará un total de 3,32 kWp. Y se propone también instalar un microinversor de 295 V en cada uno de los módulos o paneles.

Los módulos fotovoltaicos se conectarán formando una cadena de 8 módulos en serie. Se colocarán alineados con la orientación del tejado, es decir, con una orientación 0º Sur y con una inclinación de 15º. Estarán instalados sobre una estructura inclinada fijada a varios soportes de hormigón para garantizar su estabilidad ante el viento.

Estos módulos se instalan verticalmente y se aseguran firmemente a la estructura metálica inclinada. La instalación fotovoltaica será monofásica.

Componentes de la instalación

a. *Módulos fotovoltaicos*

Se instalarán un total de 8 módulos fotovoltaicos conectados en serie con una tensión máxima de 36,0 V y una intensidad máxima de 11,52 A.

Tipo de conexión: Los módulos fotovoltaicos se conectarán formando varias cadenas de varios módulos conectados en serie para alcanzar la tensión de entrada deseada al inversor. La intensidad que circula por un grupo de módulos conectados en serie está

definida por la intensidad del módulo menos favorable. Por lo tanto, para maximizar la producción de la planta, es importante conectar en serie módulos que tengan condiciones de radiación lo más similares posible. Al mismo tiempo, se busca minimizar las longitudes de cable utilizadas para reducir el costo de la instalación y las pérdidas por efecto Joule. Estos son los criterios que se han seguido al diseñar la conexión eléctrica de los módulos fotovoltaicos.

b. Inversor de corriente para conexión a red

Se instalarán microinversores con una tensión máxima de entrada en CC de 60 V y mínima de 22 V.

c. Estructura módulos fotovoltaicos

La cubierta de la vivienda donde se colocarán los módulos fotovoltaicos está formada por gravas, lo que conlleva que se tenga que colocar una estructura metálica para collar en ella los módulos. Esta estructura estará formada por perfiles largos de aluminio con forma inclinada, fijados al forjado existente y con las uniones impermeabilizadas para evitar filtraciones y humedades.

d. Protecciones eléctricas

Se han previsto protecciones para la desconexión del sistema fotovoltaico de la red, de manera que cualquier variación o anomalía en las condiciones de trabajo permita la desconexión para no afectar ni a los usuarios de la red ni a la propia instalación eléctrica.

Dado que se ha optado por la instalación de microinversores, solo se ha previsto la colocación de protecciones aguas abajo del inversor donde la corriente es alterna.

e. Protecciones corriente alterna

Colocaremos tres tipos de interruptores para la protección

- En la salida del inversor, además de las propias protecciones incorporadas al microinversor, se instalará un interruptor automático termomagnético adecuado a la intensidad de salida del inversor.
- Además, para proteger a las personas contra posibles fugas de corriente, se instalará un interruptor diferencial.

- Finalmente, y para proteger la instalación de posibles sobretensiones producidas por defectos en la red eléctrica y/o tormentas eléctricas, también se incluirá un protector de sobretensiones.

f. Cableado y conductores entre conexiones

Todas las conexiones de los paneles a los microinversores se realizarán con conectores MC4 y cable de 4 mm2 de cobre H1Z2Z2-K 1,5/1,8 kV.

Las conexiones desde los microinversores hasta las protecciones de corriente alterna (CA) y desde las protecciones de CA hasta la red se realizarán con cable de 4 mm2 de cobre RZ1-K 0,6/1 kV, en tubo semirrígido de 25 mm.

La toma de tierra de la estructura y los paneles fotovoltaicos seguirá un esquema TT. Se conectarán las masas de la instalación a una tierra independiente de la de la red de distribución pública (punto 8.2 de la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, REBT); la sección de este conductor no será inferior a 2,5 mm² de cobre (punto 8 de la ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, REBT).

Principales actuaciones

Las principales acciones necesarias para realizar la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo son las siguientes:

- Fijación de la estructura metálica y colocación y conexión de los módulos fotovoltaicos.
- Tramado de la línea de tierra de la instalación fotovoltaica.
- Tramado de la línea eléctrica fotovoltaica de corriente alterna (CA) desde los microinversores hasta el punto de conexión.
- Instalación de caja de protecciones.

Instalación para la reutilización de las aguas

El proyecto incorporará toda la red de saneamiento necesaria para desaguar las aguas pluviales de cubierta y las aguas grises de los lavabos. Toda la red sobre rasante será de

polipropileno para una evacuación insonorizada. La red enterrada se realizará mediante tubos de PVC.

El sistema de saneamiento del edificio será del tipo separativo. Los bajantes seguirán su recorrido por los puntos indicados en los planos. El desagüe de los aparatos sanitarios se realizará por el falso techo del piso inferior hasta conectar con el bajante o directamente con los pericones de la planta baja. La pendiente de los desagües de los aparatos sanitarios será como mínimo del 1,5% en todo su recorrido hasta el bajante. Todos los aparatos sanitarios contarán con sifón individual para evitar la transmisión de olores desde la red de saneamiento al interior de los locales.

Esta red de recogida de aguas grises se conectará a un depósito de acumulación de agua, el cual estará conectado a la red de alcantarillado ya que en el caso de que se llene el depósito, las aguas sobrantes se conducirán hasta ahí. Finalmente para la recirculación de estas aguas una vez entradas en el depósito y filtradas a través de un filtro que se añadirá en las propias tuberías de antes de entrar al depósito, instalaremos un grupo de presión para poder recircular este agua hacia las cisternas de los inodoros.

Componentes y materiales:

Se propone el uso de tuberías de PVC y Polipropileno tricapa para la instalación, junto con un filtro para depurar el agua antes de incorporarla al depósito de acumulación y un grupo de presión para retornar el agua una vez filtrada.

La instalación irá siempre sujeta con abrazaderas tipo isofónica. En las partes inferiores de los bajantes, así como en los techos de zonas permanentemente ocupadas se aislarán con material fono absorbente tipo PKB2, en el caso que no sean ya preparadas.

Todas las uniones se harán a través de accesorios abocardados con junta de goma. Se admitirán las soluciones en base a termofusión siempre y cuando se hagan con materiales homologados y con demostrada experiencia.

Sistema a utilizar:

- Interior: separativo
- Salida: Unitario-mixto

Por gravedad saldrán todas las aguas que tengan cota suficiente hasta la red pública de alcantarillado.

Las recogidas que queden por debajo se bombearán hasta una cota que pueda salir por gravedad.

En los casos de colectores horizontales se irá a pendientes mínimas del 2% para colectores enterrados y del 1% para colectores vistos, que es nuestro caso.

Las recogidas de todos los aparatos se harán, conforme a las normativas vigentes, a través de sifón con cierre hidráulico, ya sea incorporado en el propio aparato (inodoros, vertederos y urinarios) o externos (lavabos y fregaderos).

Se conducirán con un diámetro de 32 mm en el caso de los lavamanos y de 40 mm en el caso de las duchas.

Todos los aparatos se conectarán a los bajantes más cercanos, con las siguientes consideraciones:

- ➢ Todas las recogidas de cubierta se harán mediante canalones que dispondrán de protección metálica, tanto para impedir la entrada al sistema de elementos extraños y evitar la salida de animales que transiten por la red.
- ➢ Los colectores horizontales para las recogidas de duchas, fregaderos y lavabos: Su pequeño diámetro permite llevarlas empotradas a la pared, recogiendo toda la batería, pinchando en el techo en su extremo final.

Fachada

Las fachadas serán de obra de fábrica compuesta por dos hojas de ladrillo cerámico con aislamiento térmico y cámara de aire. El acabado exterior será con SATE. Las fachadas tendrán un grado de impermeabilidad de 3 (edificio en zona eólica C, altura del edificio <15m y zona pluviométrica III).

Composición después:

- ➢ Revoco de mortero de cemento 1:4.
- ➢ Aislamiento con poliestireno expandido EPS.
- ➢ Revoco de mortero de cemento 1:4.
- ➢ Fábrica de ladrillo calado de (28x13,5x9cm), mortero de cemento 1:4 con junta de 1cm.

- Cámara de aire sin ventilación, 7 cm.
- Panel de lana mineral (0,036 W/mK) colocado con separadores, 7 cm.
- Ladrillo perforado de gran formato con doble cámara (pieza: 50x20x7cm) colocado con mortero mixto 1:2:10.
- Enlucido a buena vista con yeso YG, acabado liso con yeso YF, pintado con pintura plástica de acabado liso o (en el caso de baños y cocinas) enlucido a buena vista revuelto de mortero de cemento M-8 y alicatado con azulejo de Valencia colocado con mortero adhesivo.

Carpinterías exteriores

La carpintería exterior será de PVC con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara de aire. Las aberturas cuentan con protección solar exterior mediante lamas correderas orientables de PVC.

Todas las ventanas o balconeras disponen de persiana enrollable. La designación de los vidrios es: (interior-cámara-exterior).

Ventanas con rotura de puente térmico y doble acristalamiento oscilobatiente, y correderas de dos hojas.

Cubierta

Cubierta invertida plana transitable con acabado de gravas de canto rodado con pendiente del 2%.

Composición después:

- Capa de gravas de canto rodado.
- Mortero de cemento, 3 cm.
- Panel de poliestireno extruido XPS, con resistencia a la compresión >300KPa, superficie estriada y encolado (0,034 W/mK), 10 cm.
- Membrana impermeable PA-9 (UNE 104-402) formada por lámina de betún modificado LBM-48 adherida sobre imprimación, 0,10 cm.

- Formación de pendiente del 2% con mortero de cemento espesor mínimo 4 cm, juntas de dilatación según planos 6 (promedio).
- Losa unidireccional aligerada de hormigón. Canto 300 mm.
- Enlucido a buena vista con yeso YG, acabado liso con yeso YF, pintado con pintura plástica de acabado liso, 1,5 cm

En el anejo II se pueden ver la totalidad de los cálculos de las instalaciones.

4.3 Comportamiento energético una vez aplicadas las mejoras

4.3.1 Aplicación del certificado CE3X

Este informe tiene como objetivo analizar la calificación energética obtenida por la vivienda unifamiliar aislada situada en Calle Caldes de Montbui, Granollers, con código postal 08186, en la provincia de Barcelona, una vez realizadas las mejoras propuestas. La evaluación se ha realizado siguiendo el procedimiento establecido por la normativa vigente, utilizando la herramienta CEXv2.3, en cumplimiento con el CTE de 2013.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
22.5 A	3.8 A

Imagen 6: Calificación energética obtenida después (Fuente: CE3X).

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
3.8 A		CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	A	*Emisiones ACS [kgCO2/m² año]*	A
		1.85		0.32	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales [kgCO2/m² año]		*Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]*	A	*Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]*	-
		0.08		-	

Imagen 7: Calificación energética del edificio en emisiones después(Fuente: CE3X).

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
< 39.7 A 39.7-64.4 B 64.4-99.9 C 99.9-153.6 D 153.6-272.5 E 272.5-318.8 F ≥ 318.8 G	22.5 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m²año]	A	*Energía primaria ACS [kWh/m² año]*	A
		10.90		1.91	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		*Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]*	A	*Energía primaria iluminación [kWh/m²año]*	-
		0.47		-	

Imagen 8: Calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable después (Fuente: CE3X).

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
< 19.7 A 19.7-32.0 B 32.0-49.5 C 49.5-76.2 D 76.2-125.7 E 125.7-147.0 F ≥ 147.0 G	84.7 E	< 3.9 A 3.9-6.4 B 6.4-9.9 C 9.9-15.2 D 15.2-18.3 E 18.3-22.5 F ≥ 22.5 G	3.6 A
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		*Demanda de refrigeración [kWh/m² año]*	

Imagen 9: Calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración después (Fuente: CE3X).

El edificio ha obtenido una excelente calificación energética A en todos los aspectos evaluados, tanto en el consumo de energía primaria no renovable como en las emisiones de dióxido de carbono (CO_2). Esto significa que la vivienda presenta un alto nivel de eficiencia energética, destacándose por su bajo impacto ambiental y consumo energético.

- Consumo de energía primaria no renovable: 22,5 kWh/m² año, calificado con A.
- Emisiones de dióxido de carbono (CO_2): 3,8 kgCO_2/m² año, también calificadas con A.

La vivienda cuenta con características y sistemas eficientes que contribuyen a su alta calificación energética:

- ➢ Instalaciones Térmicas:
  - ○ La vivienda está equipada con una bomba de calor de alto rendimiento para calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS.

- El sistema de energías renovables cubre un 88.38% de la demanda energética de calefacción, refrigeración y ACS, lo que contribuye significativamente a la reducción del consumo de energía no renovable.

- Envolvente Térmica:
  - Los cerramientos opacos y huecos de la vivienda presentan una transmitancia térmica baja, con valores de 0,19 W/m²·K en la fachada oeste y de 1,97 W/m²·K en las ventanas, lo que garantiza un excelente aislamiento térmico.

Consumo y Emisiones por Sectores:

- Calefacción: 10,9 kWh/m² año, con una calificación A.
- Agua Caliente Sanitaria (ACS): 1,91 kWh/m² año, calificado con A.
- Refrigeración: 0,47 kWh/m² año, también con calificación A.

Estos valores reflejan un bajo consumo energético global, sustentado por el uso eficiente de la bomba de calor y el aprovechamiento de energías renovables.

Demanda Energética:

A pesar de los excelentes resultados globales, la demanda energética de calefacción es un área que presenta oportunidades de mejora:

- Demanda de calefacción: 84,7 kWh/m² año, calificado con E. A pesar de los buenos sistemas instalados.
- Demanda de refrigeración: 3,6 kWh/m² año, calificado con A, lo que indica un consumo muy eficiente para la refrigeración.

En resumen, el edificio presenta una calificación energética global A, lo que demuestra un alto nivel de eficiencia y un bajo impacto ambiental. Sin embargo, existe margen para reducir la demanda de calefacción, que está calificada con una E, pero al compararla con el certificado energético de la vivienda antes de aplicarle las mejoras podemos ver que hay una gran mejora respecto a este valor, por lo que, todo y ser bajo, podemos apreciar una mejora sustancial.

En el anejo V se puede ver el Certificado Energético completo.

4.4 Comparativa calificaciones energéticas

4.4.1. Características Generales del Edificio

Característica	Certificado Inicial (Sin Mejoras)	Certificado Mejorado (Con Mejoras)
Superficie Habitable	130,94 m²	130,94 m²
Zona Climática	C2 (Granollers)	C2 (Granollers)
Año de Construcción	2024	2024
Normativa Vigente	CTE 2013	CTE 2013
Calificación Energética Global	G	A
Consumo Energía Primaria No Renovable	384,2 kWh/m² año (G)	22,5 kWh/m² año (A)
Emisiones de CO_2	81,1 kgCO_2/m² año (G)	3,8 kgCO_2/m² año (A)

4.4.2. Envolvente Térmica

Elemento	Certificado Inicial (Sin Mejoras)	Certificado Mejorado (Con Mejoras)
Transmitancia de Fachadas	Entre 0,35 y 1,08 W/m²·K (altos valores)	Entre 0,19 y 0,32 W/m²·K (mejorados)
Ventanas	2,72 W/m²·K	1,97 W/m²·K
Cubierta	0,62 W/m²·K	0,28 W/m²·K
Suelo con Terreno	0,40 W/m²·K	0,36 W/m²·K

En el certificado inicial, las fachadas y ventanas presentaban una transmitancia térmica relativamente alta, lo que indica que la vivienda perdía energía fácilmente. Tras las mejoras, la transmitancia de los cerramientos y ventanas ha sido reducida notablemente, aumentando la capacidad de aislamiento de la vivienda y reduciendo la demanda de calefacción y refrigeración.

4.4.3. Instalaciones Térmicas

Elemento	Certificado Inicial (Sin Mejoras)	Certificado Mejorado (Con Mejoras)
Sistema de Calefacción	Caldera estándar (Gas Natural), Rendimiento: 61,8%	Bomba de Calor, 88,38% Energía Renovable
Refrigeración	Máquina Frigorífica, 137,7 kW	Bomba de Calor, 17,22 kW
Energía Renovable	No aplicable	88,38% cobertura de demanda energética
Generación eléctrica	No disponible	4685,16 kWh/año autoconsumo solar

La mayor mejora en las instalaciones se observa en la sustitución de la caldera de gas natural por una bomba de calor de alto rendimiento, lo que ha reducido drásticamente el consumo de energía no renovable. Además, la incorporación de energías renovables para cubrir casi el 90% de la demanda energética de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria ha sido clave para la mejora de la calificación energética global.

4.4.4. Consumo y Emisiones

Elemento	Certificado Inicial (Sin Mejoras)	Certificado Mejorado (Con Mejoras)
Calefacción (Consumo)	345,24 kWh/m² año (G)	10,9 kWh/m² año (A)
Refrigeración (Consumo)	6,84 kWh/m² año (C)	0,47 kWh/m² año (A)
ACS (Consumo)	32,08 kWh/m² año (G)	1,91 kWh/m² año (A)
Emisiones de CO_2	81,1 kgCO_2/m² año (G)	3,8 kgCO_2/m² año (A)

Las mejoras en las instalaciones han reducido drásticamente el consumo energético y las emisiones de CO_2. Inicialmente, la calefacción y el ACS eran responsables de un consumo muy elevado, lo que contribuía a una alta emisión de CO_2. Con las mejoras, el consumo de estos sistemas ha caído a niveles muy bajos, ayudando a la vivienda a alcanzar una calificación A en todas las categorías de consumo.

4.4.5. Demanda Energética

Elemento	Certificado Inicial (Sin Mejoras)	Certificado Mejorado (Con Mejoras)
Demanda de Calefacción	179,3 kWh/m² año (G)	84,7 kWh/m² año (E)
Demanda de Refrigeración	4,8 kWh/m² año (B)	3,6 kWh/m² año (A)

Aunque la demanda de calefacción ha mejorado, sigue siendo relativamente alta, lo que refleja las limitaciones del aislamiento térmico en condiciones climáticas frías. Sin embargo, la demanda de refrigeración ha mejorado considerablemente, alcanzando una A, lo que demuestra la efectividad del aislamiento mejorado y las nuevas instalaciones.

4.4.6. Conclusiones

La comparativa muestra una mejora drástica en la eficiencia energética de la vivienda tras la implementación de diversas mejoras en las instalaciones y la envolvente térmica. Mientras que el certificado inicial posicionaba al edificio en una G, tanto en consumo como en emisiones, el certificado mejorado lo coloca en una A, lo que demuestra un salto significativo en la eficiencia energética.

Las claves de esta mejora son:

- La sustitución de la caldera de gas por una bomba de calor altamente eficiente.
- La incorporación de energías renovables, que cubren casi el 90% de la demanda energética.
- La mejora de la envolvente térmica, reduciendo las pérdidas de calor y optimizando el confort térmico en la vivienda.

A pesar de la mejora global, aún hay margen de mejora en la demanda de calefacción, que sigue siendo alta. No obstante, el edificio en su conjunto ha conseguido una calificación energética A, convirtiéndolo en una vivienda muy eficiente energéticamente tras las intervenciones.

4.5 Inversión

4.5.1 Presupuesto inicial

El presupuesto refleja el estado previo a las intervenciones energéticas, que están diseñadas para aumentar la eficiencia de los sistemas de climatización, saneamiento, fontanería y envolvente térmica del edificio.

Se ha dividido en tres niveles:

Subcapítulo 3: Instalaciones

En este nivel se desglosan los sistemas de instalaciones obteniendo los siguientes importes:

- Climatización (01.03.01): 37.618,96 €
- Evacuación y Saneamiento (01.03.02): 1.588,92 €
- Fontanería (01.03.03): 11.620,55 €
- Total Instalaciones (Capítulo 01.03): 50.828,43 €

Capítulo 2: Generales de la Vivienda

Este nivel engloba las principales áreas de intervención que conforman la estructura y equipamiento de la vivienda:

- Fachada (Capítulo 01.01): 211.154,78 €
- Cubierta (Capítulo 01.02): 52.005,92 €
- Instalaciones (Capítulo 01.03): 50.828,43 €
- Carpinterías Exteriores (Capítulo 01.04): 4.659,00 €

Nivel 1: Vivienda antes de las intervenciones

Finalmente, el total de la obra asciende a 318.648,13 €.

Y si le añadimos el 19% de Gastos Generales y Beneficio Industrial, asciende a la cantidad de **369.631,83€**.

En el anejo VI se puede ver el Presupuesto completo.

RESUMEN DE PRESUPUESTO Fecha: 19/09/24 Pág.: 1

NIVEL 3: Subcapítol			Importe
Subcapítol	01.03.01	CLIMATIZACIÓN	37.618,96
Subcapítol	01.03.02	EVACUACIÓN Y SANEAMIENTO	1.588,92
Subcapítol	01.03.03	FONTANERÍA	11.620,55
Capítol	**01.03**	**INSTALACIONES**	**50.828,43**
			50.828,43

NIVEL 2: Capítol			Importe
Capítol	01.01	FACHADA	211.154,78
Capítol	01.02	CUBIERTA	52.005,92
Capítol	01.03	INSTALACIONES	50.828,43
Capítol	01.04	CARPINTERÍAS EXTERIORES	4.659,00
Obra	**01**	**Pressupost TFG MEJORAS**	**318.648,13**
			318.648,13

NIVEL 1: Obra			Importe
Obra	01	Pressupost TFG MEJORAS	318.648,13
			318.648,13

Imagen 10: Resumen del presupuesto antes. (Fuente: TCQ).

Presupuesto antes

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA Pag. 1

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		318.648,13
16 % GG Y BI SOBRE 318.648,13.....		50.983,70
Subtotal		369.631,83
TOTAL PRESUPUESTO POR CONTRATA	€	369.631,83

Este presupuesto de ejecución por contrato asciende a la cantidad de:

(TRESCIENTOS SESENTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS TREINTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS)

Imagen 11: Presupuesto de ejecución por contrata. (Fuente: TCQ).

4.5.2 Presupuesto con mejoras en las instalaciones

Este presupuesto refleja el estado de la vivienda después de implementar una serie de mejoras energéticas explicadas anteriormente para maximizar su eficiencia y obtener una certificación energética superior. Los valores están actualizados para reflejar las inversiones necesarias en diferentes sistemas de instalaciones, además de mejoras en la envolvente térmica y otros componentes clave.

Nivel 3: Subcapítulos de Instalaciones

El desglose de las instalaciones que han sido optimizadas energéticamente es el siguiente:

- Climatización (01.03.01): 13.728,23 €
- Evacuación y Saneamiento (01.03.02): 4.144,75 €
- Fontanería (01.03.03): 15.227,70 €
- Fotovoltaica (01.03.04): 8.349,00 €

Total Subcapítulo Instalaciones (Capítulo 01.03): 41.449,68 €

Nivel 2: Capítulos Generales de la Vivienda

Las partidas generales para las mejoras en la envolvente y las instalaciones de la vivienda son las siguientes:

- Fachada (Capítulo 01.01): 262.867,54 €
- Cubierta (Capítulo 01.02): 50.055,10 €
- Instalaciones (Capítulo 01.03): 41,449,68 €
- Carpinterías Exteriores (Capítulo 01.04): 4.401,30 €

Total Capítulo (Presupuesto TFG Mejoras): 358.773,62 €

Nivel 1: Vivienda después de las intervenciones

Finalmente, el total del presupuesto de las instalaciones eficientes asciende a: 358.773,62 €

Y si hacemos el presupuesto de ejecución por contrata (PEC), por lo que le añadimos el 19% de Gastos Generales y Beneficio Industrial, asciende a la cantidad de **426.940,61€.**

En el anejo VI se puede ver el Presupuesto completo.

RESUMEN DE PRESUPUESTO Fecha: 23/09/24 Pág.: 1

NIVEL 3: Subcapítol			Importe
Subcapítol	01.03.01	CLIMATIZACIÓN	13.728,23
Subcapítol	01.03.02	EVACUACIÓN Y SANEAMIENTO	4.144,75
Subcapítol	01.03.03	FONTANERÍA	15.227,70
Subcapítol	01.03.04	FOTOVOLTAICA	8.349,00
Capítol	**01.03**	**INSTALACIONES**	**41.449,68**
			41.449,68

NIVEL 2: Capítol			Importe
Capítol	01.01	FACHADA	262.867,54
Capítol	01.02	CUBIERTA	50.055,10
Capítol	01.03	INSTALACIONES	41.449,68
Capítol	01.04	CARPINTERÍAS EXTERIORES	4.401,30
Obra	**01**	**Pressupost TFG MEJORAS**	**358.773,62**
			358.773,62

NIVEL 1: Obra			Importe
Obra	01	Pressupost TFG MEJORAS	358.773,62
			358.773,62

Imagen 12: Resumen del presupuesto antes. (Fuente: TCQ).

TFG MEJORAS

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA Pag. 1

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		358.773,62
19 % GG Y BI SOBRE 358.773,62.....		68.166,99
Subtotal		426.940,61
TOTAL PRESUPUESTO POR CONTRATA	€	426.940,61

Este presupuesto de ejecución por contrato asciende a la cantidad de:

(CUATROCIENTOS VEINTISEIS MIL NOVECIENTOS CUARENTA EUROS
CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS)

Imagen 13: Presupuesto de ejecución por contrata. (Fuente: TCQ).

4.5.3 Rentabilidad de la inversión

La diferencia económica resultante de las instalaciones de la vivienda antes, sin tener en cuenta la calificación energética, y después, teniéndola en cuenta es de **57.308,78**€.

Por lo que, teniendo en cuenta que a día de hoy, el precio del kWh es de 0,1082€, el gasto anual que generará el consumo de la casa antes de las mejoras será el siguiente:

Calefacción:

$$345,24\ kWh/m2\ año\ x\ 260,68\ m^2\ x\ 0,1082€/kWh\ =\ 9.737,69\ €/año$$

Refrigeración:

$$6,84\ kWh/m2\ año\ x\ 260,68\ m^2\ x\ 0,1082€/kWh\ =\ 192,93\ €/año$$

ACS:

$$32,08\ kWh/m2\ año\ x\ 260,68\ m^2\ x\ 0,1082€/kWh\ =\ 904,84€/año$$

$$TOTAL\ =\ 10.835,45\ €/año$$

$$Tiempo\ en\ el\ que\ recuperaremos\ la\ inversión:\ 57.308,78€/10.835,45€/año\ =\ 5,29 \simeq 6\ años$$

La inversión se recuperará en 6 años.

V. CONCLUSIONES

Conclusiones técnicas

Las conclusiones técnicas del estudio sobre la mejora de la eficiencia energética de la vivienda unifamiliar de obra nueva en Lliçà d'Amunt destacan varios puntos clave. En primer lugar, la implementación de sistemas avanzados como la aerotermia y los paneles fotovoltaicos ha permitido una reducción drástica en el consumo de energía primaria no renovable, pasando de 384,2 kWh/m² año a 22,5 kWh/m² año. Esto se traduce en una mejora sustancial en la calificación energética de la vivienda, que inicialmente contaba con una calificación G y, tras las mejoras, ha alcanzado la calificación A. Este salto es atribuible al uso de tecnologías que optimizan la eficiencia en la climatización y producción de agua caliente, además de aprovechar fuentes renovables, lo que también ha contribuido a una reducción de las emisiones de CO_2 de 81,1 kgCO_2/m² año a 3,8 kgCO_2/m² año.

El aislamiento térmico mejorado mediante el uso del sistema SATE en la fachada y el refuerzo de la cubierta ha permitido reducir las pérdidas de calor, mejorando el confort térmico en la vivienda. Sin embargo, la demanda de calefacción, aunque reducida, aún presenta margen de mejora (calificación E), lo que indica que, a pesar de las intervenciones, las condiciones climáticas y las características arquitectónicas de la vivienda podrían beneficiarse de estrategias adicionales, como el uso de tecnologías pasivas de captación de energía o una optimización del diseño arquitectónico en futuras construcciones. En contraste, la demanda de refrigeración ha alcanzado una calificación A, lo que evidencia la efectividad de las medidas implementadas en la envolvente y los sistemas de climatización.

El sistema de recogida de aguas grises ha demostrado ser una solución eficiente para reducir el consumo de agua potable, especialmente en una vivienda donde los sistemas de saneamiento permiten reutilizar agua para cisternas. Este tipo de soluciones no solo contribuyen al ahorro de recursos naturales, sino que también mejoran la sostenibilidad general de la construcción.

Desde el punto de vista técnico y económico, el análisis concluye que las intervenciones tienen un retorno de inversión en aproximadamente seis años. Esto es gracias al ahorro energético anual generado por las mejoras, que se estima en más de 10.000 euros. La integración de energías renovables, que cubren casi el 90% de las necesidades energéticas de la vivienda, ha sido determinante en esta viabilidad económica, lo que también hace que la

vivienda sea más independiente de la red eléctrica y más resiliente ante fluctuaciones en los precios de la energía.

Como conclusión general podemos ver que el estudio demuestra que la mejora de la eficiencia energética en edificios de nueva construcción es técnicamente viable y rentable. Las tecnologías aplicadas en la envolvente térmica, los sistemas de climatización y las fuentes renovables han optimizado tanto el consumo energético como la sostenibilidad ambiental de la vivienda. No obstante, el margen de mejora en la demanda de calefacción sugiere que futuras intervenciones podrían beneficiarse de un análisis más exhaustivo de las soluciones pasivas y el diseño arquitectónico para maximizar el ahorro energético en todas las condiciones climáticas.

Conclusiones personales

A nivel personal, este proyecto me ha permitido comprender en profundidad la importancia y el impacto real de aplicar medidas de eficiencia energética en la edificación. Lo que inicialmente parecía un conjunto de soluciones técnicas y normativas se ha transformado en un enfoque integral que no solo mejora el rendimiento de una vivienda, sino que también tiene un impacto positivo en la sostenibilidad medioambiental y en la calidad de vida de los usuarios. Al analizar el caso concreto de la vivienda en Lliçà d'Amunt, he podido apreciar cómo las decisiones sobre diseño y materiales pueden marcar la diferencia tanto en el ahorro energético como en la reducción de emisiones contaminantes, un aspecto crucial en un contexto de cambio climático y aumento de la conciencia ambiental.

Este trabajo me ha reafirmado en la idea de que las inversiones en energías renovables y en sistemas de eficiencia, aunque a veces puedan parecer costosas a corto plazo, son altamente rentables a medio y largo plazo. No solo se traducen en un ahorro económico para los propietarios, sino que también ofrecen una oportunidad para reducir la dependencia de recursos no renovables y minimizar el impacto ambiental. En este sentido, considero que la arquitectura y la construcción tienen un papel fundamental en la transición hacia un modelo energético más sostenible. Implementar mejoras en la envolvente térmica, optimizar las instalaciones de climatización y apostar por la generación de energía renovable son pasos fundamentales hacia este objetivo.

Además, este proyecto me ha enseñado que cada contexto tiene sus propios retos. Si bien las mejoras aplicadas han logrado optimizar el consumo energético y las emisiones en general, me he dado cuenta de que factores como las condiciones climáticas y la orientación del edificio también juegan un papel esencial. La demanda de calefacción, por ejemplo, sigue siendo un área de mejora, lo que me lleva a reflexionar sobre la necesidad de seguir investigando y aplicando nuevas soluciones más eficientes. El uso de estrategias pasivas y un diseño arquitectónico más adaptado al entorno pueden ser claves para alcanzar niveles aún mayores de eficiencia.

Finalmente, este proyecto ha reforzado mi convicción de que la sostenibilidad debe ser un pilar central en la arquitectura del futuro. Las soluciones tecnológicas actuales nos permiten construir viviendas que no solo cumplen con los estándares actuales, sino que también están preparadas para los desafíos futuros. Ser parte de esta transformación en el ámbito de la edificación me genera una gran satisfacción y me motiva a seguir formándome y profundizando en el campo de la eficiencia energética y la sostenibilidad. En resumen, este trabajo no solo ha sido un ejercicio académico, sino una experiencia que me ha permitido

crecer como profesional, sensibilizarme más con el impacto ambiental de nuestras decisiones y reafirmar mi compromiso con la arquitectura sostenible.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Sede Electrónica del Catastro. Gobierno de España, 2024: *Buscador de inmuebles y visor cartográfico [en línea]. Madrid: Ministerio de Hacienda, 2024. [Consulta: 10 marzo 2024]. Disponible en:*

Sede Electrónica del Catastro - Inicio (sedecatastro.gob.es)

Gobierno de España. Ministerio de vivienda y agenda urbana, 2024: Código Técnico de la Edificación. Ahorro de energía, documento básico (BD-HE) [en línea]. Madrid: Ministerio de ciencia, innovación y universidades, 2022. [Consulta: 18 marzo 2024]. Disponible en:

DBHE.pdf (codigotecnico.org)

Gobierno de España. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 2024: BOE-A-2021-4572 Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Publicado en: BOE, núm. 71, de 24 de marzo de 2021, páginas 33748 a 33793 (46 págs.). Sección: I. Disposiciones generales [en línea]. Madrid: Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática, 2021. [Consulta: 18 marzo 2024]. Disponible en:

BOE-A-2021-4572 Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

Casas Ecológicas. Uso de la energía geotérmica en casa [en línea]. iCasasEcológicas, 2024. [Consulta: 18 septiembre 2024]. Disponible en:

Uso de la energía geotérmica en casa - Casas Ecológicas (icasasecologicas.com)

Código Técnico de la Edificación. DB HS - Documento Básico de Salubridad [en línea]. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2024. [Consulta: 18 septiembre 2024]. Disponible en:

DBHS.pdf (codigotecnico.org)

Código Técnico de la Edificación. DB HE - Documento Básico de Ahorro de Energía [en línea]. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2024. [Consulta: 18 septiembre 2024]. Disponible en:

DBHE.pdf (codigotecnico.org)

Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios [en línea]. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024. [Consulta: 19 septiembre 2024]. Disponible en:

https://www.miteco.gob.es

VII. ANEJOS

7.1 ANEJO I NORMATIVA APLICABLE

7.1.1 Instalación de climatización

- Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas (IT).
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, del Ministerio de la Presidencia. B.O. E.: 29 de agosto de 2007
- Corrección de errores del real decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba la regulación de las instalaciones térmicas en los edificios Ministerio de la Presidencia. B.O. E.: 28 feb 2008
- Modificación de la regulación de instalaciones térmicas en los edificios, aprobada por real Decreto 1027/2007, de 20 de julio Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, del Ministerio de la Presidencia. B.O. E.: 11 de diciembre de 2009
- Real Decreto que adapta determinadas disposiciones sobre energía y minas a las disposiciones de la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, de libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes de adaptación a la ley de libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio Real Decreto 249/2010, de 5 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O. E.: 18 de marzo de 2010
- Real Decreto 34/2006, de 17 de marzo, es el marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios y sus instalaciones, y está definido en la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).
- Real Decreto 732/2019 por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación (CTE) con especial atención sobre el Documento Básico de Ahorro de Energía, de Salubridad, de Incendios y la sección frente a la exposición al radón.
- DB HE 1 Condiciones para el control de la demanda energética.
- DB HS 3 Calidad del aire interior, que regula los caudales mínimos de ventilación según la Orden FOM/588/2017 del 15 de junio.

7.1.2 Instalación agua caliente sanitaria

La instalación de ACS seguirá la normativa vigente, incluyendo:

- Código Técnico de la Edificación, Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo de 2006, Documento Básico de Salubridad DB HS4 - Suministro de Agua.
- Código Técnico de la Edificación, Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo de 2006, Documento Básico de Salubridad DB HE2.
- RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios), Real Decreto 1027/2007 del 29 de agosto de 2007, Código Técnico de la Edificación, Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo de 2006, Documento Básico de Salubridad DB HE4.

7.1.2 Instalación fotovoltaica

Instalaciones Eléctricas

- RD 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- RD 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) según RD 842/2002, de 2 de agosto y Normas UNE indicadas en el mismo.
- RD 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- RD 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Instrucciones técnicas complementarias ITC BT.
- Decreto 363/2004, de 24 de agosto, por el que se regula el procedimiento administrativo para la aplicación del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

Contra Incendios

- RD 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE). DB SI-Seguridad en caso de incendio, DB SU-Seguridad de utilización, y posteriores modificaciones y correcciones de errores.

- RD 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI), BOE 303 de 17 de diciembre, y corrección de errores en BOE 55, de 5 de marzo de 2005.
- RD 1942/1993, de 05 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RIPCI).
- RD 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- RD 110/2008, de 01 de febrero, por el que se modifica el RD 312/2005.
- Ley 3/2010, del 18-02-2010, de prevención y seguridad en materia de incendios en establecimientos, actividades, infraestructuras y edificios. DOGC.Nº 5584. 10-03-2010.

Seguridad y Salud

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995 de 8 de noviembre (parcialmente modificada por la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales).
- RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- RD 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- RD 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

7.2 ANEJO II CÁLCULOS

7.2.1 Instalación fontanería

Para el dimensionamiento de las instalaciones de agua fría y caliente se deberán seguir las indicaciones del CTE, específicamente del apartado HS-4 Suministro de agua. Con estas indicaciones se podrán determinar las condiciones de los recintos y de la vivienda.

En primer lugar, se definirá el caudal instantáneo de cada aparato sanitario de la vivienda según el capítulo 2.1.3 del CTE-DB HS: Condiciones mínimas de suministro, tabla 2.1 caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm^3/s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm^3/s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla 1: Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato. (Fuente: CTE DB HS).

7.1.1 Instalaciones de enlace

Son el grupo de elementos que componen la conexión a la red de la vivienda hasta la llave general de paso, y su función es suministrar agua al edificio. La red generalmente pertenece a la compañía encargada de mantener y asegurar un servicio regular y correcto. Se requiere disponer de varios datos para realizar la conexión: el caudal disponible, la presión de suministro, la continuidad del servicio y las especificaciones del Ayuntamiento o de la compañía para realizar correctamente la conexión.

Los componentes de la conexión a la red serán como mínimo, según el artículo 3.2.1.1 del DB HS-4:

- Llave de toma o collar de toma en carga, situada sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abre el paso a la acometida.
- Tubería de la acometida que enlaza la llave de toma con la llave de corte general, la tubería es de cobre semiduro pintado con dos capas, una fosfatante y la otra de acabado, dentro de un cajón cerámico enrasado y subterráneo de 30x30 cm, de ladrillo perforado simple.
- Llave general de corte, en el exterior de la propiedad.
- Contador volumétrico, de latón, con uniones roscadas de diámetro nominal ½, llaves de paso y desagüe.
- Llave de corte general, contador y válvula antirretorno.

Los materiales que utilizamos para la instalación deberán ajustarse a la normativa vigente:

- Tuberías, cañerías y accesorios: El material, las dimensiones y el diámetro según especificaciones, las conexiones de los tubos y pericones, el sellado y los anclajes.
- Zanja: Se controlarán las zanjas, la profundidad, el espesor de los tubos y las pendientes.
- Acometida: Comprobación de características según el caudal, la presión y el consumo. Punto de conexión con la red general.

Comprobaciones:

- Tuberías y accesorios: Conexiones de tubos y pericos, el sellado y los anclajes.
- Zanja: Uniones y compatibilidad del material.
- Acometida: Tubería de acometida con pasamuros, rejuntado e impermeabilizado.
- Comprobaciones de las instalaciones: Será necesario hacer la prueba de resistencia mecánica y estanqueidad parcial.

Una vez que la instalación haya sido puesta en servicio, se cerrarán las llaves de paso y se abrirán las del desagüe hasta que terminen las obras como prueba final de toda la instalación, durante 24 horas.

7.1.2 Cálculo del caudal instalado

AFS	ACS
Planta subterránea o garaje: 0,20 l/s	Planta subterránea o garaje: 0 l/s
Caudal instalado en la planta subterránea: 0,20 l/s	Caudal instalado en la planta subterránea: 0 l/s
- Grifo garaje: 0,20 l/s	- Grifo garaje: -
Planta piso: 1,35 l/s	Planta piso: 0,68 l/s
Caudal instalado en la cocina: 0,35 l/s	Caudal instalado en la cocina: 0,20 l/s
- Fregadero doméstico: 0,20 l/s	- Fregadero doméstico: 0,10 l/s
- Lavavajillas doméstico: 0,15 l/s	- Lavavajillas doméstico: 0,10 l/s
Caudal instalado en la sala de lavado: 0,20 l/s	Caudal instalado en la sala de lavado: 0,15 l/s
- Lavadora doméstica: 0,20 l/s	- Lavadora doméstica: 0,15 l/s
Caudal instalado en los baño 1: 0,40 l/s	Caudal instalado en los baño 1: 0,165 l/s
- Lavabo: 0,10 l/s	- Lavabo: 0,065 l/s
- Ducha: 0,20 l/s	- Ducha: 0,10 l/s
- Inodoro con cisterna: 0,10 l/s	- Inodoro con cisterna: -
Caudal instalado en los baño 2: 0,40 l/s	Caudal instalado en los baño 2: 0,165 l/s
- Lavabo: 0,10 l/s	- Lavabo: 0,065 l/s
- Ducha: 0,20 l/s	- Ducha: 0,10 l/s
- Inodoro con cisterna: 0,10 l/s	- Inodoro con cisterna: -
Caudal total instalado (AFS): 1,55 l/s	**Caudal total instalado (ACS): 0,68 l/s**

Tabla 2: Caudal instalado. (Fuente: Propia).

7.1.3 Determinación de los coeficientes de simultaneidad y de los cabales simultáneos

Se determinan los coeficientes de simultaneidad para AFS y ACS:

- Agrupación de puntos de consumo, k_v:

$$k_v = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

n = número de puntos de consumo de la vivienda o local en estudios (n>2) (hay que considerar $k_v \geq 0,2$)

Al tener 10 elements, diremos que n = 10

Por lo tanto, $k_v = 0,33$

- Caudal simultáneo de una agrupación de puntos de consumo:

Para fijar el caudal máximo simultáneo, o caudal punta, $(Q_{sim.})$ que demandará un grupo de n aparatos que pertenecen a una misma agrupación (por ejemplo: vivienda), y conocido su caudal instalado $(Q_{instal.})$:

$$Q_{simultaneidad} = k_v \cdot Q_{instalado} = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \cdot Q_{instalado}$$

Caudal simultáneo para AFS: $Q_{sim.\,AFS} = 0,33 \cdot 1,55\ l/s = 0,5167\ l/s$

Caudal simultáneo para ACS: $Q_{sim.\,ACS} = 0,33 \cdot 0,68\ l/s = 0,2267\ l/s$

7.1.4 Dimensionamiento de los elementos

7.1.4.1 Velocidad

Siguiendo con el DB HS 4, en el apartado 4.2.1 "Dimensionamiento de los tramos" se especifica que la velocidad de cálculo estará comprendida entre los siguientes intervalos:

- Para tuberías metálicas: velocidad de cálculo entre 0,50 m/s y 2,00 m/s.
- Para tuberías termoplásticas y multicapa: velocidad de cálculo entre 0,50 m/s y 3,50 m/s.

Por lo tanto, junto con estas especificaciones y las del apartado 2.1 "Elección de la velocidad de cálculo", y con los criterios de velocidad mínima y velocidad máxima del mismo apartado mencionado anteriormente, se elige la velocidad deseada para nuestro proyecto:

v ≤ 1,50 m/s

7.1.4.2 Diámetros

Encontraremos el diámetro aproximado de las tuberías cogiendo el caudal necesario para cumplir con las necesidades de la vivienda (0,90 l/s) y la velocidad escogida anteriormente (1,50 m/s).

$$Q = 0,0009m^3/s$$

$$A = \frac{0,0009m^3/s}{1,5m^2/s} = 0,0006m^2 = 600mm^2$$

$$A = \Pi \cdot r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{600}{\Pi}} = 13,82mm$$

$$d = 2 \cdot 13,82 = 27,64mm \approx 32mm$$

El diámetro resultante será de 32 mm para el ∅ interior y 35 mm para el ∅ total. Normalmente también se debe tener en cuenta la presión disponible y todo lo que conlleva, ya sea colocar una bomba de presión o una reductora, en este caso son cálculos que no tendremos en cuenta en nuestro proyecto, porque hablamos de una vivienda unifamiliar de una planta piso y una sótano, y por lo tanto no es necesario verificar la presión. Este proceso se puede repetir para los diámetros de las derivaciones del interior de la vivienda, aunque no es del todo necesario dado que los diámetros mínimos para los diferentes aparatos y agrupaciones de aparatos se encuentran en la tabla 4.2 de la sección "4.3 Dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace" del CTE DB-HS .

7.1.5 Instalación interior

Como ya hemos mencionado en el apartado anterior, para los diámetros de los diferentes aparatos utilizamos la tabla 4.2 de la sección "4.3 Dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace" del CTE DB-HS .

A partir de la tabla “4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos” del CTE DB-HS sacaremos los siguientes diámetros:

Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Aparato o punto de consumo	*Diámetro nominal* del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

Tabla 3: Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos. (Fuente: CTE DB HS).

Por lo tanto, tendremos:

- Planta sótano:
    - Grifo garaje: 20 mm.
- Planta piso:
    - Cocina:
        - Fregadero doméstico: 12 mm
        - Lavavajillas doméstico: 12 mm
    - Sala de lavado:
        - Lavadora doméstica: 20 mm
    - Baño 1:
        - Lavabo: 12 mm
        - Ducha: 12 mm
        - Inodoro con cisterna: 12 mm
    - Baño 2:
        - Lavabo: 12 mm
        - Ducha: 12 mm
        - Inodoro con cisterna: 12 mm

Siguiendo la tabla "4.3 Diámetros mínimos de alimentación" del CTE DB HS 4 "*Suministro de agua"* obtendremos los tamaños de los tubos de alimentación.

Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación

Tramo considerado		*Diámetro nominal* del tubo de alimentación	
		Acero	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.		¾	20

91

Documento Básico HS Salubridad
HS 4 Suministro de agua

Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial		¾	20
Columna (montante o descendente)		¾	20
Distribuidor principal		1	25
Alimentación equipos de climatización	< 50 kW	½	12
	50 - 250 kW	¾	20
	250 - 500 kW	1	25
	> 500 kW	1 ¼	32

Tabla 4: Diámetros mínimos de alimentación. (Fuente: CTE DB HS).

Por lo tanto, tendremos:

- Cuartos húmedos: 22 mm.
- Columna: 28 mm
- Distribuidor principal: 28 mm
- Alimentación de equipos de climatización: 28 mm

7.1.5.1. Elementos de la instalación:

Elementos que conforman la instalación desde la llave de paso general hasta el grifo del aparato. Distribuyen el agua dentro de la vivienda hasta el punto de consumo de cada aparato. Los materiales empleados se ajustan a los requisitos del DB HS 4, apartado 2.1, ya

mencionado en apartados anteriores, por lo tanto, como ya hemos comentado, utilizaremos cobre como material para las tuberías.

Los componentes mínimos de la instalación serán, para agua fría y caliente:

- Llave de paso general de la vivienda.
- Tubos de cobre, aunque el diámetro mínimo, según la tabla del DB HS 4, es de 20 mm, decidimos utilizar el de 22 mm en lugar del de 20 mm y el de 28 mm en lugar del diámetro de 24 mm y dejaremos para los sanitarios y griferías el diámtero 12 mm.
- Aislamientos de tubos para evitar condensaciones y aislamientos térmicos.
- Depósito acumulador, llave de aparato y grifos. Grifo de paso empotrado, de latón cromado, de válvula de esfera de latón para roscar.
- Válvula de bola, válvula de retención, grifo de vaciado, filtro antirretorno, llave de registro, arqueta, acople, registro de entrada, collar de derivación, red de distribución y tubería de cobre de Ø 54 mm en canalización subterránea.
- Calentador.
- Hidrokit + Acumulador de ACS.
- Elemento exterior Aerotermia.

7.1.5.2. Características técnicas mínimas:

Los materiales empleados para la instalación deben ajustarse a la normativa vigente. Las condiciones mínimas de suministro para los aparatos serán las que indique la normativa vigente, tanto para el caudal mínimo como para la presión mínima.

En la red de ACS se dispone de un tramo de retorno para los puntos más alejados de 15 metros.

Una vez terminado el diseño de la instalación, se mide la longitud de los tramos para poder sumarlas y dar una medida total para hacer el presupuesto de esta parte de la instalación.

7.1.5.3. Comprobaciones:

Se realizarán las pruebas de resistencia mecánica y estanqueidad parciales adecuadas. Las pruebas de presión, que como ya hemos mencionado anteriormente, no serían necesarias,

no deben variar en al menos 4 horas, y la prueba final de toda la instalación durante las 24 horas después de terminar las obras.

Simultaneidad de consumo, prueba de funcionamiento de los aparatos instalados.

Las uniones enroscadas se prepararán con pastas o cintas de estanqueidad.

En la instalación de ACS, medimos el caudal y la temperatura en los puntos de consumo, el tiempo de salida del agua, la dimensión de la red y las temperaturas del acumulador en su salida y en los grifos o aparatos.

7.2. Instalación de saneamiento

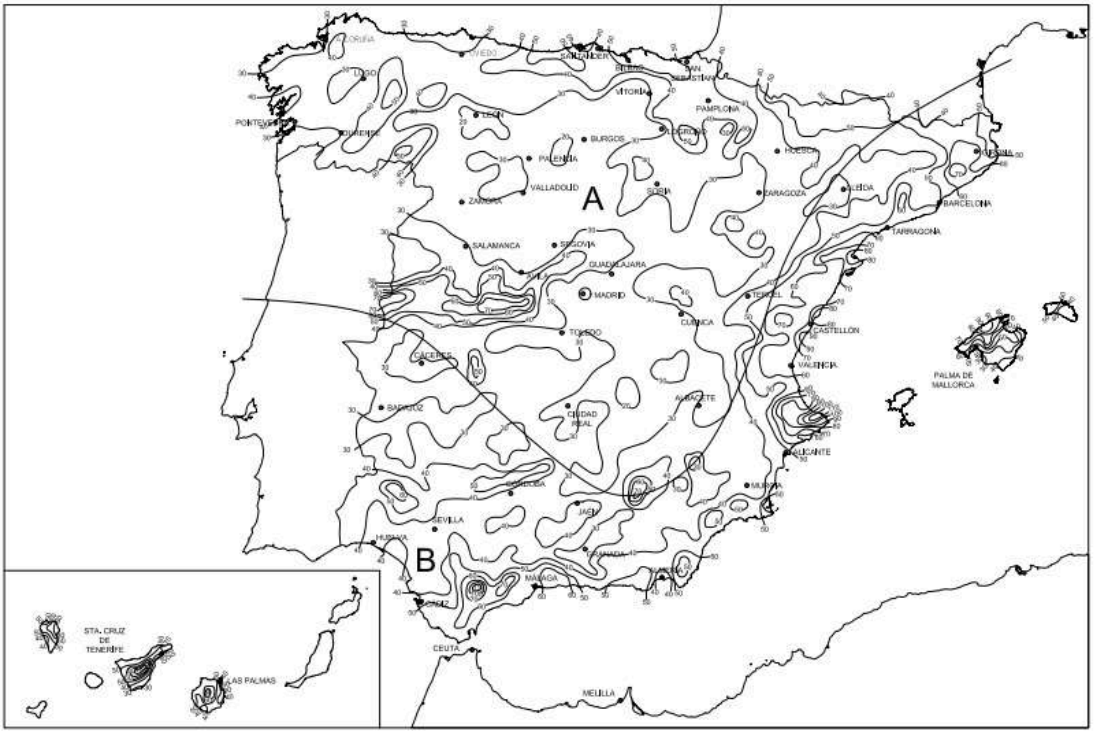
En este caso sólo dimensionamos el circuito extra que se añadirá para el almacenaje de las aguas grises para posterior uso en las cisternas de los baños.

Para ello debemos tener en cuenta los requisitos de las instalaciones de evacuación de aguas tanto pluviales como residuales:

- Dimensionar las tuberías para que puedan transportar caudales previsibles.
- Ubicarlas de manera que su mantenimiento pueda realizarse de la forma más fácil posible.
- El diámetro de los bajantes nunca disminuirá a medida que descienda.
- Se separarán los sistemas de aguas pluviales y de aguas residuales.
- Las pendientes serán del 2%.
- Las tuberías serán de PVC.

7.2.1 Aguas pluviales

Para dimensionar los bajantes que recogerán las aguas de las lluvias y las transportarán al depósito de acumulación que instalaremos en la planta sótano de la vivienda, tenemos que tener en cuenta las condiciones pluviométricas de la zona en la que está ubicada la vivienda. En nuestro caso la vivienda se encuentra en Lliçà d'Amunt, por lo tanto, según la Tabla B.1:



Imágen 1: Mapa isoyetas y zonas pluviométricas España. (Fuente: CTE DB HS).

Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

Tabla B.1
Intensidad Pluviométrica i (mm/h)

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Tabla 5: Intensidad pluviométrica. (Fuente: CTE DB HS).

La intensidad pluviométrica de Lliçà d'Amunt es de 110 mm/h.

7.2.1.1. Sumideros

Para el dimensionado de la red de evacuación de las aguas pluviales seguiremos la "Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta" del capítulo "4.2.1 Red de pequeña evacuación de aguas pluviales", correspondiente al capítulo "4.2 Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales" del CTE DB-HS 5 "*Evacuación de aguas*".

Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m^2)	Número de sumideros
S < 100	2
100≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m^2

Tabla 6: Número de sumideros en función de la superficie de cubierta. (Fuente: CTE DB HS).

En el caso de nuestra vivienda tenemos una superficie de cubierta de 161,82 m2, por lo tanto instalaremos **3 sumideros**.

7.2.1.2. Canalones

Para el dimensionado de los canalones seguiremos la "Tabla 4.6 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h" del capítulo "4.2.2 Canalones", correspondiente al capítulo "4.2 Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales" del CTE DB-HS 5 "*Evacuación de aguas*".

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m^2)				*Diámetro nominal* del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Tabla 7: Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. (Fuente: CTE DB HS).

En nuestro caso la pendiente máxima del canalón será del 2% y teniendo en cuenta que tiene una superficie máxima de 175 m2, el diámetro del canalón será de **150 mm**.

7.2.1.3. Bajantes

Para el dimensionado de los bajantes de aguas pluviales seguiremos la "Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h" del capítulo "4.2.3 Bajantes de aguas pluviales", correspondiente al capítulo "4.2 Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales" del CTE DB-HS 5 "*Evacuación de aguas*".

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de *aguas pluviales* para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie en proyección horizontal servida (m^2)	*Diámetro nominal* de la *bajante* (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Tabla 8: Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. (Fuente: CTE DB HS).

En nuestro caso tenemos una superficie de unos 300 m2, por lo tanto, el diámetro nominal del bajante será de **90 mm**.

7.2.2 Evacuación aguas grises

Para el dimensionado de los conductos de evacuación de las duchas y los lavamanos seguiremos la "Tabla 4.1 UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios" del capítulo "4.1.1.1 Derivaciones individuales", correspondiente al capítulo "4.1 Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales" del CTE DB-HS 5 "*Evacuación de aguas*".

Tabla 4.1 UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario		Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
		Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo		1	2	32	40
Bidé		2	3	32	40
Ducha		2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)		3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	5	100	100
	Con fluxómetro	8	10	100	100
Urinario	Pedestal	-	4	-	50
	Suspendido	-	2	-	40
	En batería	-	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	3	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-	40
Lavadero		3	-	40	-
Vertedero		-	8	-	100
Fuente para beber		-	0.5	-	25
Sumidero sifónico		1	3	40	50
Lavavajillas		3	6	40	50
Lavadora		3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-

Tabla 9: Unidades correspondientes a los distintos aparatos sanitarios. (Fuente: CTE DB HS).

Por lo tanto, tendremos:

- **Lavamanos:** $\varnothing\ 32\ mm$
- **Ducha:** $\varnothing\ 40\ mm$

7.2.2.1 Ramales colectores

Para el dimensionado de los ramales colectores entre los aparatos sanitarios seguiremos la "Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante" del capítulo "4.1.1.3 Ramales colectores", correspondiente al capítulo anterior "4.1 Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales" del CTE DB-HS 5 "*Evacuación de aguas*".

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y *bajante*

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Tabla 10: Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante. (Fuente: CTE DB HS).

En el caso de nuestra vivienda tendremos una pendiente del 1%, con un máximo de 47 unidades.

Por lo tanto, tendremos:

- **Ramales colectores:** $\varnothing\ 90\ mm$

7.2.2.2. Bajantes

Para el dimensionado de los bajantes de las aguas residuales seguiremos la "Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD" del capítulo "4.1.2 Bajantes de aguas residuales", correspondiente al capítulo anterior "4.1

Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales" del CTE DB-HS 5 "*Evacuación de aguas*".

Tabla 4.4 Diámetro de las *bajantes* según el número de alturas del edificio y el número de UD

Máximo número de UD, para una altura de *bajante* de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de *bajante* de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Tabla 11: Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de unidades. (Fuente: CTE DB HS).

En el caso de nuestra vivienda corresponderá al grupo de máximo 3 plantas y un número de unidades máximo de 7 unidades, contando los tres bajantes pluviales, dos lavamanos y dos duchas.

Por lo tanto, tendremos:

- **Bajante:** $\varnothing\ 50\,mm$ pero como el colector es de 90 mm de diámetro, el diámetro del bajante corresponderá a: $\varnothing\ 90\,mm$ también.

7.2.2.3. Colectores

Para el dimensionado de los colectores horizontales de aguas residuales seguiremos la "Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximos de UD y la pendiente adoptada" del capítulo "4.1.3 Colectores horizontales de aguas residuales", correspondiente al capítulo anterior "4.1 Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales" del CTE DB-HS 5 "*Evacuación de aguas*".

Tabla 4.5 Diámetro de los *colectores* horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Tabla 12: Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de unidades y la pendiente adoptada. (Fuente: CTE DB HS).

En el caso de nuestra vivienda esta instalación tendrá una pendiente del 1% y un número máximo de unidades de 96 unidades.

Por lo tanto, tendremos:

- **Colectores:** $\varnothing\ 90\ mm$

7.2.2.4 Elementos

- ➢ Desagüe ducha, sifónico para plato de ducha.
- ➢ Desagüe grifo, recto, con tapón y cadena.

7.3. Instalación de climatización

La instalación térmica ha sido diseñada conforme al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), garantizando que el edificio cuente con una infraestructura adecuada para asegurar el confort térmico de sus ocupantes, optimizando tanto el rendimiento de la instalación como el de sus equipos.

El proyecto contempla la instalación de un sistema térmico individual para la producción de agua caliente sanitaria (ACS), el cual estará equipado con un acumulador de ACS. Estas instalaciones deberán cumplir con los siguientes estándares:

- Bienestar e higiene.
- Eficiencia energética.
- Seguridad.

Además, será necesario seguir las normativas y directrices establecidas para el diseño, dimensionado y ejecución de las siguientes normativas:

- HE-2: Rendimiento de las instalaciones térmicas.
- HE-4: Contribución solar mínima para la producción de agua caliente sanitaria.
- Decreto de Ecoeficiencia.
- RITE 07 (RD 1027/2007).

Dado que la potencia nominal térmica no supera los 70 kW, no será necesario desarrollar un proyecto específico para las instalaciones de ACS.

Sistema:

El sistema de aerotermia se basará en la instalación de una unidad exterior, la cual alimentará al Hidrokit. Este dispositivo calentará el agua que se dirigirá al acumulador de agua caliente sanitaria (ACS). Además de la producción de ACS, la unidad exterior también proporcionará climatización para la vivienda.

El sistema de climatización funcionará mediante tres Fan Coils, uno instalado en cada planta de la vivienda. Estos Fan Coils impulsarán aire a la temperatura deseada a través de conductos de impulsión, mientras que el aire será extraído mediante conductos de extracción.

La conexión entre la unidad exterior y cada Fan Coil se realizará mediante tuberías frigoríficas, al igual que la conexión entre la unidad exterior y el Hidrokit.

Desde el Hidrokit hasta el acumulador de ACS se instalará una tubería que transportará agua potable con un rango de temperatura de 7 °C a 12 °C en modo refrigeración y 50 °C a 40 °C en modo calefacción.

7.3.1 Elementos de la instalación

- Unidad exterior:

Se ubicará en la cubierta del edificio, se ha elegido el modelo MPEZ-140YJA de la marca MITSUBISHI que consta de una capacidad nominal de 13,4kW y tiene unas dimensiones de 1.338 x 1.050 x 330(+40) mm.

Imagen 2: Unidad exterior MITSUBISHI modelo MPEZ-140YJA. (Fuente: Google).

- Unidad interior - Fan Coil:

Se ubicarán uno en planta sótano y otros dos en la planta piso, se ha seleccionado el modelo I-LIFE3 2T DLIO 0802 de la marca MITSUBISHI que tiene una capacidad de refrigeración de 3800 a 4750 frigoríficas/h y unas dimensiones de 215x450x1145 mm.

Imagen 3: Unidad interior MITSUBISHI modelo I-LIFE3 2T DLIO 0802. (Fuente: Google).

- Unidad interior - Acumulador / Tanque de Agua Caliente Sanitaria:

Se ubicará en la planta sótano, en el despacho y se ha escogido el modelo ERST20D-VM2D de la marca MITSUBISHI, que tiene una capacidad nominal de 200 L, y tiene unas dimensiones de 1600 x 595 x 680 mm.

Imagen 4: Unidad interior MITSUBISHI modelo ERST20D-VM2D. (Fuente: Google).

- Unidad interior - Hidrokit:

Se situará en planta sótano, junto al acumulador en el despacho y se ha seleccionado el modelo ERSD-VM2D de la marca MITSUBISHI, con unas dimensiones de 800 x 530 x 600 mm.

Imagen 4: Unidad interior MITSUBISHI modelo ERSD-VM2D (Fuente: Google).

7.3.2 Cálculos para el dimensionado

Para llevar a cabo el cálculo de la climatización, es fundamental tener en cuenta varios factores clave, como la distribución del espacio, la orientación del edificio y la superficie de las estancias.

El cálculo se ha realizado tomando en consideración los siguientes parámetros:

- Temperatura de refrigeración: 24 °C.
- Temperatura de calefacción: 21 °C.

Las tuberías que conectan la unidad exterior con el Hidrokit serán de cobre, específicamente diseñadas para instalaciones frigoríficas. Estas tuberías estarán aisladas y tendrán los siguientes grosores nominales:

- 15 mm para las tuberías internas.
- 20 mm para las tuberías externas.

Las tuberías que se conectan desde el Hidrokit serán de polietileno, y sus características estarán definidas por el diámetro exterior y el grosor, de acuerdo con la norma UNE 53960:2002 EX.

La difusión del aire se realizará mediante difusores y rejas, mientras que el retorno del aire se efectuará a través de rejillas de retorno, utilizando un sistema de plenum sin conductos.

En la Sala de Estar se instalará un termostato para el control de la temperatura y en el pasillo se instalará otro.

Para calcular la instalación térmica, se ha tenido en cuenta la superficie de cada estancia y su demanda energética en W/m². El cálculo se ha realizado con un valor estándar de 100 W/m² para todas las estancias. A partir de este valor, se han obtenido las potencias frigoríficas necesarias para cada área que se desea climatizar.

PLANTA	ESTANCIA	SUPERFICIE (m2)	POTENCIA FRIGORÍFICA (W)	POTENCIA FRIGORÍFICA (kW)
Planta sótano	Despacho	10,76	1076,00	1,0760
	TOTAL	**10,76**	**1076,00**	**1,0760**
Planta piso	Comedor - sala de estar - cocina	62,74	6274,00	6,274
	Habitación 1	18,58	1858,00	1,858
	Habitación 2	10,59	1059,00	1,059
	Habitación 3	7,63	763,00	0,763
	TOTAL	**99,54**	**9954,00**	**9,954**

POTENCIA FRIGORÍFICA NECESARIA **11030 W** **11,03kW**

Tabla 13: Potencia frigorífica necesaria. (Fuente: Propia).

Para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) se estima que será necesaria una potencia aproximada de 3,5 kW. Esta estimación se ha hecho teniendo en cuenta las necesidades de la vivienda. Además, para cubrir tanto la producción de ACS como las demandas de climatización, se requerirá una unidad exterior con una potencia de alrededor de 14 kW, lo que asegura un rendimiento adecuado para mantener el confort térmico y el suministro de agua caliente en la vivienda.

7.3.2 Estimación potencia calorífica

Para calcular la potencia calorífica, se ha utilizado la siguiente fórmula, basada en un índice de calefacción de 20 Kcal/h por metro cúbico (m³):

Potencia calorífica (Kcal/h) = Nº índice de calefacción x Volumen local acondicionado (m^3)

Por otro lado, para determinar la potencia frigorífica, se empleó la siguiente fórmula, considerando un valor de 70 frigorías por hora por metro cuadrado (m²):

Potencia frigorífica (W) = W/m^2 x Superficie local acondicionado (m^2).

A continuación se adjunta la tabla con los resultados obtenidos:

PLANTA	ESTANCIA	SUPERFICIE (m2)	POTENCIA FRIGORÍFICA (W)	POTENCIA FRIGORÍFICA (kW)
Planta sótano	Despacho	10,76	1076,00	1,0760
Planta piso	Comedor - sala de estar - cocina	62,74	6274,00	6,274
	Habitación 1	18,58	1858,00	1,858
	Habitación 2	10,59	1059,00	1,059
	Habitación 3	7,63	763,00	0,763

POTENCIA NECESARIA EN LA VIVIENDA 11030 W 11,03kW

Tabla 14: Potencia necesaria en la vivienda. (Fuente: Propia).

7.3.3 Estimación del caudal de aire de impulsión

Para determinar el caudal de aire de impulsión necesario, se usará la siguiente expresión, considerando el índice de 800:

Caudal de aire de impulsión (m^3/h) = [Potencia frigorífica (f/h) x Nº Índice] / 3.000

En la siguiente tabla encontramos los resultados:

PLANTA	ESTANCIA	POTENCIA FRIGORÍFICA (f/h)	CAUDAL DE AIRE DE IMPULSIÓN (m3/h)
Planta sótano	Despacho	925,36	246,762
Planta piso	Comedor - sala de estar - cocina	5395,64	1438,837
	Habitación 1	1597,88	426,1010
	Habitación 2	910,74	242,864
	Habitación 3	656,18	174,981
	Baño 1	509,12	135,765
	Baño 2	399,84	106,624

Tabla 14: Caudal de aire de impulsión. (Fuente: Propia).

Teniendo en cuenta las velocidades recomendadas en los conductos de aire de baja velocidad, se tendrá en cuenta la siguiente tabla:

Tabla de selección rápida para rejillas y difusores

Caudal m³/h	Rejillas impulsión	Rejillas retorno	Rejillas cuadrícula	Rejillas lineales	Difusores
100	200 x 100	200 x 100	200 x 100	300 x 75	150
150	200 x 100	250 x 100	200 x 100	300 x 75	200
200	200 x 100	300 x 100	250 x 100	400 x 100	200
250	250 x 100	350 x 100	300 x 100	500 x 100	200
300	300 x 100	300 x 150	400 x 100	600 x 100	250
350	350 x 100	400 x 150	450 x 100	700 x 100	250
400	300 x 150	400 x 200	450 x 150	800 x 100	300
500	400 x 150	500 x 200	500 x 150	900 x 100	300
600	400 x 200	600 x 200	[illegible] x 150	950 x 100	300
700	500 x 200	600 x 250	500 x 200	950 x 100	350
800	[illegible] x 200	600 x 300	600 x [illegible]	1000 x 100	350
900	600 x 200	300 x 300	600 x 250	1000 x 125	350
1000	600 x 250	700 x 300	600 x 300	1000 x 150	400

Tabla 15: Selección rápida para rejillas y difusores. (Fuente: CTE DB HS).

Por lo tanto, las medidas de las rejillas para cada recinto serán:

PLANTA	ESTANCIA	CAUDAL DE AIRE DE IMPULSIÓN (m3/h)	REJILLAS DE IMPULSIÓN (mm)	REJILLAS DE RETORNO (mm)
Planta sótano	Despacho	246,762	250 x 100	350 x 100
Planta piso	Comedor - sala de estar - cocina	1438,837	600 x 200	600 x 200
	Habitación 1	426,1010	400 x 200	500 x 200
	Habitación 2	242,864	250 x 100	350 x 100
	Habitación 3	174,981	200 x 100	300 x 100

Tabla 16: Medidas rejillas de impulsión y de retorno. (Fuente: Propia).

En el caso de la rejilla de la habitación 1, se ha cambiado las dimensiones a unas dimensiones mayores (de 150 mm a 200 mm) para simplificar a efectos de cálculo y, en el caso del comedor - sala de estar - cocina, se colocarán dos rejillas de 600 x 200 mm ya que se considera conveniente al tener un espacio tan grande.

Las rejillas de extracción son cuadradas y por lo tanto todas serán de 300 x 300 mm.

Para poder dimensionar los conductos rectangulares y las secciones se han usado la tabla y los gráficos que hay a continuación usando una velocidad de 1,5 m/s:

Sección (m²)	0,04	0,0625	0,09	0,1225	0,16	0,2025	0,25	0,3025	0,36	0,442	0,49	0,56	0,64	0,7225	0,81	0,9025	1
Dimensiones	20x20	25x25 20x30	30x30 25x35 20x45	35x35 30x40 25x50 20x60	40x40 35x45 30x55 25x65 20x80	45x45 40x50 35x60 30x70 25x80 20x100	50x50 45x55 40x60 35x70 30x80 25x100 20x125	55x55 50x60 45x70 40x75 35x85 30x100 25x120 20x150	60x60 55x65 50x70 45x80 40x90 35x100 30x120 25x140	65x65 60x70 55x80 50x90 45x100 40x110 35x125 30x150	70x70 65x75 60x80 55x90 50x100 45x110 40x125 35x140 30x165	75x75 70x80 65x90 60x95 55x100 50x115 45x125 40x140 35x160 30x190	80x80 75x85 70x90 65x100 60x110 55x115 50x130 45x140 40x160 35x180 30x210	85x85 80x90 75x95 70x100 65x110 60x120 55x130 50x145 45x160 40x180 35x210 30x240	90x90 85x95 80x100 75x110 70x115 65x125 60x135 55x150 50x160 45x180 40x200 35x235	95x95 90x100 85x105 80x115 75x120 70x130 65x140 60x150 55x165 50x180 45x200 40x225 35x250	100x100 95x105 90x110 85x120 80x125 75x135 70x140 65x155 60x170 55x180 50x200 45x220 40x250 35x280

Tabla III: Dimensiones de conductos rectangulares y secciones de los mismos

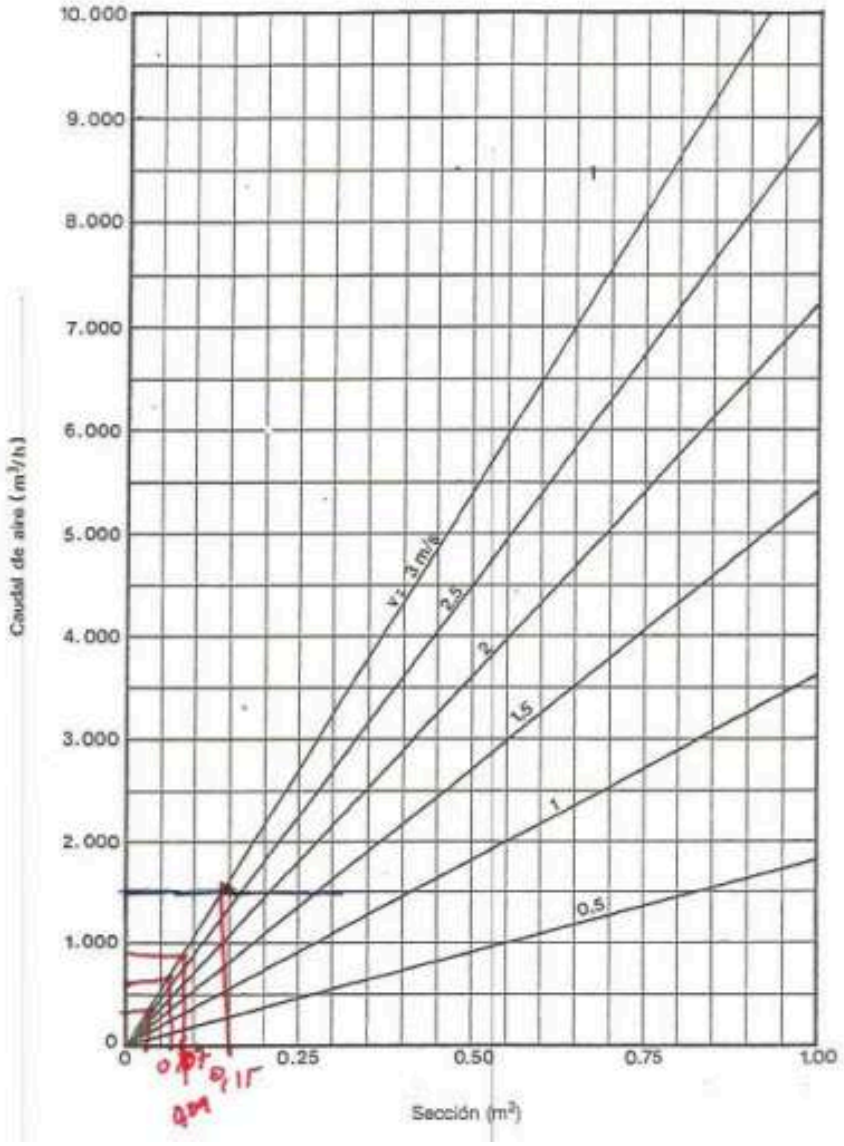


Imagen 6: Tablas y gráfica para dimensionar conductos. (Fuente: CTE DB HS).

Los resultados del dimensionamiento por estancias de los conductos son los siguientes:

PLANTA	ESTANCIA	DIMENSIÓN DEL CONDUCTO (mm)
Planta sótano	Despacho	250 x 200 mm
Planta piso	Comedor - sala de estar - cocina	1250 x 200 mm
	Habitación 1	400 x 200 mm
	Habitación 2	300 x 200 mm

	Habitación 3	200 x 200 mm

Tabla 17: Sección conductos. (Fuente: Propia).

7.3.3. Cálculos eficiencia del equipo

- Unidad exterior:

La bomba de calor tiene un COP nominal para calefacción a 35º C de 4,00.

$$COP\ nominal\ =\ 3,8$$

$$SPF\ =\ COP\ nominal\ x\ FP\ x\ FC$$

El Factor de Ponderación (FP) y el Factor de Corrección (FC), se obtienen de la siguiente tabla:

Tabla 4.1: Factor de ponderación (FP) para sistemas de Calefacción y/o ACS con bombas de caloren función de las fuentes energéticas, según la zona climática.

	Factor de Ponderación (FP)				
Fuente Energética de la bomba de calor	A	B	C	D	E
Energía Aerotérmica. Equipos centralizados	0,87	0,80	0,80	0,75	0,75
Energía Aerotérmica. Equipos individuales tipo split	0,66	0,68	0,68	0,64	0,64
Energía Hidrotérmica.	0,99	0,96	0,92	0,86	0,80
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	1,05	1,01	0,97	0,90	0,85
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores verticales	1,24	1,23	1,18	1,11	1,03
Energía Geotérmica de circuito abierto	1,31	1,30	1,23	1,17	1,09

***Tabla 4.2:* Factores de corrección (FC) en función de las temperaturas de condensación, según la temperatura de ensayo del COP.**

Factor de Corrección (FC)						
Tª de condensación (ºC)	FC (COP a 35ºC)	FC (COP a 40ºC)	FC (COP a 45ºC)	FC (COP a 50ºC)	FC (COP a 55ºC)	FC (COP a 60ºC)
35	1,00	--	--	--	--	--
40	0,87	1,00	--	--	--	--
45	0,77	0,89	1,00	--	--	--
50	0,68	0,78	0,88	1,00	--	--
55	0,61	0,70	0,79	0,90	1,00	--
60	0,55	0,63	0,71	0,81	0,90	1,00

Tablas 18-19: Factores de ponderación / Factores de corrección. (Fuente: IDAE).

Lliçà d'Amunt es zona de severidad climática en invierno C y el tipo de bomba de calor es aerotérmica tipo split, por lo que el factor de ponderación que le corresponde es de 0,68.

La temperatura elegida de distribución a las unidades interiores es de 35ºC por lo que según la tabla 4.2 de factores de corrección le corresponde el valor de 1. LLicà d'Amunt pertenece a la zona climática C, por lo que:

$FP = 0,68$

$SPF = 3,8 \, x \, 0,68 \, x \, 1 = 2,54$

En este caso el SPF es mayor a 2,50, por lo que puede considerarse como renovable.

- Unidad interior - Fan Coil:

En este caso cogeremos el COP nominal de la unidad exterior ya que es la que alimenta esta unidad interior.

Por lo que, el resultado será el mismo.

$SPF = 3,8 \, x \, 0,68 \, x \, 1 = 2,54$

Nuevamente el SPF es mayor a 2,50, por lo que puede considerarse como renovable.

- Unidad interior - Acumulador / Tanque de Agua Caliente Sanitaria + Hidrokit:

$COP\ nominal = 4,13$

Nuevamente el factor de ponderación es de 0,68.

La temperatura elegida de distribución a las unidades interiores es la misma, 35ºC por lo que el factor de corrección nuevamente le corresponde el valor de 1.

$SPF = 4,13 \, x \, 0,68 \, x \, 1 = 2,8084$

En este caso, el cálculo vale tanto para el tanque de agua como para el hidrokit, por lo que el SPF es mayor a 2,50, se pueden considerar como renovables.

7.4. Instalación fotovoltaica

7.4.1. Cálculos del circuito

NOMBRE	DATOS DEL CIRCUITO					CONDUCTOR				CANALIZACIÓN	
Inversor - Derivación individual	Un (V)	Pn (VA)	COS FI	In (A)	L (M)	Aislamiento	Sección (mm2)	Iz (A)	V %	D (mm)	Tipo
	230	2360	0,9	9,68	20	XLPE	4	38	0,3	25	Tubo superficial PVC

Tabla 20: Datos del conducto y de la canalización del circuito del inversor a la derivación individual. (Fuente: Propia).

NOMBRE	DATOS DEL CIRCUITO					PROTECCIÓN DIFERENCIAL		PROTECCIÓN SOBRETENSIONES	PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA		
Inversor - Derivación individual	Un (V)	Pn (VA)	COS FI	In (A)	L (M)	In (A)	Is (mA)	Un (V)	V %	In (A)	Icc (A)
	230	2360	0,9	9,68	20	40	30	275	0,3	20	6000

Tabla 21:Datos de las protecciones diferenciales, de sobretensiones y magnetotérmica del circuito del inversor a la derivación individual. (Fuente: Propia).

7.4.2. Cálculo de la sección de cableado

Las fórmulas utilizadas para determinar la sección de cable necesaria para evitar una caída de tensión superior a la deseada son las siguientes:

Líneas eléctricas monofásicas:

CC:

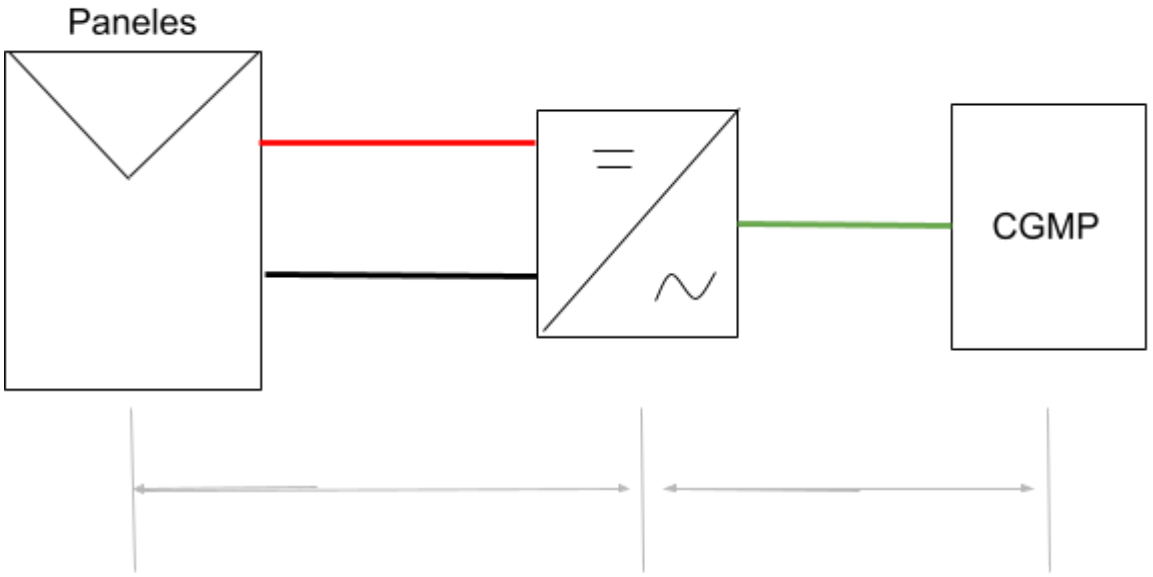
$$\Delta U\,(\%) = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/(S \cdot U)$$

CA:

$$\Delta U\,(\%) = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi)/(S \cdot U)$$

Según dice en el ITC-BT 40 del REBT en el punto “5 Cables de conexión”:

“Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal.”



$$\Delta U = 1,5\%\ de\ U_{MPP} \qquad \Delta U = 1,5\%\ de\ U_{AC}$$

Imagen 7: Esquema paneles, micorinversor y caja general. (Fuente: Propia).

Línea alterna (Inversor - Derivación Individual)

$$I_{total} = n^{o}\ microinversores \cdot I_{min} = 8 \cdot 1,21\,A = 9,68\,A$$

$$S = 2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi\ /\ \Delta U \cdot \gamma \cdot U = 2 \cdot 20 \cdot 9,68 \cdot 0,9\ /\ 1,5\% \cdot 45,5 \cdot 230 = 2,22\,mm^2$$

La conductividad del cobre (γ) es de 45,5 m/(Ω/mm²). Con estos resultados, la sección necesaria para asegurar la caída de tensión será de 4 mm².

LÍNEA CA	L (m)	I màx (A)	Vn (V)	Wp (VA)	V (%)	Sección de cable (mm2)
Inversor - Derivación individual	20	9,68	230	2360	1,50%	4

Tabla 22: Sección del cable del inversor a la derivación individual. (Fuente: Propia).

Según la tabla 1 de la ITC-BT-19 del RBT 842/2002, los conductores aislados 2 x XLPE de sección 4 mm² dentro de tubo en montaje superficial o empotrado pueden soportar una intensidad máxima de 38 A.

9,68 A < 38 A

La línea de corriente alterna conecta el inversor de corriente con la derivación Individual (DI) que sale del contador. Conectaremos con la DI al cuadro general de protecciones de la vivienda que se encuentra en la planta baja. Será una línea trifásica. Esta línea transcurrirá por el interior de la vivienda, canalizada en tubo de PVC de 25 mm.

7.4.3. Cálculo de la puesta a tierra

Puesta a tierra de la instalación fotovoltaica:

Los cálculos de puesta a tierra siguen la ITC-BT-18 del RBT 842/2002. La resistencia del terreno se considera según el siguiente cálculo:

$$R = V_C \ / \ I_S$$

Donde V_C es la tensión de contacto máxima admisible y Is es la sensibilidad del diferencial.

$$R = 50 / 0,3 = 166,66\ \Omega$$

Para calcular la longitud de la piqueta de toma a tierra se sigue la siguiente expresión:

$$L = \rho / R$$

Donde ρ es la resistividad del terreno y R la resistencia del terreno ya calculada.

Según la tabla 4 de la ITC-BT-18, el terreno puede clasificarse como terreno cultivable fértil, es decir, con un valor medio de resistividad de 50 Ω por metro. Por lo tanto, la longitud de la piqueta será como mínimo de 0,3 m, siendo 2 m la selección de longitud de piqueta más habitual.

Se cumplen los requisitos del RBT ya que cualquier masa no supera los 50 V de tensión de contacto y la resistencia del terreno no es superior a 37 Ω.

$$R = \rho / L = 50 / 2 = 25\,\Omega$$

$$V_C = I_S \cdot R = 0,3 \cdot 25 = 7,5\,V$$

7.4.4. Justificación de cadenas de módulos fotovoltaicos

Características de los paneles fotovoltaicos:

Marca y modelo	P max	Umpp	Impp	Uoc	Isc	Temp. Var. Uoc	Temp. Var. Isc	Temp. Var. P
Vertex S TrinaSolar	Wp	V	A	V	A	%/ºC	%/ºC	%/ºC
43+-2ºC	415	36	11,52	42,7	12,27	-0,28	0,04	-0,3

Tabla 23:Características de los paneles fotovoltaicos. (Fuente: Propia).

Características inversor:

Marca y modelo	P max Ac	PN max AC	Uoc max	Un	Imax sortida
Enphase IQ7A	VA	VA	V	V	A
	295	290	264	230	1,21

Tabla 24: Características del inversor. (Fuente: Propia).

Características de la instalación:

Marca y modelo	Cadena	Paneles serie	Pmax	Pn	Imax	Uoc max
Enphase IQ7A	1	ud	Wp	W	A	V
		8	3320	2226,4	9,68	264

Tabla 25: Características de la instalación. (Fuente: Propia).

7.4.5. Justificación consumo y generación energética

Se ha realizado un análisis de la producción durante un periodo de un año.

Generado con los datos estadísticos oficiales de radiación solar de los años 2016 a 2020, del Instituto de Geografía y Fotovoltaica de la Comisión Europea (PVGIS).

MES	1 DÍA (kWh)	1 MES	
ENERO	7,97	247,20	kWh (31 días)
FEBRERO	10,14	284,03	kWh (28 días)
MARZO	13,05	404,66	kWh (31 días)
ABRIL	14,77	443,07	kWh (30 días)
MAYO	17,25	534,83	kWh (31 días)
JUNIO	18,39	551,59	kWh (30 días)
JULIO	18,26	566,02	kWh (31 días)
AGOSTO	16,27	504,47	kWh (31 días)
SEPTIEMBRE	13,17	395,24	kWh (30 días)
OCTUBRE	9,47	293,68	kWh (31 días)
NOVIEMBRE	8,02	240,74	kWh (30 días)
DICIEMBRE	7,08	219,63	kWh (31 días)
	TOTAL	**4685,16**	**kWh (1 año)**

Tabla 26: Análisis de la producción durante un año. (Fuente: Propia).

Como no disponemos de los medios suficientes para calcular el consumo anual, se ha usado una calculadora especial de consumo eléctrico de luz, el resultado ha sido un consumo de 441,75 kWh / mes, teniendo en cuenta que al año serán 5.301 kWh y tenemos 4.685,16 kWh de energía eléctrica generada para el autoconsumo.

$$4685,15\ kWh\ /\ 5301\ kWh\ = 0,8838\ \cdot 100\ =\ 88,38\%$$

Con esta instalación conseguiremos cubrir un 88,38% de la energía eléctrica consumida en la vivienda.

7.3 ANEJO III PLANOS

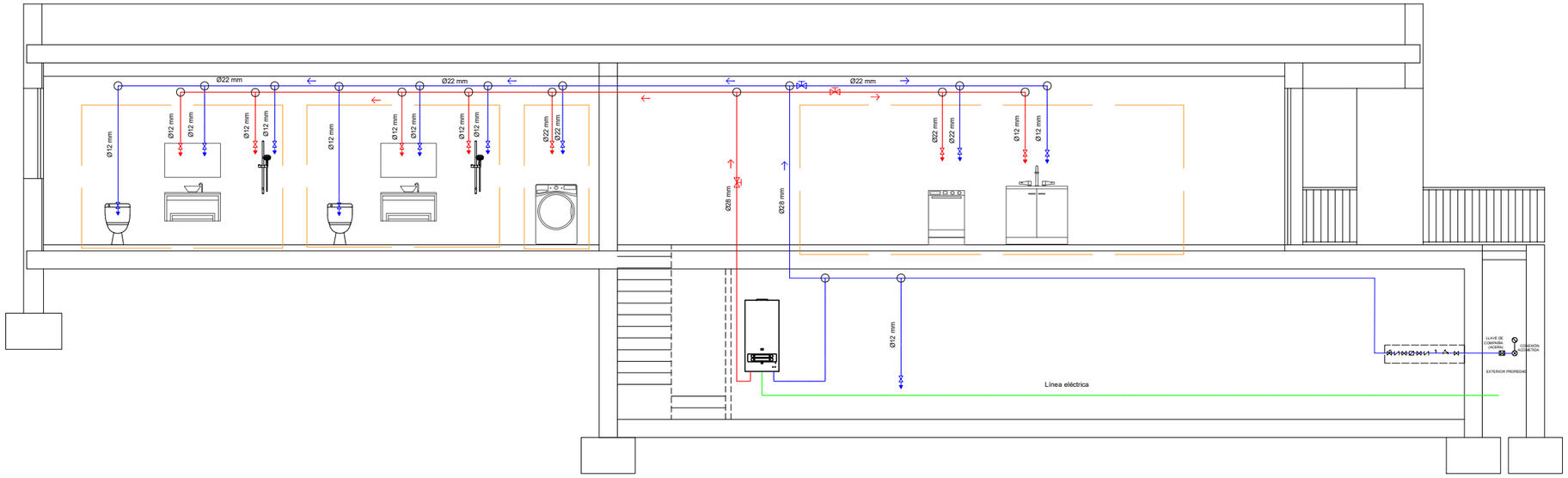
PLANO	DESCRIPCIÓN	FORMATO
	ANTES	
A01	Esquema Fontanería	A3
A02	Fontanería Planta Piso	A3
A03	Fontanería Planta Sótano	A3
A04	Esquema Climatización	A3
A05	Alzado Climatización	A3
A06	Climatización Planta Piso	A3
A07	Climatización Planta Sótano	A3
	DESPUÉS	
A08	Esquema Fontanería	A3
A09	Alzado Fontanería	A3
A10	Alzado Planta Piso	A3
A11	Alzado Planta Sótano	A3
A12	Esquema Aerotermia	A3
A13	Aerotermia Planta Piso	A3
A14	Aerotermia Planta Sótano	A3
A15	Esquema Saneamiento	A3
A16	Alzado Saneamiento	A3
A17	Esquema Fotovoltaica	A3
A18	Fotovoltaica Planta Cubierta	A3
A19	Alzado Fotovoltaica	A3

PLANOS SIN MEJORAS

LEYENDA

	Tubería de Cobre AFS		Tubería de Cobre ACS
	Acometida red exterior		Valvula reductora de presión
	Llave de presa		Valvula mezcladora
	Llave de registro		Bomba Hidroneumática
	Llave de corte y de paso		Valvula de seguridad primaria
	Filtro		Contador

	Valvula antiretorno		Purgador de aire
	Compensador Hidraulico		Hidrokit
	Consumo	M	Manómetro
	Llave llenado-vaciado	ACS	Depósito de acumulación

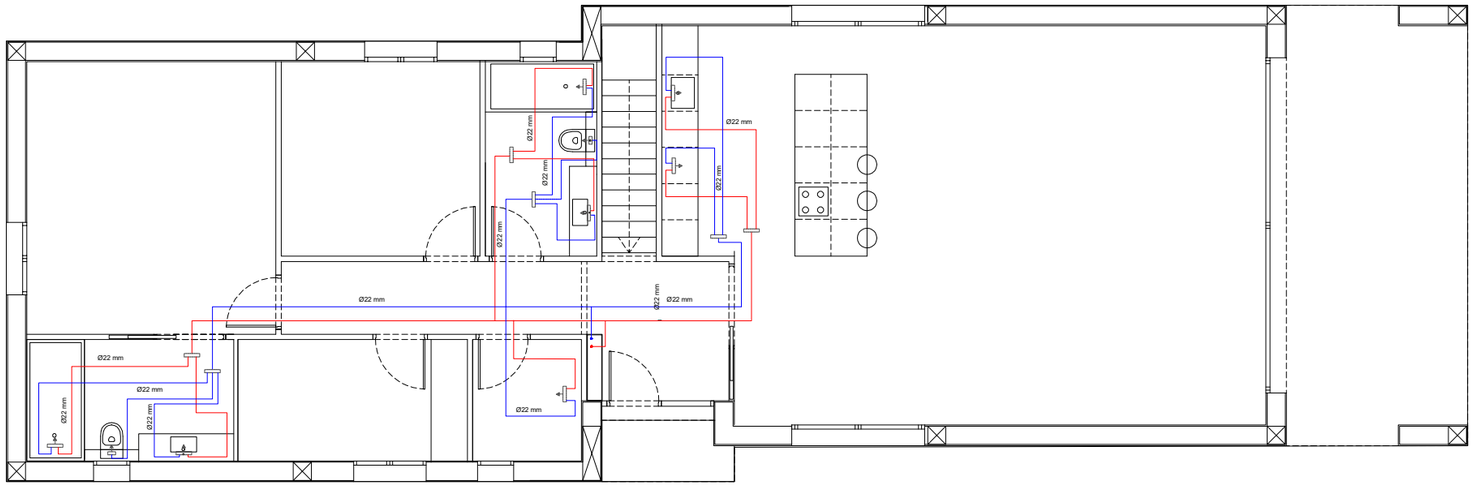


ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Alzado Fontanería

Apartado	Fontanería	A01	
Fecha	23 de Septiembre de 2024		
Dibujado por	Helena Campos Bautista		
Curso	2023-24	Escala	1/100



NOTAS FONTANERÍA

RED INTERIOR:

- Caldera eléctrica
- Tuberías de Cobre:
  - Cuartos húmedos: Ø22 mm.
  - Columna: Ø28 mm
  - Distribuidor principal: Ø28 mm
  - Alimentación de equipos de climatización:Ø 28 mm
- Tuberías de Cobre:
  - Planta sótano:
  - -- Grifo garaje: Ø20 mm.
  - Planta piso:
  - Cocina:
  - -- Fregadero doméstico: Ø12 mm
  - -- Lavavajillas doméstico: Ø12 mm
  - Sala de lavado:
  - -- Lavadora doméstica: Ø20 mm
  - Baño 1:
  - -- Lavabo: Ø12 mm
  - -- Ducha: Ø12 mm
  - -- Inodoro con cisterna: Ø12 mm
  - Baño 2:
  - -- Lavabo: Ø12 mm
  - -- Ducha: Ø12 mm
  - -- Inodoro con cisterna: Ø12 mm

LEYENDA

Tuberías de AFS (Agua fría sanitaria)

Tuberías de ACS (Agua caliente sanitaria)

Caldera eléctrica

ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

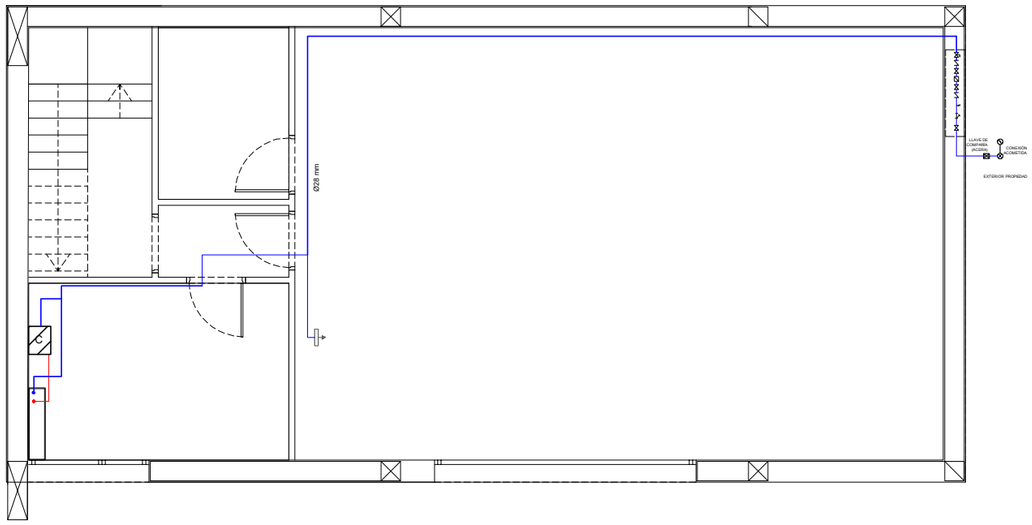
Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Fontanería PP

Número de proyecto	01
Fecha	23 de Septiembre de 2024
Dibujado por	Helena Campos Bautista
Curso	2023-24

A02

Escala 1/100



NOTAS FONTANERÍA

RED INTERIOR:

- Caldera eléctrica
- Tuberías de Cobre:
  - Cuartos húmedos: Ø22 mm.
  - Columna: Ø28 mm
  - Distribuidor principal: Ø28 mm
  - Alimentación de equipos de climatización:Ø 28 mm
- Tuberías de Cobre:
  - Planta sótano:
    - -- Grifo garaje: Ø20 mm.
  - Planta piso:
  - Cocina:
    - -- Fregadero doméstico: Ø12 mm
    - -- Lavavajillas doméstico: Ø12 mm
  - Sala de lavado:
    - -- Lavadora doméstica: Ø20 mm
  - Baño 1:
    - -- Lavabo: Ø12 mm
    - -- Ducha: Ø12 mm
    - -- Inodoro con cisterna: Ø12 mm
  - Baño 2:
    - -- Lavabo: Ø12 mm
    - -- Ducha: Ø12 mm
    - -- Inodoro con cisterna: Ø12 mm

LEYENDA

- Tuberías de AFS (Agua fría sanitaria)
- Tuberías de ACS (Agua caliente sanitaria)
- Caldera eléctrica

ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Fontanería PS

Número de proyecto	01
Fecha	23 de Septiembre de 2024
Dibujado por	Helena Campos Bautista
Curso	2023-24

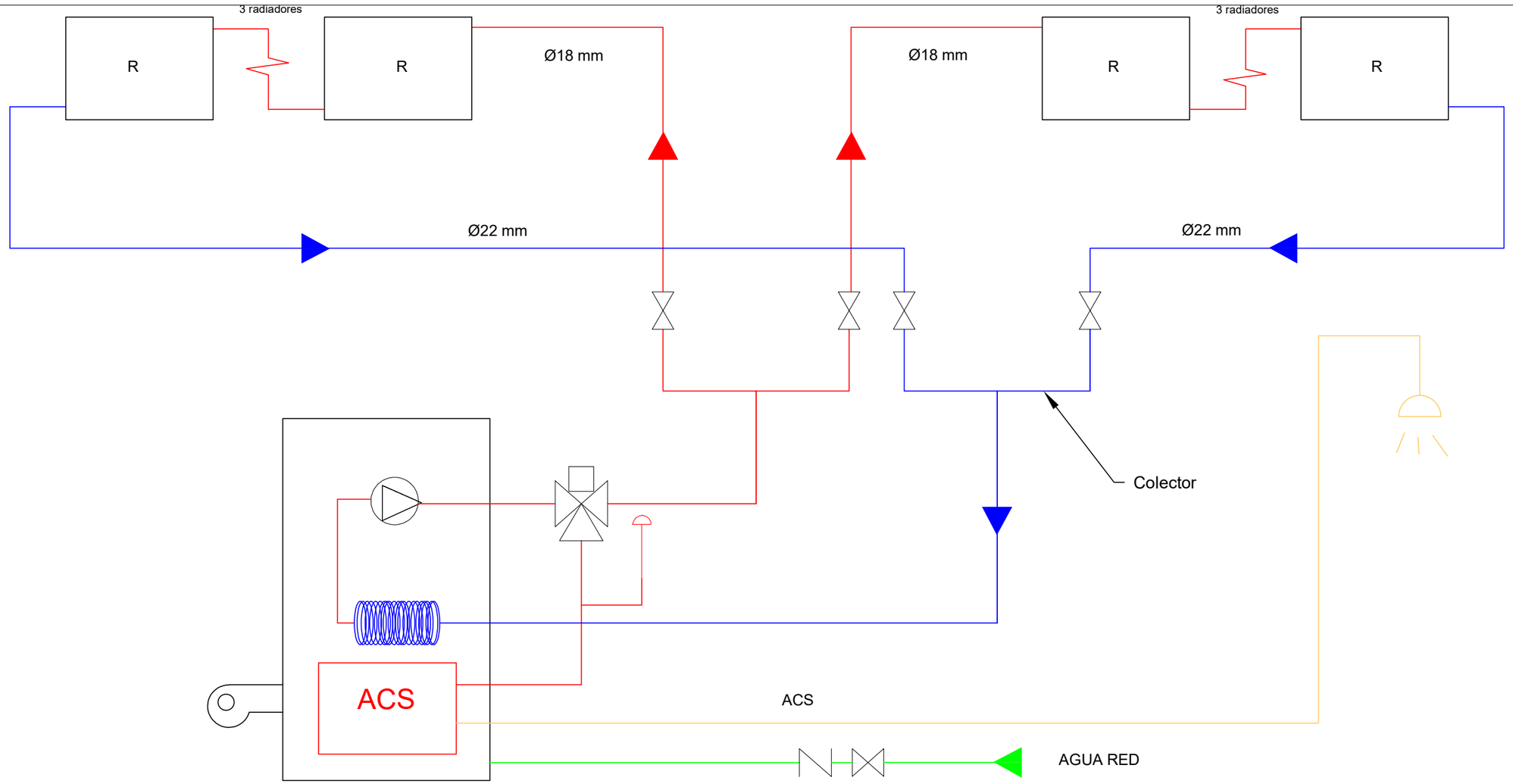
A03

Escala 1/100

LEYENDA

	AGUA FRÍA		AGUA CALIENTE
	Acometida red exterior		Valvula reductora de presión
	Llave de presa		Valvula de 3 vias termostática
	Llave de registro		Bomba Hidroneumática
	Llave de corte y de paso		Valvula de seguridad primaria
	Filtro		Contador

	Valvula antiretorno		Purgador de aire
	Compensador Hidraulico	R	Radiador
	Consumo	M	Manómetro
	Llave llenado-vaciado	ACS	Caldera calefacción / ACS

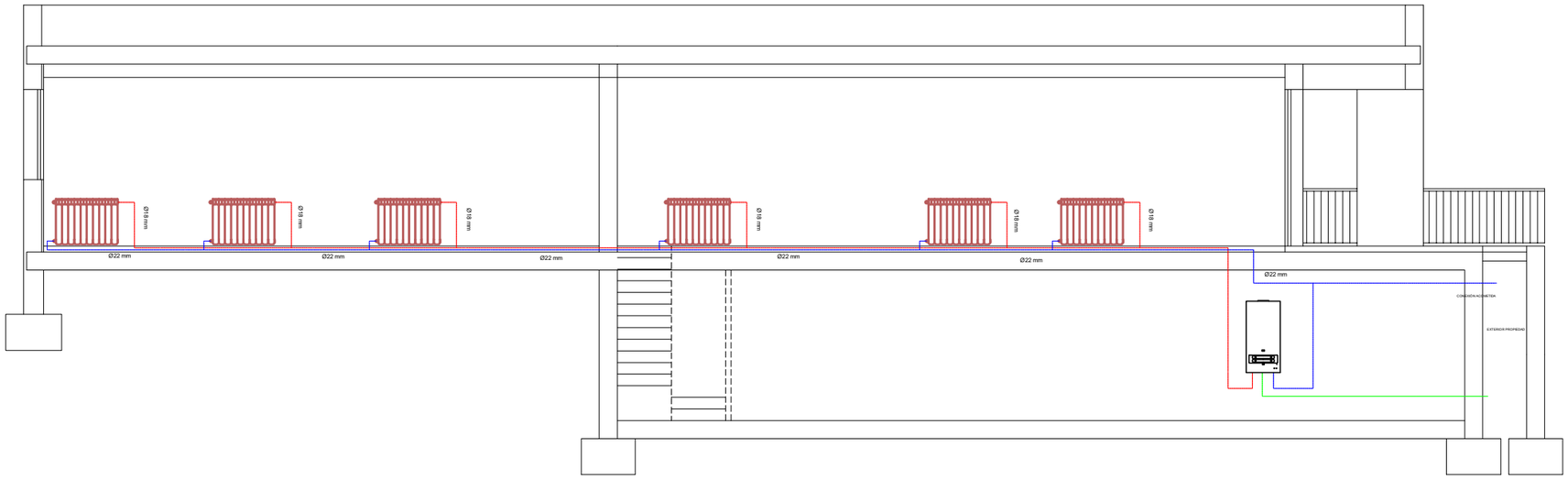


ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Esquema del principio Climatización

Apartado	Fontanería	A04	
Fecha	23 de Septiembre de 2024		
Dibujado por	Helena Campos Bautista		
Curso	2023-24	Escala	1/100



NOTAS CLIMATIZACIÓN

RED INTERIOR:
- Calder eléctrica
- Tuberías de Cobre:
  - Ø18 mm
  - Ø22 mm

LEYENDA

Tuberías de AFS (Agua fría sanitaria)

Tuberías de ACS (Agua caliente sanitaria)

Alimentación eléctrica a la caldera

Radiadores conectados en série

Caldera eléctrica

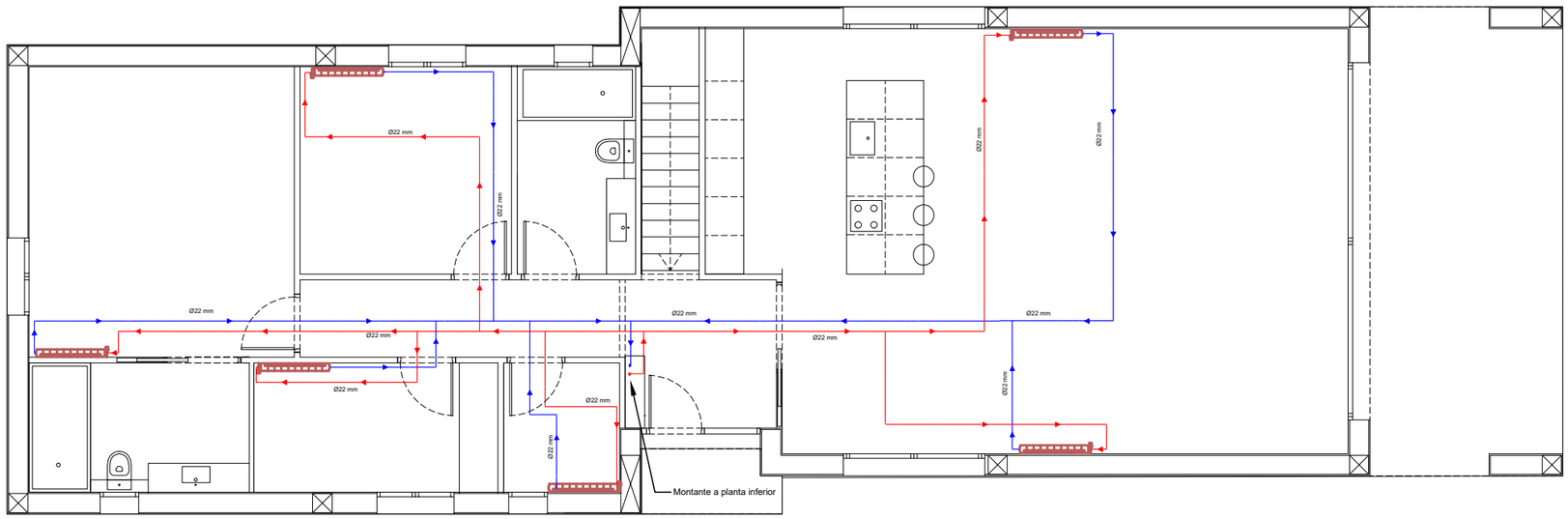
ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Alzado Climatización

Número de proyecto	01
Fecha	23 de Septiembre de 2024
Dibujado por	Helena Campos Bautista
Curso	2023-24
Escala	1/100

A05



NOTAS CLIMATIZACIÓN

RED INTERIOR:
- Calder eléctrica
- Tuberías de Cobre:
  - Ø18 mm
  - Ø22 mm

LEYENDA

- Tuberías de AFS (Agua fría sanitaria)
- Tuberías de ACS (Agua caliente sanitaria)
- Radiadores conectados en série
- Caldera de gas eléctrica

ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

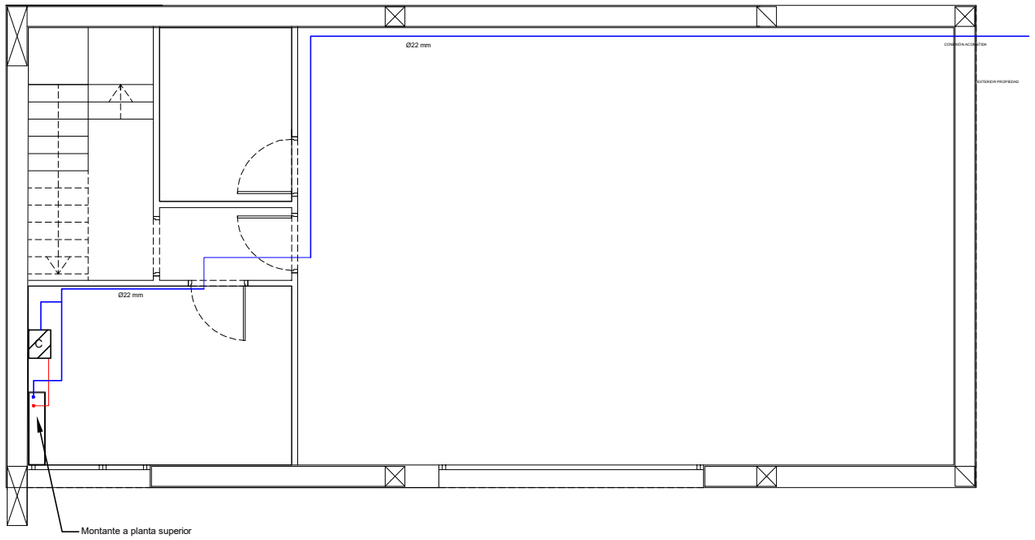
Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Climatización PP

Número de proyecto	01
Fecha	23 de Septiembre de 2024
Dibujado por	Helena Campos Bautista
Curso	2023-24

A06

Escala 1/100



NOTAS CLIMATIZACIÓN

RED INTERIOR:
- Calder eléctrica
- Tuberías de Cobre:
  - Ø18 mm
  - Ø22 mm

LEYENDA

Tuberías de AFS (Agua fría sanitaria)

Tuberías de ACS (Agua caliente sanitaria)

Radiadores conectados en série

Caldera de gas eléctrica

ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Climatización PS

Número de proyecto	01
Fecha	23 de Septiembre de 2024
Dibujado por	Helena Campos Bautista
Curso	2023-24
Escala	1/100

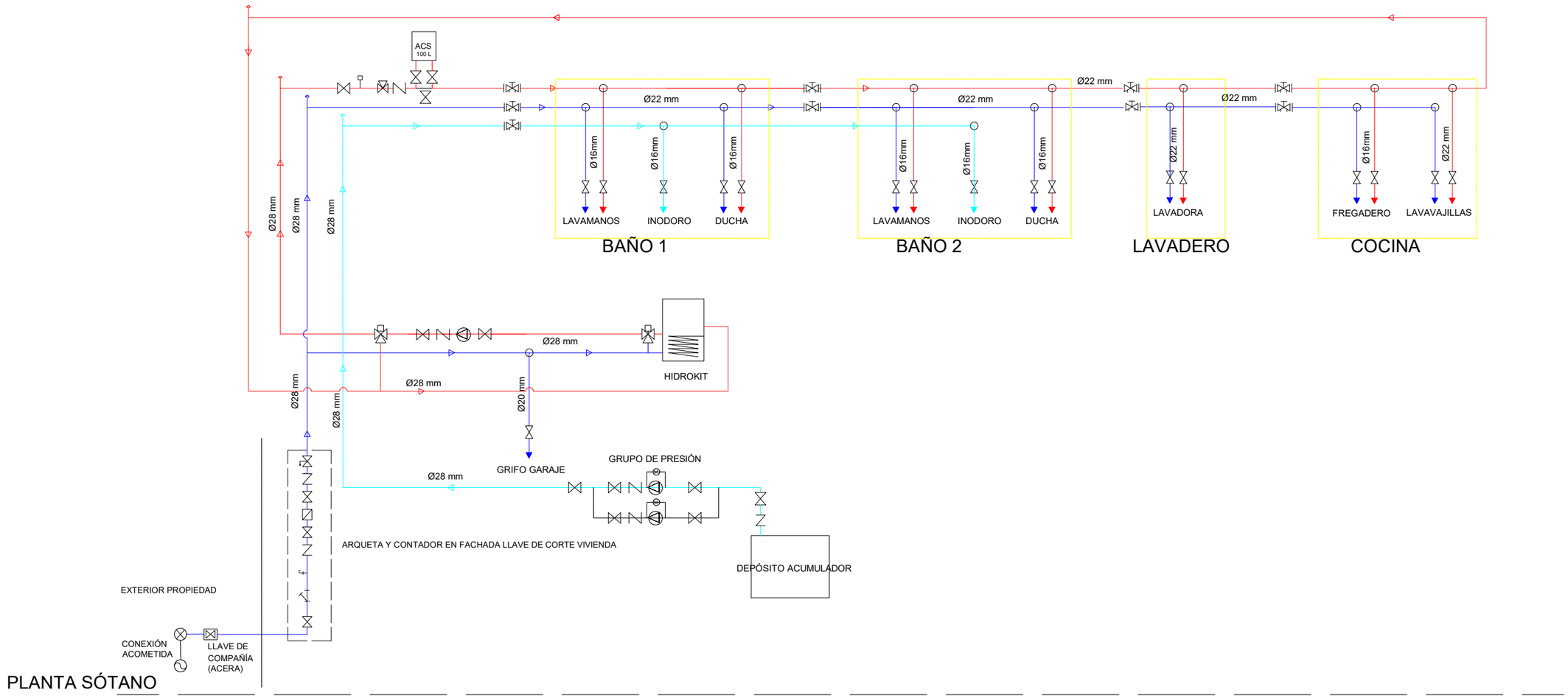
A07

PLANOS CON MEJORAS

LEYENDA

	Acometida red exterior		Valvula reductora de presión
	Llave de presa		Valvula mezcladora
	Llave de registro		Bomba Hidroneumática
	Llave de corte y de paso		Valvula de seguridad primaria
	Filtro		Contador

	Valvula antiretorno		Purgador de aire
	Compensador Hidraulico		Hidrokit
	Consumo	M	Manómetro
	Llave llenado-vaciado	ACS	Depósito de acumulación
	Tubería de cobre AFS		Tubería de cobre ACS
	Tubería de cobre de agua reutilizada proveniente del depósito de aguas grises		



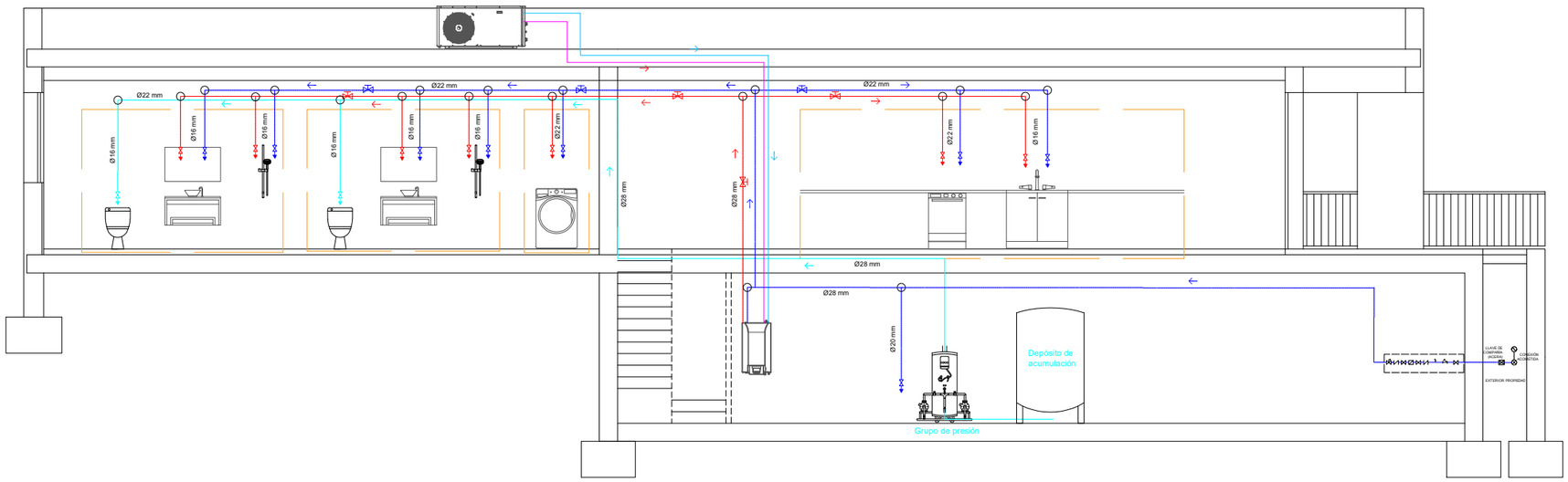
ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Esquema del principio Fontanería

Apartado	Fontanería
Fecha	23 de Septiembre de 2024
Dibujado por	Helena Campos Bautista
Curso	2023-24
Escala	1/100

A08



NOTAS FONTANERÍA

UNIDAD EXTERIOR:
- Dimensiones (alto/ancho/fondo):
950/834/330 mm
- Potencia: 14 kW

HIDROKIT:
- Dimensiones (alto/ancho/fondo):
800/530/360 mm

ACUMULADOR ACS:
- Dimensiones (alto/ancho/fondo):
1600/595/680 mm
- Capacidad: 200 L

LEYENDA

- Tuberías de cobre AFS (Agua fría sanitaria)
- Tuberías de cobre ACS (Agua caliente sanitaria)
- Tuberías de cobre de agua fría reutilizada proviniente del depósito
- Tuberías de cobre que une la Unidad Exterior con el Hidrokit. Circuito cerrado.
- Tuberías de cobre que une la Unidad Exterior con el Hidrokit. Circuito cerrado.
- Llave de paso
- Unidad interior - HIDROKIT
- Grupo de presión para aguas grises
- Depósito acumulador de aguas grises
- Unidad exterior

ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

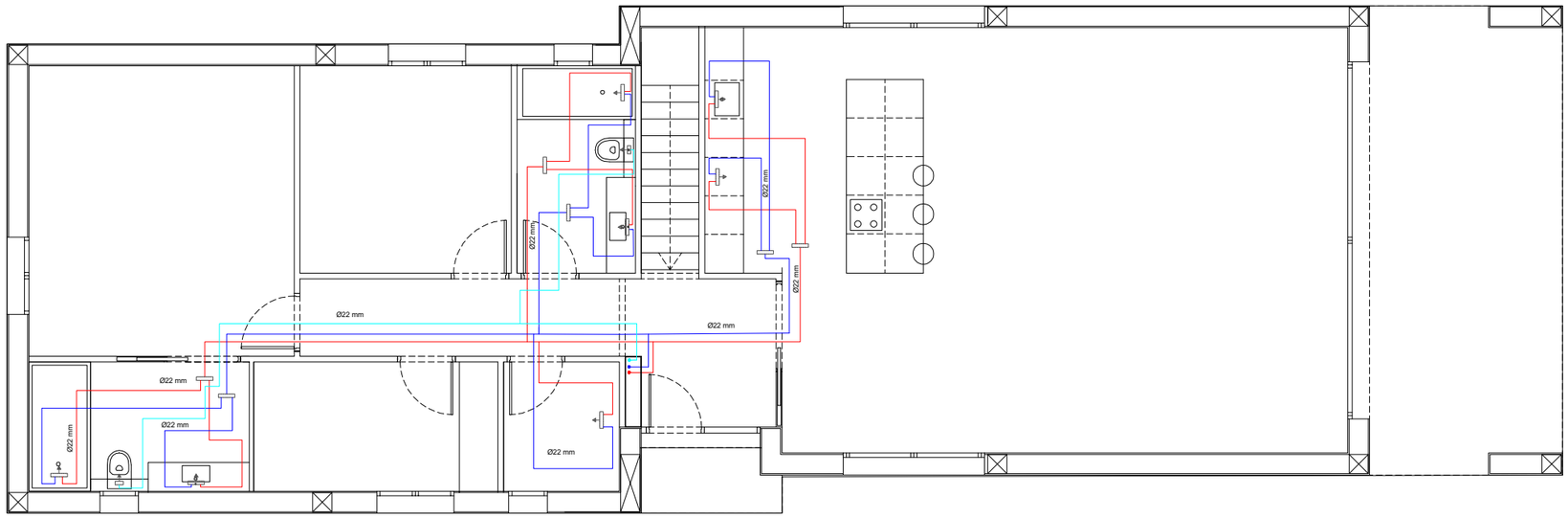
Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Alzado fontanería

Número de proyecto	01
Fecha	23 de Septiembre de 2024
Dibujado por	Helena Campos Bautista
Curso	2023-24

A09

Escala 1/100



NOTAS FONTANERÍA

RED INTERIOR:

- Caldera eléctrica
- Tuberías de Cobre:
  - Cuartos húmedos: Ø22 mm.
  - Columna: Ø28 mm
  - Distribuidor principal: Ø28 mm
  - Alimentación de equipos de climatización:Ø 28 mm
- Tuberías de Cobre:
  - Planta sótano:
    - -- Grifo garaje: Ø20 mm.
  - Planta piso:
  - Cocina:
    - -- Fregadero doméstico: Ø12 mm
    - -- Lavavajillas doméstico: Ø12 mm
  - Sala de lavado:
    - -- Lavadora doméstica: Ø20 mm
  - Baño 1:
    - -- Lavabo: Ø12 mm
    - -- Ducha: Ø12 mm
    - -- Inodoro con cisterna: Ø12 mm
  - Baño 2:
    - -- Lavabo: Ø12 mm
    - -- Ducha: Ø12 mm
    - -- Inodoro con cisterna: Ø12 mm

LEYENDA

- Tuberías de AFS (Agua fría sanitaria)
- Tuberías de ACS (Agua caliente sanitaria)
- Tuberías de agua fría reutilizada proviniente del depósito
- A — Tanque de agua caliente sanitaria ACS
- HK — Unidad interior - HIDROKIT
- D — Depósito acumulador de aguas grises
- GP — Grupo de presión para aguas grises

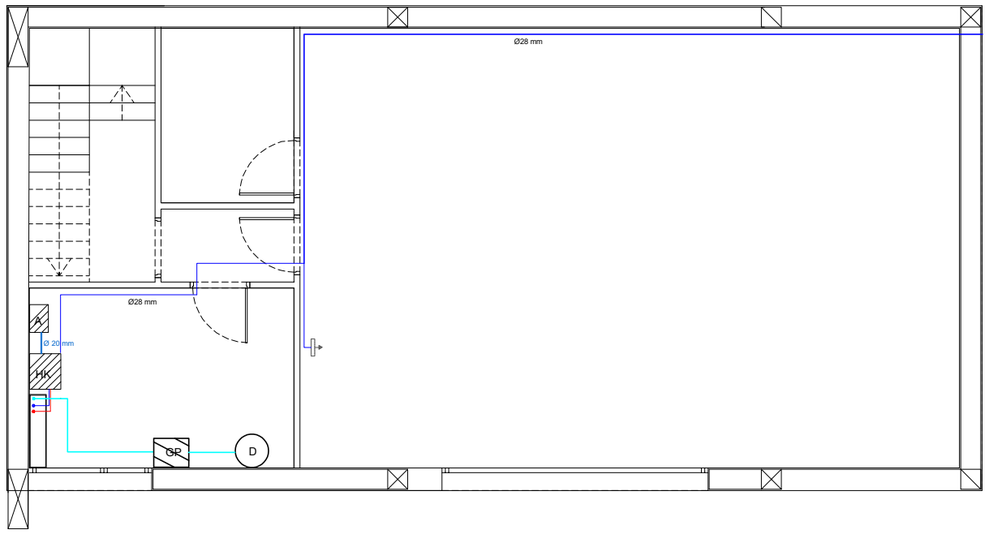
ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Fontanería PP

Número de proyecto	01
Fecha	23 de Septiembre de 2024
Dibujado por	Helena Campos Bautista
Curso	2023-24
Escala	1/100

A10



NOTAS FONTANERÍA

RED INTERIOR:

- Caldera eléctrica
- Tuberías de Cobre:
  - Cuartos húmedos: Ø22 mm.
  - Columna: Ø28 mm
  - Distribuidor principal: Ø28 mm
  - Alimentación de equipos de climatización:Ø 28 mm
- Tuberías de Cobre:
  - Planta sótano:
  - -- Grifo garaje: Ø20 mm.
  - Planta piso:
  - Cocina:
  - -- Fregadero doméstico: Ø12 mm
  - -- Lavavajillas doméstico: Ø12 mm
  - Sala de lavado:
  - -- Lavadora doméstica: Ø20 mm
  - Baño 1:
  - -- Lavabo: Ø12 mm
  - -- Ducha: Ø12 mm
  - -- Inodoro con cisterna: Ø12 mm
  - Baño 2:
  - -- Lavabo: Ø12 mm
  - -- Ducha: Ø12 mm
  - -- Inodoro con cisterna: Ø12 mm

LEYENDA

- Tuberías de AFS (Agua fría sanitaria)
- Tuberías de ACS (Agua caliente sanitaria)
- Tuberías de agua fría reutilizada proviniente del depósito
- A — Tanque de agua caliente sanitaria ACS
- HK — Unidad interior - HIDROKIT
- D — Depósito acumulador de aguas grises
- GP — Grupo de presión para aguas grises

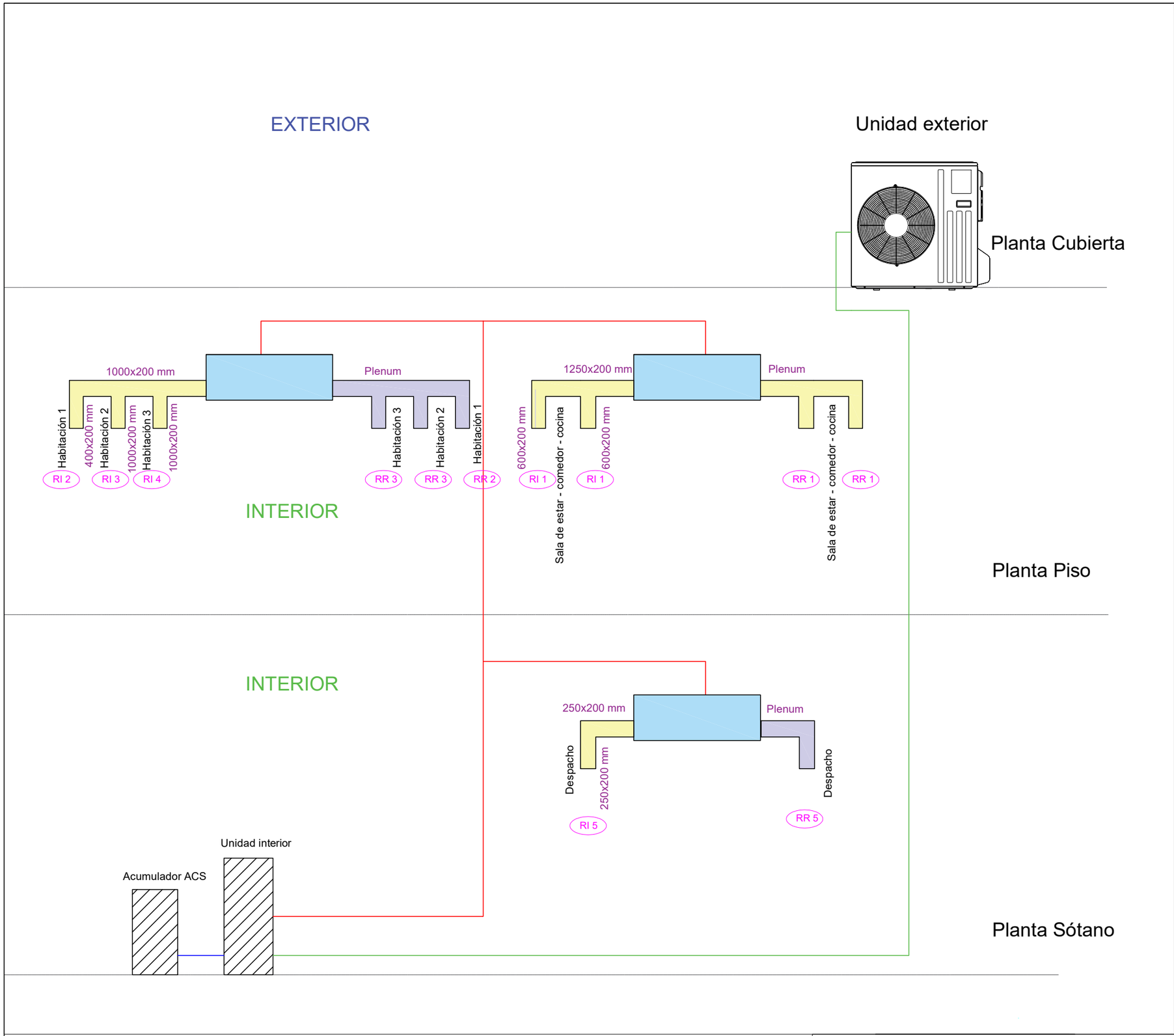
ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Fontanería PS

Número de proyecto	01
Fecha	23 de Septiembre de 2024
Dibujado por	Helena Campos Bautista
Curso	2023-24
Escala	1/100

A11



NOTAS CLIMATIZACIÓN - AEROTERMIA

UNIDAD EXTERIOR:
- Dimensiones (alto/ancho/fondo): 1.338 / 1.050 / 330(+40)mm
- Potencia: 13,4 kW

FANCOILS:
- Dimensiones (alto/ancho/fondo): 215/450/1145 mm

HIDROKIT:
- Dimensiones (alto/ancho/fondo): 800 / 530 / 600 mm

ACUMULADOR ACS:
- Dimensiones (alto/ancho/fondo): 1600 / 595 / 680 mm
- Capacidad: 200 L

CONDUCTOS (mm):
Sala de estar - comedor - cocina: 1250 x 200 / 600 x 200
Cocina: 200 x 200
Habitación 1: 400 x 200
Habitación 2: 300 x 200
Habitación 3: 200 x 200
Despacho: 250 x 100

REJILLAS de IMPULSIÓN (mm):
RI 1: 600 x 200
RI 2: 500 x 200
RI 3: 250 x 100
RI 4: 200 x 100
RI 5: 250 x 100

REJILLAS de RETORNO (mm):
RR 1: 600 x 200
RR 2: 500 x 200
RR 3: 350 x 100
RR 4: 300 x 100
RR 5: 350 x 100

LEYENDA

- Tanque de agua caliente sanitaria ACS
- Unidad interior - HIDROKIT
- Unidad Exterior
- Unidad interior de climatización tipo fan-coil de conductos
- Conductos de impulsión
- Conductos de expulsión
- Tuberia Agua Potable
- Tuberias Frigoríficas
- Tuberías de cobre que une la Unidad Exterior con el Hidrokit.

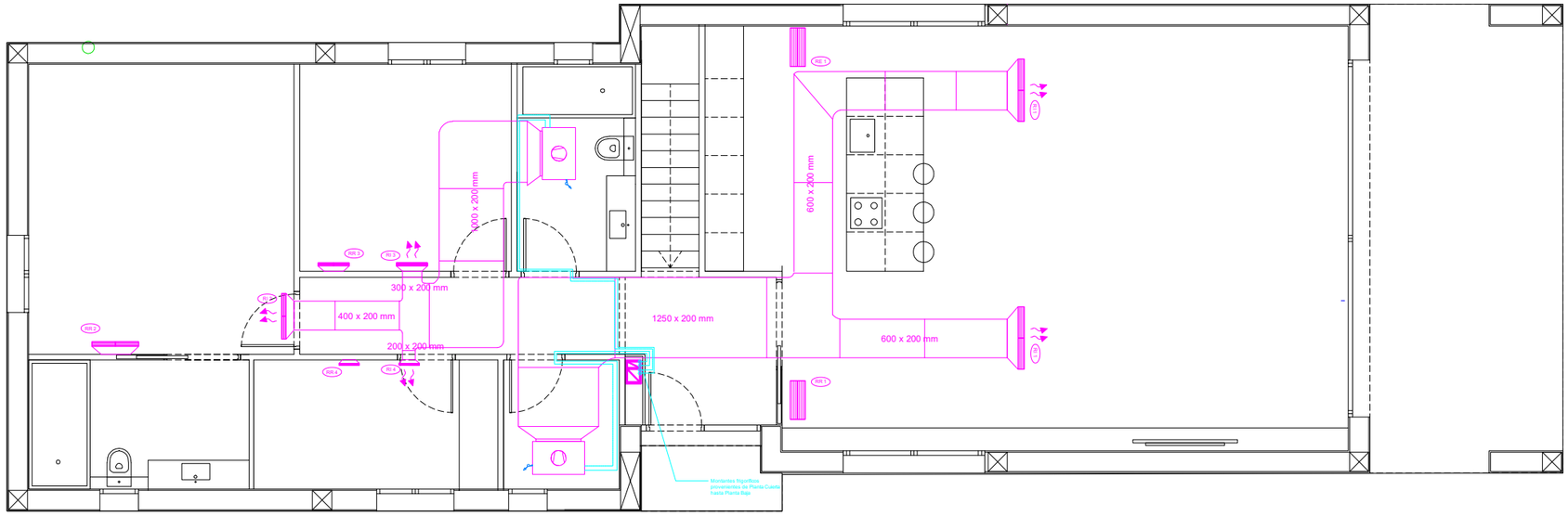
ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Esquema del principio Aerotermia

Número de proyecto	01
Fecha	23 de Septiembre de 2024
Dibujado por	Helena Campos Bautista
Curso	2023-24
Escala	1/100

A12



NOTAS CLIMATIZACIÓN - AEROTERMIA

UNIDAD EXTERIOR:
- Dimensiones (alto/ancho/fondo):
1.338 / 1.050 / 330(+40)mm
- Potencia: 13,4 kW

FANCOILS:
- Dimensiones (alto/ancho/fondo):
215/450/1145 mm

HIDROKIT:
- Dimensiones (alto/ancho/fondo):
800 / 530 / 600 mm

ACUMULADOR ACS:
- Dimensiones (alto/ancho/fondo):
1600 / 595 / 680 mm
- Capacidad: 200 L

CONDUCTOS (mm):
Sala de estar - comedor - cocina: 1250 x 200 / 600 x 200
Cocina: 200 x 200
Habitación 1: 400 x 200
Habitación 2: 300 x 200
Habitación 3: 200 x 200
Despacho: 250 x 100

REJILLAS de IMPULSIÓN (mm):
RI 1: 600 x 200
RI 2: 500 x 200
RI 3: 250 x 100
RI 4: 200 x 100
RI 5: 250 x 100

REJILLAS de RETORNO (mm):
RR 1: 600 x 200
RR 2: 500 x 200
RR 3: 350 x 100
RR 4: 300 x 100
RR 5: 350 x 100

LEYENDA

- Unidad interior de climatización tipo fan-coil de conductos
- Rejilla plana encastada en el falso techo para impulsión o expulsión de aire para la climatización de la vivienda
- Rejilla recta para impulsión o expulsión de aire para la climatización de la vivienda
- Conductos refrigerantes para la unidad interior de climatización
- UE — Unidad Exterior
- A — Tanque de agua caliente sanitaria ACS
- HK — Unidad interior - HIDROKIT
- Caja general de derivación
- Tuberia Agua Potable
- Tuberias Frigoríficas

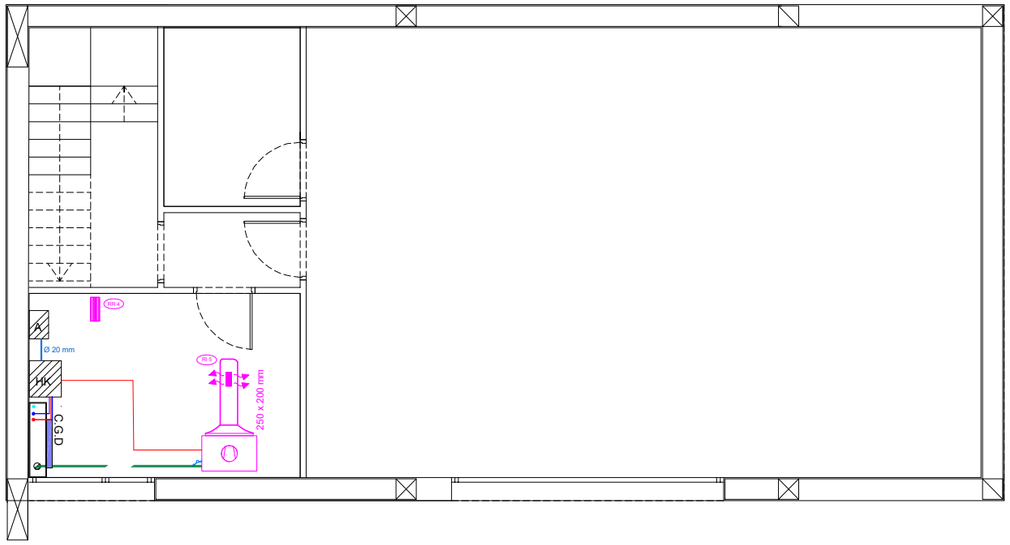
ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Instalación Aerotermia PP

Número de proyecto	01
Fecha	23 de Septiembre de 2024
Dibujado por	Helena Campos Bautista
Curso	2023-24
Escala	1/100

A13



NOTAS CLIMATIZACIÓN - AEROTERMIA

UNIDAD EXTERIOR:
- Dimensiones (alto/ancho/fondo):
1.338 / 1.050 / 330(+40)mm
- Potencia: 13,4 kW

FANCOILS:
- Dimensiones (alto/ancho/fondo):
215/450/1145 mm

HIDROKIT:
- Dimensiones (alto/ancho/fondo):
800 / 530 / 600 mm

ACUMULADOR ACS:
- Dimensiones (alto/ancho/fondo):
1600 / 595 / 680 mm
- Capacidad: 200 L

CONDUCTOS (mm):
Sala de estar - comedor -
cocina: 1250 x 200 / 600 x 200
Cocina: 200 x 200
Habitación 1: 400 x 200
Habitación 2: 300 x 200
Habitación 3: 200 x 200
Despacho: 250 x 100

REJILLAS de IMPULSIÓN (mm):
RI 1: 600 x 200
RI 2: 500 x 200
RI 3: 250 x 100
RI 4: 200 x 100
RI 5: 250 x 100

REJILLAS de RETORNO (mm):
RR 1: 600 x 200
RR 2: 500 x 200
RR 3: 350 x 100
RR 4: 300 x 100
RR 5: 350 x 100

LEYENDA

- Unidad interior de climatización tipo fan-coil de conductos
- Rejilla plana encastada en el falso techo para impulsión o expulsión de aire para la climatización de la vivienda
- Rejilla recta para impulsión o expulsión de aire para la climatización de la vivienda
- Conductos refrigerantes para la unidad interior de climatización
- UE — Unidad Exterior
- A — Tanque de agua caliente sanitaria ACS
- HK — Unidad interior - HIDROKIT
- Caja general de derivación
- Tuberia Agua Potable
- Tuberias Frigoríficas

ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Instalación Aerotermia PS

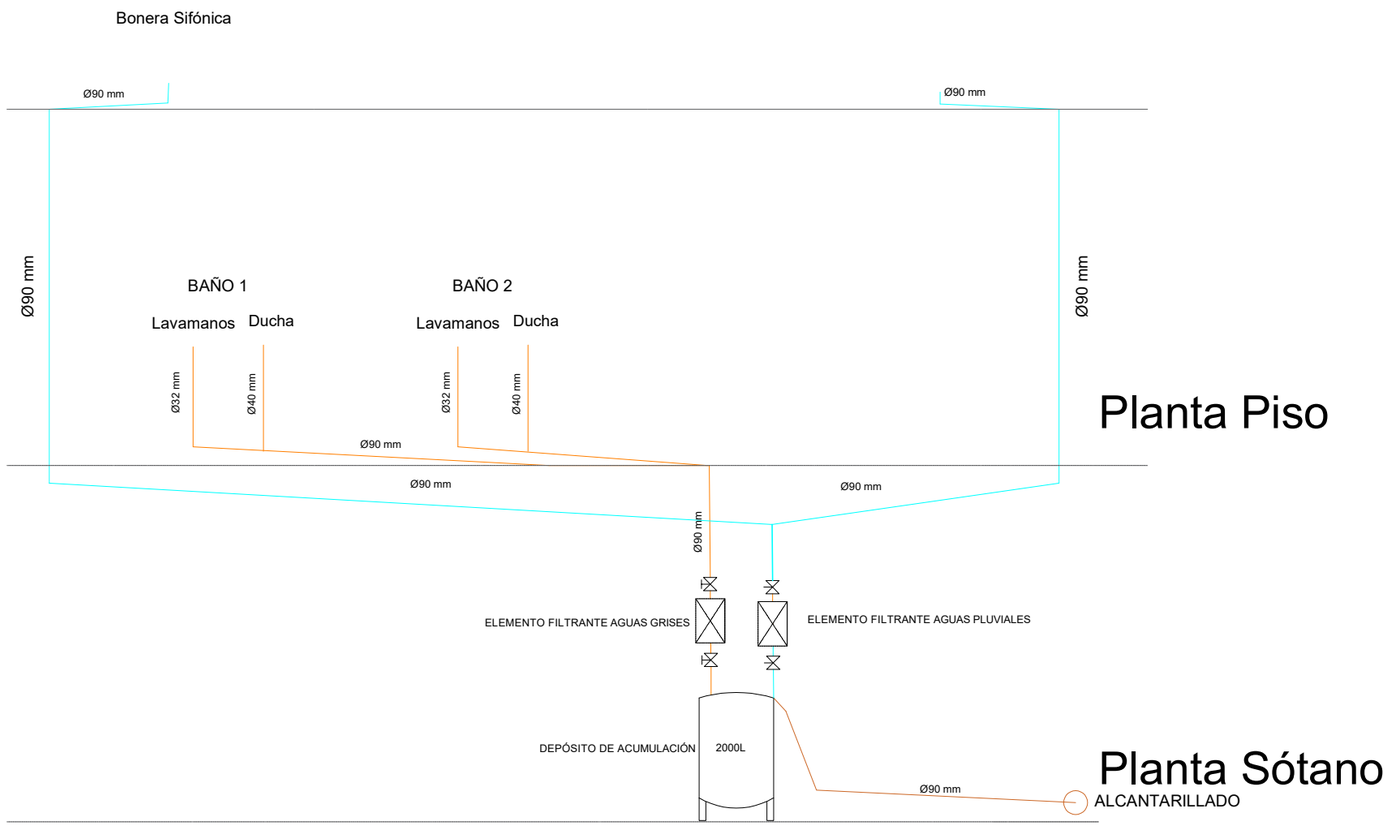
Número de proyecto	01
Fecha	23 de Septiembre de 2024
Dibujado por	Helena Campos Bautista
Curso	2023-24
Escala	1/100

A14

LEYENDA

	Tuberías de Cobre de aguas grises		Tuberías de Cobre de aguas pluviales
	Acometida red exterior		Valvula reductora de presión
	Llave de presa		Valvula mezcladora
	Llave de registro		Bomba Hidroneumática
	Llave de corte y de paso		Valvula de seguridad primaria
	Filtro		Contador

	Valvula antiretorno		Purgador de aire
	Compensador Hidraulico		Hidrokit
	Consumo	M	Manómetro
	Llave llenado-vaciado	ACS	Depósito de acumulación



ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

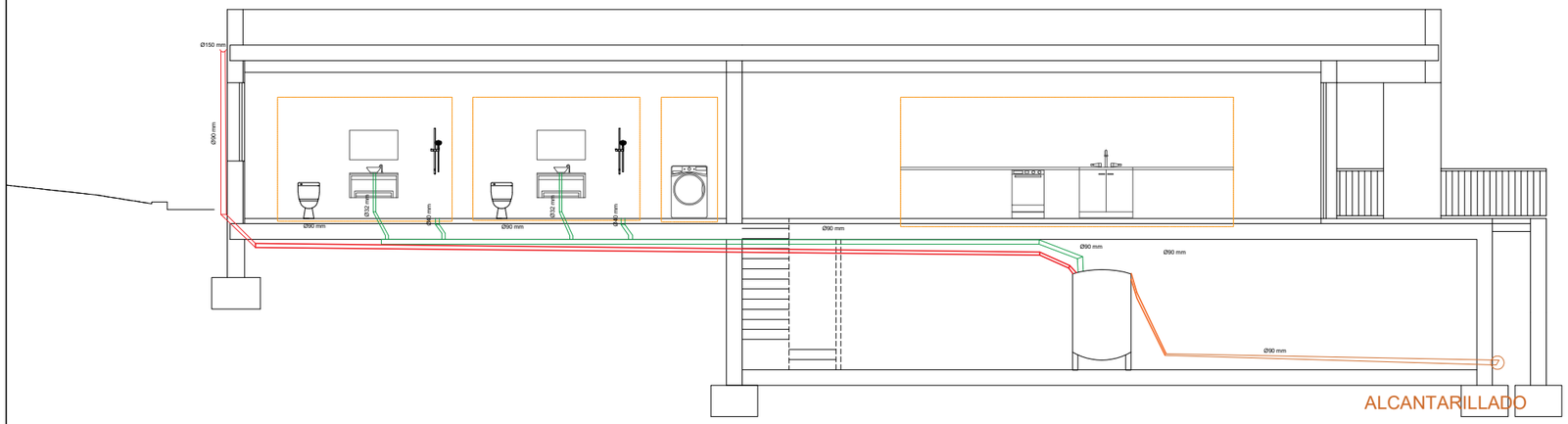
Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Esquema del principio Saneamiento

Apartado	Fontantería
Fecha	23 de Septiembre de 2024
Dibujado por	Helena Campos Bautista
Curso	2023-24

A15

Escala 1/100



NOTAS SANEAMIENTO

DEPÓSITO:
- Medidas:
  - -- Radio: 2550 mm
- Capacidad: 2000L

Evacuación aguas pluviales:
- Tuberías de Cobre: Ø90 mm
- Tratamiento de filtración: cloración

Evacuación aguas grises:
- Derivaciones individuales:
  - -- Lavamanos: 32 mm
  - -- Ducha: 40 mm
- Ramales colectores: 90 mm
- Tratamiento de filtración: a base de membranas

LEYENDA

- Tuberías y bajantes para la evacuación de aguas grises
- Tuberías de evacuación en caso de reboso del depósito
- Tuberías y bajantes para la evacuación de aguas pluviales

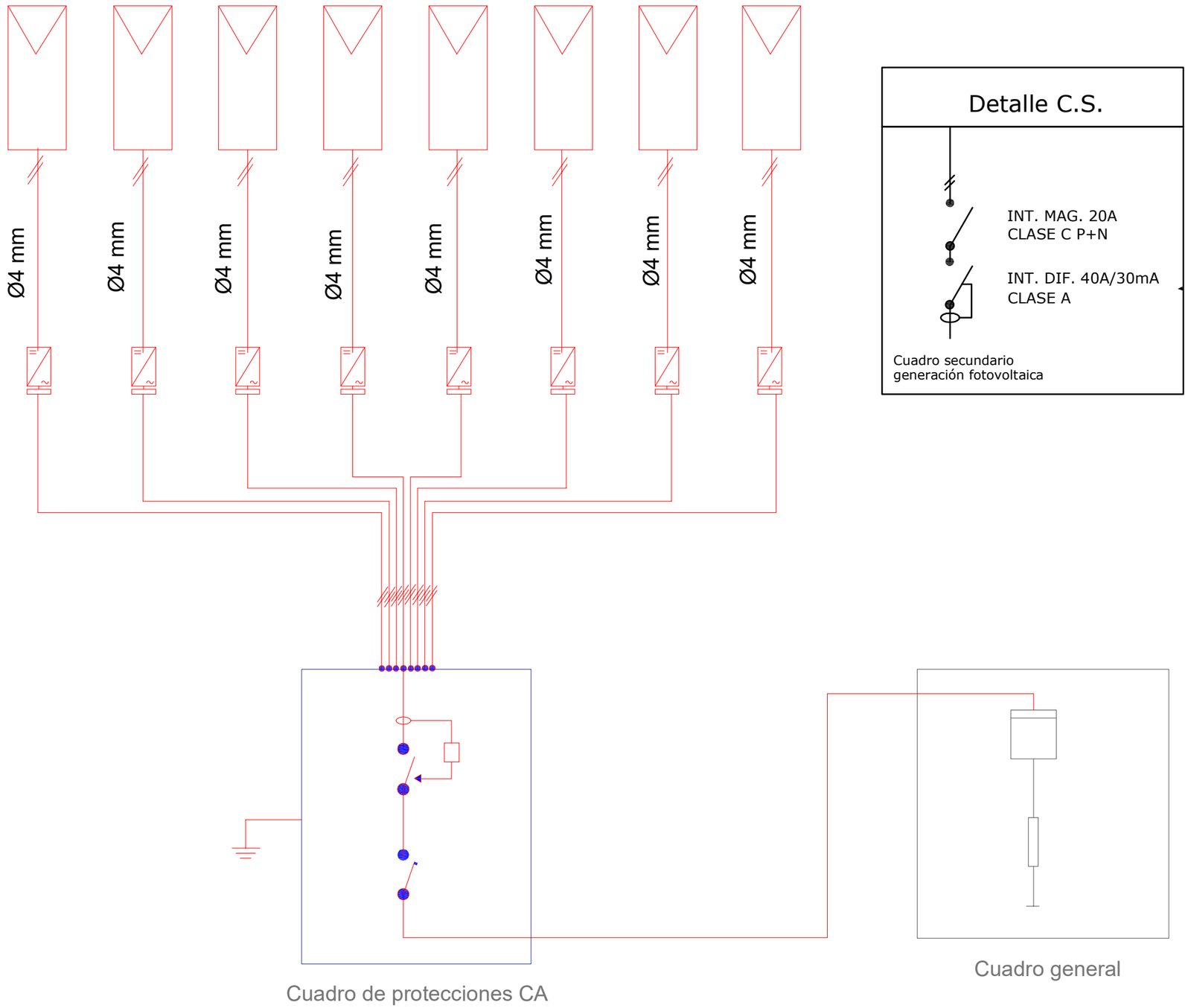
ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Alzado caneamiento

Número de proyecto	01
Fecha	23 de Septiembre de 2024
Dibujado por	Helena Campos Bautista
Curso	2023-24
Escala	1/100

A16



NOTAS FOTOVOLTAICA

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS:
- Marca y modelo: Vertex S TrinaSolar
- Poténcia: 3,32 kW
- 8 ud
- Conectados en serie
- Tensión máxima de 36,0 V
- Intensidad máxima 11,52 A

MICROINVERSORES:
- Marca y modelo: Enphase IQ7A
- Intensidad máxima: 1,21A
- Tensión máxima de entrada en CC de 60 V
- Tensión mínima de 22 V

CONEXIÓN PANELES - MICORINVERSORES:
- Conectores MC4
- Cable de 4 mm2 de cobre H1Z2Z2-K 1,5/1,8 kVT

CONEXIÓN MICORINVERSORES - CUADRO DE PROTECCIONES CA:
- Cable de 4 mm2 de cobre RZ1-K 0,6/1 kV
- Tubo semirrígido de 25 mm

TOMA DE TIERRA:
- Sección no inferior a 2,5 mm² de cobre

LEYENDA

Módulo solar fotovoltaico

Microinversor

Cuadro de protecciones CA

Cuadro general

Toma de tierra

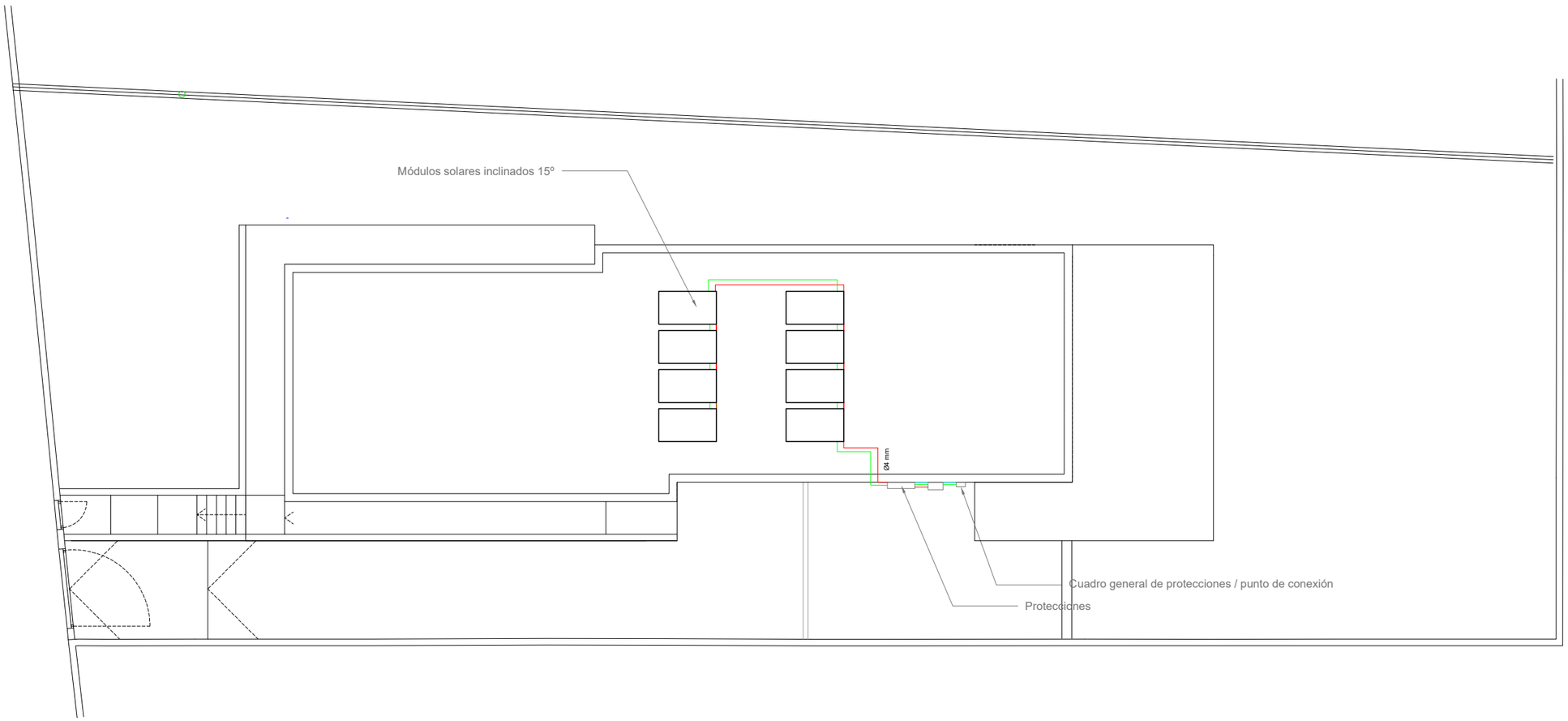
ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Esquema del principio Fotovoltaica

Número de proyecto	01
Fecha	23 de Septiembre de 2024
Dibujado por	Helena Campos Bautista
Curso	2023-24
Escala	1/100

A17



NOTAS FOTOVOLTAICA

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS:
- Marca y modelo: Vertex S TrinaSolar
- Poténcia: 3,32 kW
- 8 ud
- Conectados en serie
- Tensión máxima de 36,0 V
- Intensidad máxima 11,52 A

MICROINVERSORES:
- Marca y modelo: Enphase IQ7A
- Intensidad máxima: 1,21A
- Tensión máxima de entrada en CC de 60 V
- Tensión mínima de 22 V

CONEXIÓN PANELES - MICORINVERSORES:
- Conectores MC4
- Cable de 4 mm2 de cobre H1Z2Z2-K 1,5/1,8 kVT

CONEXIÓN MICORINVERSORES - CUADRO DE PROTECCIONES CA:
- Cable de 4 mm2 de cobre RZ1-K 0,6/1 kV
- Tubo semirrígido de 25 mm

TOMA DE TIERRA:
- Sección no inferior a 2,5 mm² de cobre

LEYENDA

Módulo solar fotovoltaico

Cuadro de protecciones CA

Protecciones

Cable conductor de electricidad

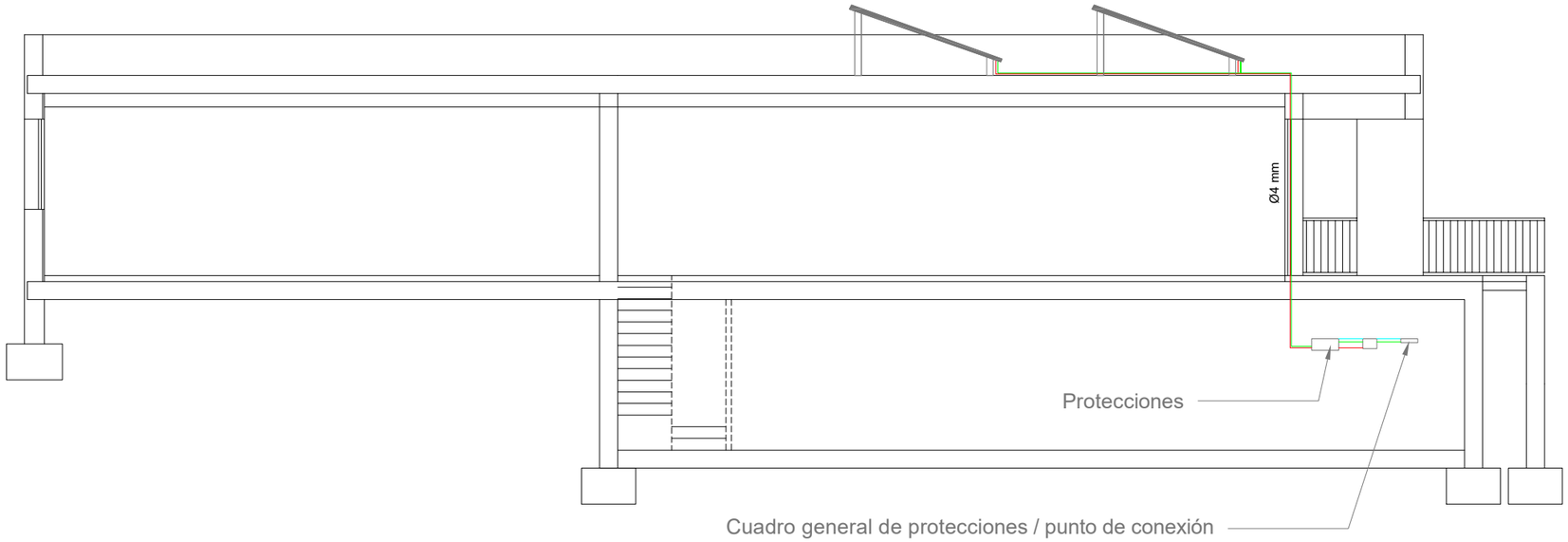
Toma de tierra

ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Fotovoltaica PC

Número de proyecto	01	A18
Fecha	23 de Septiembre de 2024	
Dibujado por	Helena Campos Bautista	
Curso	2023-24	Escala 1/100



NOTAS FOTOVOLTAICA

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS:
- Marca y modelo: Vertex S TrinaSolar
- Poténcia: 3,32 kW
- 8 ud
- Conectados en serie
- Tensión máxima de 36,0 V
- Intensidad máxima 11,52 A

MICROINVERSORES:
- Marca y modelo: Enphase IQ7A
- Intensidad máxima: 1,21A
- Tensión máxima de entrada en CC de 60 V
- Tensión mínima de 22 V

CONEXIÓN PANELES - MICORINVERSORES:
- Conectores MC4
- Cable de 4 mm2 de cobre H1Z2Z2-K 1,5/1,8 kVT

CONEXIÓN MICORINVERSORES - CUADRO DE PROTECCIONES CA:
- Cable de 4 mm2 de cobre RZ1-K 0,6/1 kV
- Tubo semirrígido de 25 mm

TOMA DE TIERRA:
- Sección no inferior a 2,5 mm² de cobre

LEYENDA

Módulo solar fotovoltaico

Cuadro de protecciones CA

Protecciones

Cable conductor de electricidad

Toma de tierra

ESTUDIO Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA

Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona

Alzado Fotovoltaica

Número de proyecto	01
Fecha	23 de Septiembre de 2024
Dibujado por	Helena Campos Bautista
Curso	2023-24

A19

Escala 1/100

ANEJO IV FICHAS TÉCNICAS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Unidad exterior	MITSUBISHI, MPEZ-140YJA
Unidad interior - Fancoil	MITSUBISHI, I-LIFE3 2T DLIO 0802
Unidad interior - Acumulador	MITSUBISHI, ERST20D-VM2D
Unidad interior - Hidrokit	MITSUBISHI, ERSD-VM2D
Módulos fotovoltaicos	Vertex S TrinaSolar
Inversores	Enphase IQ 7A Micro

MITSUBISHI ELECTRIC
AEROTERMIA

Especificaciones técnicas ECODAN con tanque de ACS externo

GEN D

Modelo			ERSD-VM2D	ERSE-MED	ERSE-YM9ED	ERSC-VM2D	EHSD-VM2D	EHSC-VM2D	ERPX-VM2D
Tipo			Reversible Split	Reversible Split	Reversible Split	Reversible Split	Solo calor Split	Solo calor Split	Reversible 100% hidráulico
Dimensiones (Al. x An. X Fo.)		mm	800 x 530 x 360	950 x 600 x 360	950 x 600 x 360	800 x 530 x 360	800 x 530 x 360	800 x 530 x 360	800 x 530 x 360
Peso vacío/lleno		kg	44 /50	64 /74	63 /72	48 /54	43 /48	48 /54	31 /36
Vaso expansión		Vol./Presión carga	10L/0,1MPa(1 bar)	–	–	10L/0,1MPa(1 bar)	10L/0,1MPa(1 bar)	10L/0,1MPa(1 bar)	10L/0,1MPa(1 bar)
Resistencia de apoyo (Fases / Capacidad)			1℮ / 2kW	–	3℮ / 3+6kW	1℮ / 2kW	1℮ / 2kW	1℮ / 2kW	1℮ / 2kW
Conexión tubería de agua	Circuito primario	mm	G1 roscado	G1-1/2 roscado	–	G1 roscado	Ø28 compresión	G1 roscado	G1 roscado
Tubería refrig.	Ø Líquido / Gas	mm	6,35 (¼") / 12,7 (½")	9,52 (3/8") / 25,4 (1")	9,52 (3/8") / 25,4 (1")	9,52 (3/8") / 15,88 (5/8")	6,35 (¼") / 12,7 (½")	9,52 (3/8") / 15,88 (5/8")	–
Nivel sonoro		dB(A)	41	45	45	40	41	40	40

Disponibilidad hasta finalizar existencias.

GEN E

Modelo			ERSD-VM2E	ERSF-VM2E	ERSC-VM2E	ERPX-VM2E
Tipo			Reversible Split	Reversible Split	Reversible Split	Reversible Split
Dimensiones (Al. x An. X Fo.)		mm	800 x 530 x 360	800 x 530 x 360	800 x 530 x 360	800 x 530 x 360
Peso vacío/lleno		kg	37 /42	39 /45	43 /49	31 /36
Vaso expansión		Vol./Presión carga	10L/0,1MPa(1 bar)	10L/0,1MPa(1 bar)	10L/0,1MPa(1 bar)	10L/0,1MPa(1 bar)
Resistencia de apoyo (Fases / Capacidad)			1℮ / 2kW	1℮ / 2kW	1℮ / 2kW	1℮ / 2kW
Conexión tubería de agua	Circuito primario	mm	G1 roscado	G1 roscado	G1 roscado	G1 roscado
Tubería refrig.	Ø Líquido / Gas	mm	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 15,88 (5/8")	9,52 / 15,88 (5/8")	–
Nivel sonoro		dB(A)	41	41	40	40

Gama Fancoils

Tu Climatización Online

Fancoils de Techo

MITSUBISHI ELECTRIC
AIRE ACONDICIONADO

CLIMAVENETA

INVERTER

Serie i-LIFE3

NOVEDAD

Fancoil Inverter sin envolvente con presión disponible

	MODELO		i-LIFE3 2T DUO 0202	i-LIFE3 2T DUO 0402	i-LIFE3 2T DUO 0602	i-LIFE3 2T DUO 0802	i-LIFE3 2T DUO 1002
DATOS CLIMAVENETA	Capacidad frigorífica total (máx / min)	kW	1,59 / 0,84	2,42 / 1,39	3,69 / 2,19	5,22 / 3,16	6,31 / 3,62
	Capacidad frigorífica sensible (máx / min)	kW	1,38 / 0,66	1,99 / 1,11	2,88 / 1,61	4,41 / 2,52	5,23 / 2,89
	Capacidad calorífica total (máx / min)	kW	1,95 / 1,00	2,96 / 1,67	4,26 / 2,33	6,50 / 3,75	7,82 / 4,35
	Clasificación energética	EER	B	B	B	B	B
		COP	B	B	B	B	B
	Caudal de aire (máx / min)	m3/h	389 / 191	502 / 250	721 / 353	1028 / 501	1166 / 565
	Nivel Sonoro (máx / min)	dbA	46 / 29	49 / 33	49 / 33	55 / 39	56 / 39
	Potencia sonora (máx / min)	dbA	55 / 36	58 / 42	58 / 42	64 / 48	65 / 48
	Consumo (máx / min)	W	17,7 / 5,37	26,7 / 7,40	36,4 / 9,56	82,7 / 17,4	84,0 / 17,0
DATOS CALCULADOS A 30Pa	Capacidad frigorífica total (máx / min)*	kW	1,77 / 0,58	2,38 / 0,76	3,53 / 1,13	4,84 / 1,23	6,13 / 1,57
	Capacidad frigorífica sensible (máx / min)*	kW	1,46 / 0,52	1,97 / 0,60	2,76 / 0,95	4,14 / 1,01	5,09 / 1,27
	Capacidad calorífica total (máx / min)*	kW	2,16 / 0,67	2,85 / 1,10	3,97 / 1,79	5,90 / 2,47	7,41 / 2,69
	Caudal de aire (máx / min)*	m3/h	440 / 99	486 / 122	663 / 161	912 / 170	1103 / 307
	Presión estática disponible (máx)*	Pa	70	70	80	90	90
	Nivel Sonoro (máx / min)*	dbA	54 / 24	55 / 29	53 / 31	58 / 37	58 / 32
	Potencia sonora (máx / min)*	dbA	62 / 33	63 / 38	61 / 40	66 / 46	66 / 41
	Consumo (máx / min)*	W	38,2 / 4,12	46,3 / 5,18	70,4 / 6,62	85,0 / 9,45	96,0 / 8,75
	Alimentación	Fases/ Hz	1, 230V/50Hz	1, 230V/50Hz	1, 230V/50Hz	1, 230V/50Hz	1, 230V/50Hz
	Conexiones hidráulicas	pulg	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"
	Dimensiones (Alto x Ancho x Fondo)	mm	215 x 450 x 545	215 x 450 x 745	215 x 450 x 945	215 x 450 x 1145	215 x 450 x 1345
	Peso	kg	12	15	21	25	29

Condiciones para el cálculo de capacidades. Refrigeración: Temperatura interior 27ºC 47%HR, temperatura de entrada / salida de agua: 7ºC / 12ºC. Calefacción: Temperatura interior 20ºC 50%HR, temperatura de entrada / salida de agua 45ºC / 40ºC. Conexiones en el lateral opuesto de la unidad. Consultar para conexiones en el lado derecho. Bandeja de condensación auxiliar y filtro ELC incluido. Conexiones en el lateral opuesto de la unidad. Consultar precios y disponibilidad para conexiones en el lado derecho. Disponible versión a 4 Tubos, consultar precio y disponibilidad.
*Datos calculados a 30Pa.

Tu Climatización Online

Sistemas split de 4 a 8 kW

Combinaciones con Hydrobox Duo (Gen-D)

Kits Recomendados

NOMBRE KIT		ATW-P4M-T20D	ATW-P6M-T20D	ATW-P8M-T20D
Unidad exterior	Modelo	SUZ-SWM40VA	SUZ-SWM60VA	SUZ-SWM80VA
Unidad Interior	Modelo	ERST20D-VM2D	ERST20D-VM2D	ERST20D-VM2D
Interfaz Wifi	Modelo	MAC-567IF-E	MAC-567IF-E	MAC-567IF-E

Unidades exteriores

MODELO			SUZ-SWM40VA	SUZ-SWM60VA	SUZ-SWM80VA
Dimensiones	Al. x An. X Fo.	mm	880 x 840 x 330	880 x 840 x 330	880 x 840 x 330
	Peso neto	kg	54	54	54
Tuberías frigoríficas	Ø Líquido / Gas	mm	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")
	L. máx / Altura máx.	m	30 / 30	30 / 30	30 / 30
Nivel sonoro	SPL (Calor/Frío)	dB	44 / 49	45 / 49	46 / 49
	PWL (Calor)	dB	58	60	62
Gas refrigerante R32 (GWP 675)	Precarga (kg /m / t CO2 Eq.)		1,2 / 10 / 0,81	1,2 / 10 / 0,81	1,2 / 10 / 0,81
	Carga máx (kg /m / t CO2 Eq.)		1,6 / 30 / 1,08	1,6 / 30 / 1,08	1,6 / 30 / 1,08
Rango de funcionamiento	Calor	°C	-20 — +24	-20 — +24	-20 — +24
	ACS	°C	-20 — +35	-20 — +35	-20 — +35
	Frío	°C	+10 — +46	+10 — +46	+10 — +46
Salida de agua	máx calor / mín frío	°C	+60 / +5	+60 / +5	+60 / +5

Especificaciones preliminares. Unidades SUZ-SWM disponibles a partir de Noviembre de 2019. No compatibles con unidades interiores generación "C".

170L

200L

300L

Unidades interiores

MODELO			ERST17D-VM2D	ERST20D-VM2D	ERST30D-VM2ED
Dimensiones	Al. x An. X Fo.	mm	1400 x 595 x 680	1600 x 595 x 680	2050 x 595 x 680
	Peso vacío/lleno	kg	93 / 269	104 / 310	114 / 421
Nivel sonoro (PWL)		dB(A)	41	41	41
Vaso expansión	Vol. / Presión carga		12L / 0,1MPa	12L / 0,1MPa	--
Conexión tubería de agua	Circuito primario	mm	Ø28 mm	Ø28 mm	Ø28 mm
	Circuito ACS	mm	Ø22 mm	Ø22 mm	Ø22 mm
Tuberías refrig.	Ø Líquido / Gas	mm	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")
Bomba	Modelo		Grundfos UPM3K 15-75 130	Grundfos UPM3K 15-75 130	Grundfos UPM3K 15-75 130
Resist. apoyo	Fase / Potencia / Corriente (PIA)		1∿ / 2kW / 9A (PIA: 16A)	1∿ / 2kW / 9A (PIA: 16A)	1∿ / 2kW / 9A (PIA: 16A)
Tanque ACS	Volumen	L	170	200	300
	Material		Acero Inoxidable	Acero Inoxidable	Acero Inoxidable

Especificaciones preliminares. Consultar disponibilidad.

Capacidad / Eficiencia

Modelo unidad exterior			SUZ-SWM40VA	SUZ-SWM60VA	SUZ-SWM80VA
Modelo unidad interior			ERST*D-VM2D	ERST*D-VM2D	ERST*D-VM2D
Calefacción	A:7°C; W:35°C	kW / COP	4,00 / 5,20	6,00 / 4,86	7,50 / 4,70
	A:7°C; W:55°C	kW / COP	4,00 / 2,61	6,00 / 2,90	7,50 / 2,80
	A:2°C; W:35°C	kW / COP	4,00 / 3,90	5,00 / 3,33	6,50 / 3,40
	A:2°C; W:55°C	kW / COP	4,00 / 2,16	5,00 / 2,12	6,50 / 2,11
	A:-7°C; W:35°C	kW / COP	5,00 / 3,13	6,00 / 2,98	6,80 / 2,80
	A:-7°C; W:55°C	kW / COP	4,00 / 1,45	6,00 / 1,82	6,80 / 1,76
Frío	A: 35°C; W: 7°C	kW /EER	4,50 / 3,29	5,00 / 3,02	5,40 / 3,00
	A: 35°C; W: 18°C	kW / EER	5,60 / 4,97	6,00 / 4,88	6,30 / 4,80

Desescarche incluido

Eficiencia estacional en calefacción

Clase energética (35°C / 55°C)			A+++ / A++	A+++ / A++	A+++ / A++
"Clima medio	Efic. Estacional (ηs)	%	180% / 129%	181% / 130%	182% / 131%
35°C / 55°C"	SCOP		4,57 / 3,29	4,6 / 3,33	4,62 / 3,35
"Clima cálido	Efic. Estacional (ηs)	%	215% / 155%	192% / 138%	186% / 135%
35°C / 55°C"	SCOP		5,46 / 3,94	4,87 / 3,53	4,73 / 3,46

Información preliminar. Más información en http://erp.mitsubishielectric.eu

Eficiencias estacionales para ACS

Con ERST17D-VM2D (Tanque 170L)			
Clase energética / Perfil de consumo ACS	A+ / L	A+ / L	A+ / L
Clima Medio (ηhw / SCOP)	148% / 3,55	144% / 3,45	144% / 3,45
Clima Cálido (ηhw / SCOP)	167% / 4,00	167% / 4,00	167% / 4,00

Con ERST20D-VM2D (Tanque 200L)			
Clase energética / Perfil de consumo ACS	A+ / L	A+ / L	A+ / L
Clima Medio (ηhw / SCOP)	159% / 3,80	148% / 3,56	148% / 3,56
Clima Cálido (ηhw / SCOP)	173% / 4,13	173% / 4,13	173% / 4,13

Con ERST30D-VM2ED (Tanque 300L)			
Clase energética / Perfil de consumo ACS	--	--	A / XL
Clima Medio (ηhw / SCOP)	--	--	127% / 3,13
Clima Cálido (ηhw / SCOP)	--	--	164% / 3,99

Información preliminar. Eficiencia para ACS SCOPdhw según EN 16147:2017. Más información en http://erp.mitsubishielectric.eu

R32 Eco Inverter (4kW ~ 8kW)

Unidades exteriores monofásicas

MODELO			SUZ-SWM40VA	SUZ-SWM60VA	SUZ-SWM80VA
TECNOLOGÍA			ECO INVERTER	ECO INVERTER	ECO INVERTER
Calefacción	A7W35 (min - nom - max)	kW	2,1 - 4,0 - 7,1	2,6 - 6,0 - 8,7	2,6 - 7,5 - 9,0
		COP	5,20	4,86	4,70
	Clase energética	W35 / W55	A+++ / A++	A+++ / A++	A+++ / A++
	SCOP clima cálido*	W35 / W55	5,70 / 4,08	5,03 / 3,63	4,85 / 3,53
	SCOP clima medio*	W35 / W55	4,75 / 3,38	4,75 / 3,40	4,75 / 3,40
	A2W35	kW / COP	4,0 / 3,90	5,0 / 3,33	6,5 / 3,40
	A-7W35	kW / COP	5,0 / 3,13	6,0 / 2,98	6,8 / 2,80
Refrigeración	A35W7	kW / EER	4,5 / 3,29	5,0 / 3,02	5,4 / 3,00
	A35W18	kW / EER	5,6 / 4,97	6,0 / 4,88	6,3 / 4,80
SCOPdhw*	Clima cálido / Clima medio		4,13 / 3,80	4,13 / 3,56	4,13 / 3,56
Rango de funcionamiento	Calor	°C	-20 — +24	-20 — +24	-20 — +24
	ACS	°C	-20 — +35	-20 — +35	-20 — +35
	Frío	°C	+10 — +46	+10 — +46	+10 — +46
Salida de agua	máx calor / mín frío	°C	+60 / +5	+60 / +5	+60 / +5
Dimensiones	Al. x An. X Fo.	mm	880 x 840 x 330	880 x 840 x 330	880 x 840 x 330
	Peso neto	kg	54	54	54
Ventilador	Caudal de aire	m³/min	34,5	34,5	36,4
Nivel sonoro	SPL (Calor/Frío)	dB	44 / 49	45 / 49	46 / 49
	PWL (Calor)	dB	58	60	62
Tuberías frigoríficas	Ø Líquido / Gas	mm	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")
	L. máx / Altura máx.	m	30 / 30	30 / 30	30 / 30
Gas refrigerante R32 (GWP 675)	Precarga (kg /m / t CO_2 Eq.)		1,2 / 10 / 0,81	1,2 / 10 / 0,81	1,2 / 10 / 0,81
	Carga máx (kg /m / t CO_2 Eq.)		1,6 / 30 / 1,08	1,6 / 30 / 1,08	1,6 / 30 / 1,08
Datos eléctricos	Corriente máxima	A	13,9	13,9	13,9
Circuito primario	Caudal de agua	L/min	6,5 — 11,4	7,2 — 17,2	7,8 — 21,5
	Vol. mín. adicional***	L	1	2	4
PVR		**€**	**1.773 €**	**1.990 €**	**2.533 €**

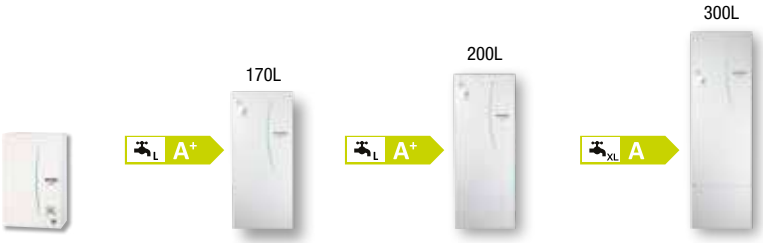
* Datos de eficiencia energética para combinaciones con Hydrobox Duo de 200L ERST20D-VM2D. SCOPdhw según EN16147:2017
*** Volumen mínimo adicional para zonas climáticas media y cálida según la directiva 2009/125/EC y el reglamento UE Nº 813/2013
Las unidades SUZ-SWM no son conectables en cascada.
Tablas de capacidad y eficiencia energética a partir de la página 56.

Opcionales para unidades exteriores

MODELO	DESCRIPCIÓN	PVR
ATW-BLY-SUZ	Tratamiento Blygold para exteriores "SUZ"	**A consultar**
MAC-886SG-E	Deflector salida aire (Exteriores SUZ)	**249 €**

Combinaciones recomendadas

NOMBRE KIT	SISTEMA DE PRODUCCIÓN			ACCESORIOS OPCIONALES			Total PVR
ATW-P4M-T20D 4kW / 200L	Unidad exterior 4kW	SUZ-SWM40VA	**1.773 €**	Interfaz WiFI	MAC-567IF-E	**99 €**	**6.095 €**
	Hydrobox Duo 200L	ERST20D-VM2D	**4.223 €**				
ATW-P6M-T20D 6kW / 200L	Unidad exterior 6kW	SUZ-SWM60VA	**1.990 €**	Interfaz WiFI	MAC-567IF-E	**99 €**	**6.312 €**
	Hydrobox Duo 200L	ERST20D-VM2D	**4.223 €**				
ATW-P8M-T20D 8kW / 200L	Unidad exterior 8kW	SUZ-SWM80VA	**2.533 €**	Interfaz WiFI	MAC-5671F-E	**99 €**	**6.855 €**
	Hydrobox Duo 200L	ERST20D-VM2D	**4.223 €**				



Unidades interiores reversibles

MODELO			ERSD-VM2D	ERST17D-VM2D	ERST20D-VM2D	ERST30D-VM2ED
Volumen acumulador ACS		L	--	170	200	300
Exteriores compatibles	SUZ-SWM40/60VA		•	•	•	--
	SUZ-SWM80VA		•	•	•	•
Modos de trabajo			Frío / Calor	Frío / Calor / ACS	Frío / Calor / ACS	Frío / Calor / ACS
Dimensiones (Al. x An. X Fo.)		mm	800 x 530 x 360	1400 x 595 x 680	1600 x 595 x 680	2050 x 595 x 680
Peso vacío/lleno		kg	44 / 50	93 / 269	104 / 310	114 / 421
Resistencia de apoyo (Fases / Capacidad)			1∿ / 2kW	1∿ / 2kW	1∿ / 2kW	1∿ / 2kW
Nivel sonoro		db(A)	41	41	41	41
Tuberías	Impuls. y ret. primario	mm	G1 roscado	Ø28 compresión	Ø28 compresión	Ø28 compresión
	ACS (llenado y vaciado)	mm	-- / --	Ø22 compresión	Ø22 compresión	Ø22 compresión
	Drenaje de condensados	mm	Ø20 (ext)	Ø26 (int) VP-20	Ø26 (int) VP-20	Ø26 (int) VP-20
	Ø Líquido / Gas	mm	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")
ACS: Clase energética / Perfil			--	A+ / L	A+ / L	A / XL
PVR		**€**	**2.524 €**	**4.139 €**	**4.223 €**	**4.434 €**

Unidades interiores calefacción

MODELO			EHSD-VM2D	EHST17D-VM2D	EHST20D-VM2D	EHST30D-YM9ED
Volumen acumulador ACS		L	--	170	200	300
Exteriores compatibles	SUZ-SWM40/60VA		•	•	•	--
	SUZ-SWM80VA		•	•	•	•
Modos de trabajo			Calor	Calor / ACS	Calor / ACS	Calor / ACS
Dimensiones (Al. x An. X Fo.)		mm	800 x 530 x 360	1400 x 595 x 680	1600 x 595 x 680	2050 x 595 x 680
Peso vacío/lleno		kg	43 / 48	93 / 269	104 / 310	116 / 431
Resistencia de apoyo (Fases / Capacidad)			1∿ / 2kW	1∿ / 2kW	1∿/ 2kW	3∿ / 3+6kW
Nivel sonoro		db(A)	41	41	41	41
ACS: Clase energética / Perfil			--	A+ / L	A+ / L	A / XL
Tuberías	Impuls. y ret. primario	mm	Ø28 compresión	Ø28 compresión	Ø28 compresión	Ø28 compresión
	ACS (llenado y vaciado)	mm	-- / --	Ø22 compresión	Ø22 compresión	Ø22 compresión
	Drenaje de condensados	mm	--	--	--	--
	Ø Líquido / Gas	mm	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")
PVR		**€**	**2.318 €**	**3.887 €**	**3.966 €**	**4.164 €**

Opcionales para unidades interiores

MODELO	DESCRIPCIÓN	PVR
PAC-TZ02-E	Kit de 2 zonas para unidades interiores Gen-D	**1.040 €**
PAC-EVP12-E	Vaso de expansión para EH/RST30	**103 €**
PAC-SE41TS-E	Sonda de ambiente remota	**60 €**
PAC-TH011-E	Sonda temperatura para control de zonas	**57 €**
PAC-TH012HT-E	Sonda caldera o tanque de inercia (5m) (GenD)	**72 €**
PAC-TH012HTL-E	Sonda caldera o tanque de inercia (30m) (GenD)	**149 €**
PAC-IH01V2-E	Resistencia de inmersión 1∿/1kW	**195 €**

MODELO	DESCRIPCIÓN	PVR
PAC-IH03V2-E	Resistencia de inmersión 1∿/3kW	**237 €**
PAR-WT50R-E	Mando inalámbrico	**80 €**
PAR-WR51R-E	Receptor inalámbrico	**85 €**
PAC-RC01-E	Tapa embellecedora para hueco del mando de IU	**5 €**
KLIC-MITTE	Adaptador KNX para Ecodan	**360 €**
MELCOBEMS MINI (A1M)	Interfaz Modbus	**200 €**
MAC-567IF-E	Adaptador WiFi	**99 €**

R410A Baja capacidad (8kW)

Unidades exteriores

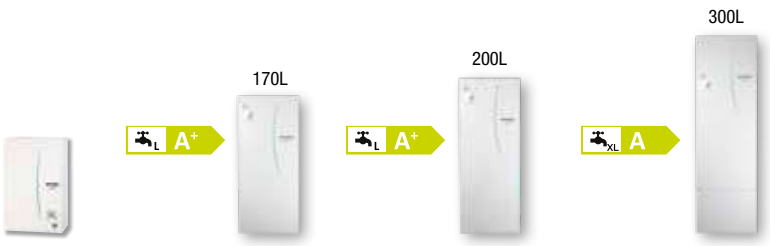
MODELO	MONOFÁSICAS		PUHZ-SW75VAA(-BS)
	TRIFÁSICAS		PUHZ-SW75YAA(-BS)
TECNOLOGÍA			POWER INVERTER
Calefacción	A7W35 (min - nom - max)	kW	2,9 - 8,0 - 9,5
		COP	4,40
	Clase energética	W35 / W55	A++ / A++
	SCOP clima cálido*	W35 / W55	5,73 / 4,03
	SCOP clima medio*	W35 / W55	4,23 / 3,38
	A2W35	kW / COP	7,5 / 3,40
	A-7W35	kW / COP	6,3 / 3,16
Refrigeración	A35W7	kW / EER	7,1 / 2,70
	A35W18	kW / EER	7,1 / 4,43
SCOPdhw*	Clima cálido / Clima medio		3,78 / 3,41
Rango de funcionamiento	Calor	°C	-20 — +21
	ACS	°C	-20 — +35
	Frío	°C	-15 — +46
Salida de agua	máx calor / mín frío	°C	+60 / +5
Dimensiones	Al. x An. X Fo.	mm	1020 x 1050 x 480
	Peso neto	kg	92 (104)
Ventilador	Caudal de aire	m³/min	44
Nivel sonoro	SPL (Calor/Frío)	dB	43
	PWL (Calor)	dB	58
Tuberías frigoríficas	Ø Líquido / Gas	mm	9,52 (⅜") / 15,88 (⅝")
	L. máx / Altura máx.	m	40 / 30
Gas refrigerante R410A (GWP 2088)	Precarga (kg /m / t CO_2 Eq.)		3,0 / 10 / 6,27
	Carga máx (kg /m / t CO_2 Eq.)		4,8 / 40 / 10,02
Datos eléctricos	Corriente máxima	A	22 (11,5)
Circuito primario	Caudal de agua	L/min	10,2 — 22,9
	Vol. mín. adicional***	L	6
PVR	**Monofásica**	**€**	**2.833 €**
	Trifásica	**€**	**3.090 €**
	Monofásica -BS	**€**	**3.133 €**
	Trifásica -BS	**€**	**3.390 €**

* Datos de eficiencia energética para combinaciones con Hydrobox Duo de 200L ERST20C-VM2D. SCOPdhw según EN16147:2017
*** Volumen mínimo adicional para zonas climáticas media y cálida según la directiva 2009/125/EC y el reglamento UE Nº 813/2013
Los valores marcados entre paréntesis (XXX) corresponden a las unidades trifásicas
Unidades con terminación -BS solo disponibles bajo pedido.
Tablas de capacidad y eficiencia energética a partir de la página 56.

Opcionales para unidades exteriores

MODELO	DESCRIPCIÓN	PVR
ATW-BLY-AA	Tratamiento Blygold para exteriores "AA"	**A consultar**
PAC-SH96SG-E	Deflector salida aire (Exteriores chasis KA, AA)	**114 €**
PAC-SH95AG-E	Guía protección viento (Exteriores chasis KA, AA)	**254 €**

MODELO	DESCRIPCIÓN	PVR
PAC-SJ82AT-E	Acople para PAC-SH96SG/95AG-E (Exteriores chasis AA)	**163 €**
PAC-SG61DS-E	Tapones/guía drenaje (Exteriores chasis AA, HA, KA)	**34 €**
PAC-SJ83DP-E	Bandeja drenaje centralizada (Exteriores chasis AA)	**254 €**
PAC-SK52ST	Herramienta de monitorización y diagnóstico	**86 €**



Unidades interiores reversibles

MODELO			ERSD-VM2D	ERST17D-VM2D	ERST20D-VM2D	ERST30D-VM2ED
Volumen acumulador ACS		L	--	170	200	300
Exteriores compatibles	PUHZ-SW75V/YAA		•	•	•	•
Modos de trabajo			Frío / Calor	Frío / Calor / ACS	Frío / Calor / ACS	Frío / Calor / ACS
Dimensiones (Al. x An. X Fo.)		mm	800 x 530 x 360	1400 x 595 x 680	1600 x 595 x 680	2050 x 595 x 680
Peso vacío/lleno		kg	44 / 50	93 / 269	104 / 310	114 / 421
Resistencia de apoyo (Fases / Capacidad)			1∿ / 2kW	1∿ / 2kW	1∿ / 2kW	1∿ / 2kW
Nivel sonoro		db(A)	41	41	41	41
Tuberías	Impuls. y ret. primario	mm	G1 roscado	Ø28 compresión	Ø28 compresión	Ø28 compresión
	ACS (llenado y vaciado)	mm	-- / --	Ø22 compresión	Ø22 compresión	Ø22 compresión
	Drenaje de condensados	mm	Ø20 (ext)	Ø26 (int) VP-20	Ø26 (int) VP-20	Ø26 (int) VP-20
	Ø Líquido / Gas	mm	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")
ACS: Clase energética / Perfil			--	A+ / L	A+ / L	A / XL
PVR		**€**	**2.524 €**	**4.139 €**	**4.223 €**	**4.434 €**

Unidades interiores calefacción

MODELO			EHSD-VM2D	EHST17D-VM2D	EHST20D-VM2D	EHST30D-YM9ED
Volumen acumulador ACS		L	--	170	200	300
Exteriores compatibles	PUHZ-SW75V/YAA		•	•	•	•
Modos de trabajo			Calor	Calor / ACS	Calor / ACS	Calor / ACS
Dimensiones (Al. x An. X Fo.)		mm	800 x 530 x 360	1400 x 595 x 680	1600 x 595 x 680	2050 x 595 x 680
Peso vacío/lleno		kg	43 / 48	93 / 269	104 / 310	116 / 431
Resistencia de apoyo (Fases / Capacidad)			1∿ / 2kW	1∿ / 2kW	1∿ / 2kW	3∿ / 3+6kW
Nivel sonoro		db(A)	41	41	41	41
ACS: Clase energética / Perfil			--	A+ / L	A+ / L	A / XL
Tuberías	Impuls. y ret. primario	mm	Ø28 compresión	Ø28 compresión	Ø28 compresión	Ø28 compresión
	ACS (llenado y vaciado)	mm	-- / --	Ø22 compresión	Ø22 compresión	Ø22 compresión
	Drenaje de condensados	mm	--	--	--	--
	Ø Líquido / Gas	mm	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")
PVR		**€**	**2.318 €**	**3.887 €**	**3.966 €**	**4.164 €**

Combinaciones recomendadas

	SISTEMA DE PRODUCCIÓN			ACCESORIOS OPCIONALES			Total PVR
8kW / 200L	Unidad exterior 8kW	PUHZ-SW75VAA	**2.833 €**	Interfaz WiFI	MAC-567IF-E	**99 €**	**7.192 €**
	Hydrobox Duo 200L	ERST20D-VM2D	**4.223 €**	Adaptador T. Líquido	PAC-SG72RJ-E	**17 €**	
				Adaptador T. Gas	PAC-SG74RJ-E	**20 €**	

Opcionales para unidades interiores

MODELO	DESCRIPCIÓN	PVR
PAC-SG72RJ-E	Adaptador Ø6,35mm → Ø9,52mm	**17 €**
PAC-SG74RJ-E	Adaptador Ø12,7mm → Ø15,88mm	**20 €**
PAC-TZ02-E	Kit de 2 zonas para unidades interiores Gen-D	**1.040 €**
PAC-EVP12-E	Vaso de expansión para EH/RST30	**103 €**
PAC-SE41TS-E	Sonda de ambiente remota	**60 €**
PAC-TH011-E	Sonda temperatura para control de zonas	**57 €**
PAC-TH012HT-E	Sonda caldera o tanque de inercia (5m) (GenD)	**72 €**
PAC-TH012HTL-E	Sonda caldera o tanque de inercia (30m) (GenD)	**149 €**

MODELO	DESCRIPCIÓN	PVR
PAC-IH01V2-E	Resistencia de inmersión 1∿/1kW	**195 €**
PAC-IH03V2-E	Resistencia de inmersión 1∿/3kW	**237 €**
PAR-WT50R-E	Mando inalámbrico	**80 €**
PAR-WR51R-E	Receptor inalámbrico	**85 €**
PAC-RC01-E	Tapa embellecedora para hueco del mando de IU	**5 €**
KLIC-MITTE	Adaptador KNX para Ecodan	**360 €**
MELCOBEMS MINI (A1M)	Interfaz Modbus	**200 €**
MAC-567IF-E	Adaptador WiFi	**99 €**

Vertex S+

DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE

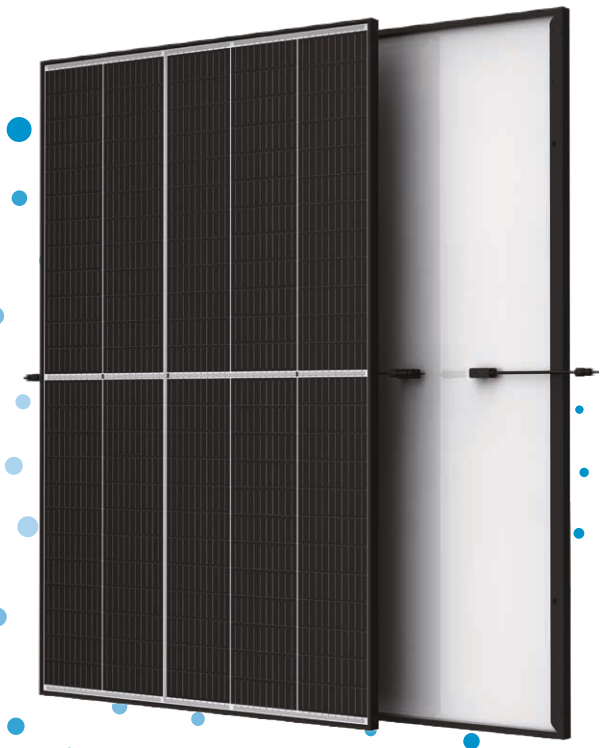
PRODUCT: TSM-NEG9.28

POWER RANGE: 400-425 W

425 W
MAXIMUM POWER OUTPUT

0/+5 W
POSITIVE POWER TOLERANCE

21.9 %
MAXIMUM EFFICIENCY



Small in size, bigger on power

- Generates up to 425 W, 21.9 % module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping, lower series resistance, improved current collection and enhanced reliability
- Reduces installation cost with higher power bin and efficiency

Dual-glass Design, High Reliability

- Excellent fire rating and resistance to harsh environmental conditions
- 5,400 Pa snow load and 4,000 Pa wind load (test loads)

Maximize Energy Harvest

- Up to 25 years product warranty and 30 years power warranty
- 1% first-year degradation and 0.4 % annual degradation enabled by N-type technology

Universal solution for residential and C&I rooftops

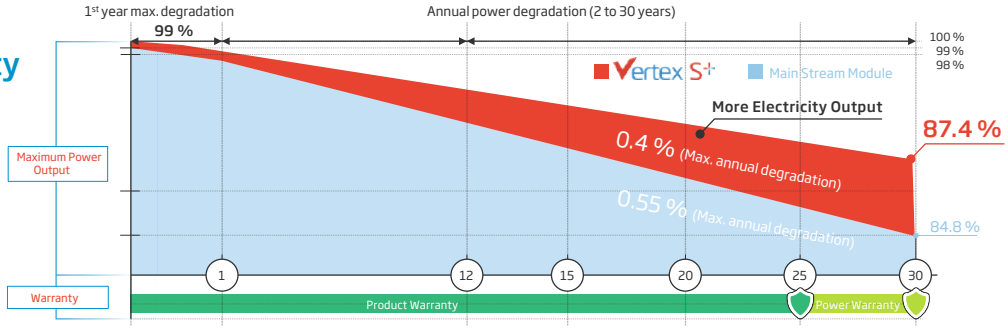
- Designed for compatibility with existing mainstream inverters, optimizers and mounting systems
- Perfect size and low weight for easy handling. Optimized transportation cost
- Flexible installation solutions for system deployment

Extended Vertex S+ Warranty

1 %
1st year max. degradation

0.4 %
Max. annual degradation from year 2 to 30

25 Years
Product Workmanship Warranty



Comprehensive Products and System Certificates

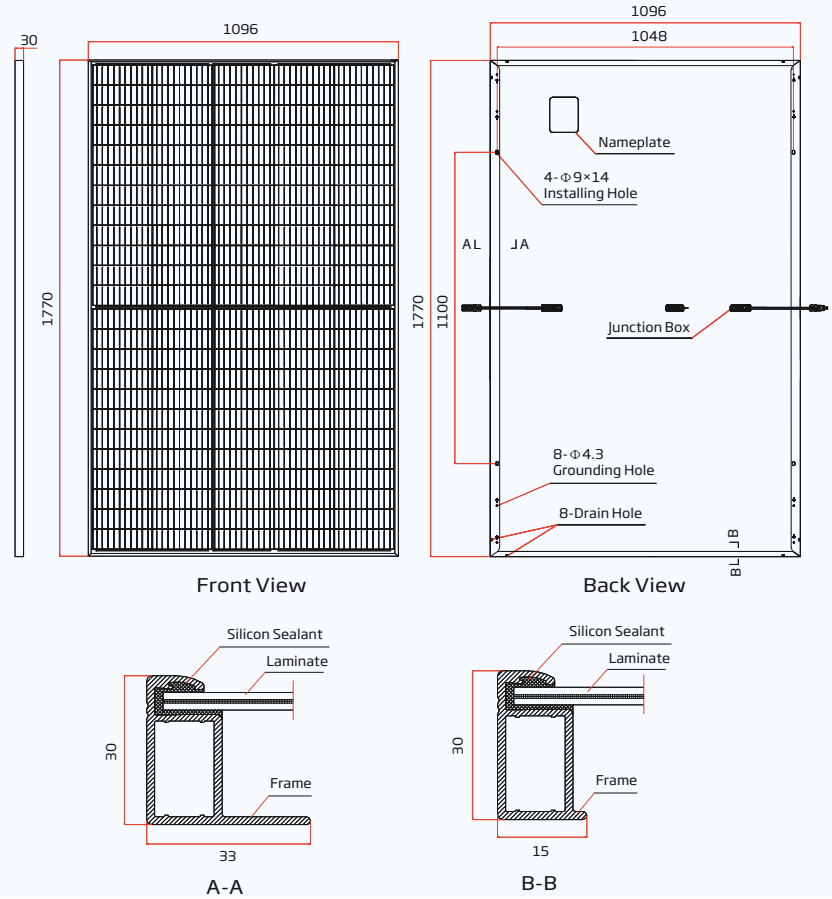
ISO 9001: Quality Management System
ISO 14001: Environmental Management System
ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
ISO45001: Occupational Health and Safety Management System

Trinasolar

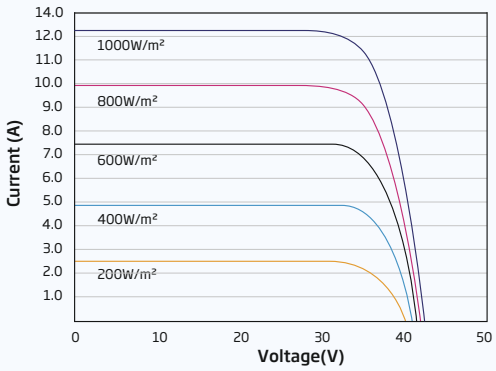
Vertex S+

Dual Glass MONOCRYSTALLINE MODULE

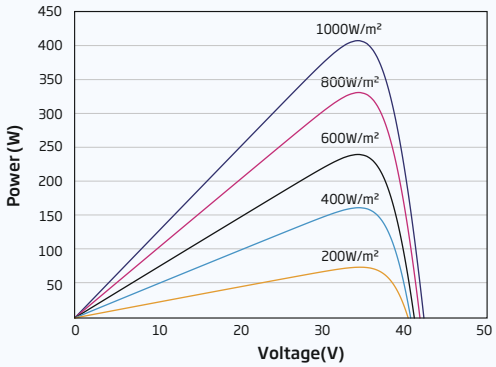
DIMENSIONS OF PV MODULE (mm)



I-V CURVES OF PV MODULE (415 W)



P-V CURVES OF PV MODULE (415 W)



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts-P_{MAX} (Wp)*	400	405	410	415	420	425
Power Tolerance-P_{MAX} (W)	0/+5					
Maximum Power Voltage-V_{MPP} (V)	35.1	35.4	35.7	36.0	36.3	36.6
Maximum Power Current-I_{MPP} (A)	11.41	11.44	11.48	11.52	11.57	11.61
Open Circuit Voltage-V_{OC} (V)	41.9	42.2	42.4	42.7	43.1	43.4
Short Circuit Current-I_{SC} (A)	12.16	12.20	12.23	12.27	12.33	12.37
Module Efficiency η m (%)	20.6	20.9	21.1	21.4	21.7	21.9

STC: Irrdiance 1000 W/m², Cell Temperature 25 °C, Air Mass AM 1.5. *Measuring tolerance: ±3 %.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	120 cells
Module Dimensions	1770×1096×30 mm
Weight	21.5 kg
Front Glass	1.6 mm, High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA/POE
Back Glass	1.6 mm, Heat Strengthened Glass
Frame	30 mm Anodized Aluminium Alloy, Black
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0 mm² Landscape: 1100/1100 mm Portrait: 280/280 mm*
Connector	TS4 / MC4 EVO2*

*Special order only

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power-P_{MAX} (Wp)	305	308	312	316	320	324
Maximum Power Voltage-V_{MPP} (V)	32.8	33.1	33.3	33.6	33.9	34.2
Maximum Power Current-I_{MPP} (A)	9.29	9.32	9.36	9.40	9.45	9.48
Open Circuit Voltage-V_{OC} (V)	39.7	40.0	40.2	40.5	40.8	41.1
Short Circuit Current-I_{SC} (A)	9.80	9.83	9.86	9.89	9.94	9.97

NOCT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20 °C, Wind Speed 1 m/s.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43 °C (±2 K)
Temperature Coefficient of P_{MAX}	-0.30 %/ K
Temperature Coefficient of V_{OC}	-0.25 %/ K
Temperature Coefficient of I_{SC}	0.04 %/ K

MAXIMUMRATINGS

Operational Temperature	-40~+85 °C
Maximum System Voltage	1500 V DC (IEC)
Max Series Fuse Rating	20A

WARRANTY

25 year Product Workmanship Warranty

30 year Power Warranty

1 % first year degradation

0.4 % Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGUREATION

Modules per box:	36 pieces
Modules per 40' container:	936 pieces

Trinasolar

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

© 2022 Trina Solar Co., Ltd. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

Version number: TSM_EN_2022_PA3

www.trinasolar.com

Microinversor IQ 7A de Enphase

con conectores MC4 integrados

El **Enphase IQ 7A Micro™** de alta potencia para redes inteligentes con conectores MC4 integrados simplifica drásticamente el proceso de instalación y, al mismo tiempo, garantiza la máxima eficiencia para sistemas con módulos de 60 celdas/120 medias celdas y 72 celdas/144 medias celdas.

Al ser parte del sistema Enphase IQ, el IQ 7A Micro se integra con Enphase Envoy-S™, Enphase IQ Battery™ y el software de análisis y supervisión Enphase Enlighten™.

Los microinversores de la serie IQ amplían los estándares de fiabilidad establecidos por las generaciones anteriores y se han sometidos a más de un millón de horas de pruebas de encendido, lo que permite a Enphase ofrecer una garantía líder en el sector.

Alta potencia

- Potencia de salida máxima 366 VA

Instalación sencilla

- Ligero y sencillo
- Instalación más rápida con cableado de dos conductores mejorado y más ligero
- Compatible con apagado rápido integrado

Seguro y eficiente

- Optimizado para módulos fotovoltaicos de alto rendimiento con 60 células/120 medias células y 72 células/144 medias células
- Máxima eficacia de la UE con un 96,5 %
- Más de un millón de horas de pruebas
- Carcasa con doble aislamiento IP67, clase II

Preparado para redes inteligentes

- Cumple con los requisitos avanzados de soporte de red, tensión y frecuencia
- Se requiere Envoy y conexión a Internet
- Configurable para diferentes perfiles de red

Microinversor IQ 7A de Enphase con conectores MC4 integrados

ENTRADA (CC)	IQ7A-72-M-INT
Emparajemientos de módulos usados con frecuencia	295 W–460 W +
Compatibilidad de los módulos	Módulos con 60 células/120 medias células y 72 células/144 medias células
Tensión CC máx. de entrada	58 V
Rango fotovoltaico de tensión de funcionamiento de entrada	18 V–58 V
Tensión de inicio mín./máx.	33 V/58 V
Corriente de cortocircuito CC máxima (módulo Isc)	15 A
Puerto de CC de clase de sobretensión	II
Corriente de retroalimentación de puerto de CC	0 A
SALIDA (CA)	
Potencia de salida máxima	366 VA
Potencia de salida continua máxima	349 VA
Tensión/rango (L-N) nominal[1]	230V/219–264 V
Corriente de salida continua máxima	1,52 A
Frecuencia nominal	50 Hz
Rango de frecuencia ampliado	45–55 Hz
Corriente de fallo de cortocircuito de CA durante 3 ciclos	5,8 Arms
Unidades máximas por circuito derivado de 20 A (L-N)[2]	11 (monofásico)
Puerto de CA de clase de sobretensión	III
Corriente de retroalimentación de puerto de CA	18 mA
Ajuste de factor de potencia	1,0
Factor de potencia (ajustable)	0,8 inductivo... 0,8 capacitativo
EFICIENCIA	
Eficiencia ponderada EN 50530 (UE)	96,5 %
DATOS MECÁNICOS	
Rango de temperatura ambiente	De -40 °C a +60 °C
Rango de humedad relativa	De 4 % a 100 % (condensación)
Altitud máxima	2000 m
Tipo de conector CC	MC4 Staubli
Dimensiones (Al x An x Pr)	212 mm x 175 mm x 30,2 mm (sin soporte)
Peso	1,1 kg (2,4 lbs)
Refrigeración	Convección natural, sin ventilador
Apto para entornos húmedos	Sí
Grado de contaminación	PD3
Cubierta	Carcasa de polímero resistente a la corrosión, con doble aislamiento clase II
Categoría ambiental/índice de exposición a rayos UV	Exterior - IP67
CARACTERÍSTICAS	
Comunicación	PLC (comunicación por línea eléctrica)
Supervisión	Opciones de supervisión Enlighten Manager y MyEnlighten Compatible con Enphase Envoy-S
Conformidad	AS/NZS 4777.2, RCM, IEC/EN 61000-6-3, IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2, EN 50549, G98/G99, VDE-AR-N-4105

1. El rango de tensión puede ampliarse más allá del nominal si la instalación lo requiere.
2. Los límites podrían variar. Consulta los requisitos locales para determinar el número de microinversores por ramificación en la zona.

Para obtener más información sobre las ofertas de Enphase, entra en **enphase.com/es-es**

© 2021 Enphase Energy. Todos los derechos reservados. Enphase, el logotipo de Enphase, Enphase IQ 7A, Enphase IQ Battery, Enphase Enlighten, Enphase Envoy-S y otras marcas registradas o nombres de servicios son marcas registradas de Enphase Energy, Inc. Los datos pueden estar sujetos a modificaciones. 29-NOV-2021

ENPHASE.

ANEJO V CERTIFICADOS ENERGÉTICOS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
CE3X Antes (Sin mejoras)	Calificación energética G
CE3X Después (Con mejoras)	Calificación energética A

CERTIFICADO ENERGÉTICO ANTES

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

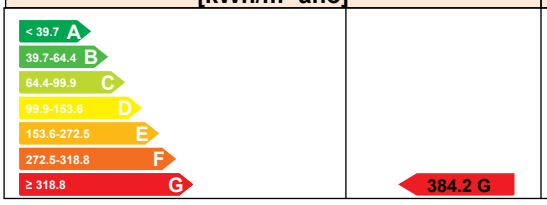
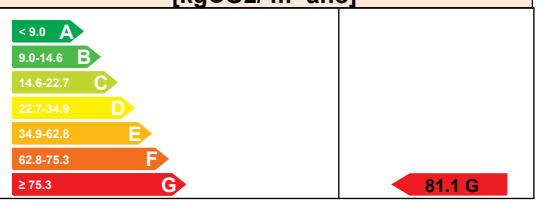
Nombre del edificio	VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA		
Dirección	Calle Caldes de Montbui		
Municipio	Granollers	**Código Postal**	08186
Provincia	Barcelona	**Comunidad Autónoma**	Cataluña
Zona climática	C2	**Año construcción**	2024
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2013		
Referencia/s catastral/es	4995401DG3049N0001QY		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
○ Edificio de nueva construcción	● Edificio Existente
● Vivienda ● Unifamiliar ○ Bloque ○ Bloque completo ○ Vivienda individual	○ Terciario ○ Edificio completo ○ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	HELENA CAMPOS BAUTISTA	**NIF(NIE)**	47418438M
Razón social	Arquitectura técnica	**NIF**	47418438M
Domicilio	Carretera de Barcelona		
Municipio	SABADELL	**Código Postal**	08205
Provincia	Barcelona	**Comunidad Autónoma**	Cataluña
e-mail:	helena.campos@estudiantat.upc.edu	**Teléfono**	618058001
Titulación habilitante según normativa vigente	Estudiante de Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
	

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 06/05/2024

Firma del técnico certificador

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*
Anexo II. *Calificación energética del edificio.*
Anexo III. *Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*
Anexo IV. *Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	130.94

Imagen del edificio	Plano de situación

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
Cubierta	Cubierta	177.6	0.62	Conocidas
Muro con terreno norte	Fachada	20.44	1.08	Estimadas
Muro con terreno este	Fachada	31.92	1.08	Estimadas
Muro con terreno oeste	Fachada	31.92	1.08	Estimadas
Muro de fachada norte	Fachada	29.36	0.35	Conocidas
Muro de fachada sur	Fachada	46.3	0.35	Conocidas
Muro de fachada oeste	Fachada	102.32	0.35	Conocidas
Muro de fachada este	Fachada	116.47	0.35	Conocidas
Suelo con terreno	Suelo	126.37	0.40	Estimadas
PORCHE	Partición Interior	21.89	0.50	Por defecto
PLANTA PISO	Partición Interior	49.15	0.50	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventana este 60x170 cm	Hueco	1.02	2.72	0.55	Estimado	Estimado
Ventana este 120x170 cm	Hueco	2.04	2.72	0.55	Estimado	Estimado
Puerta entrada 210x215 cm	Hueco	4.51	2.72	0.55	Estimado	Estimado
Ventana este 220x170 cm	Hueco	3.74	2.72	0.55	Estimado	Estimado
Puerta garaje 400x220 cm	Hueco	8.8	2.72	0.55	Estimado	Estimado
Ventana oeste 60x170 cm	Hueco	2.04	2.72	0.55	Estimado	Estimado

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventana oeste 120x170 cm	Hueco	2.04	2.72	0.55	Estimado	Estimado
Ventana oeste 220x170 cm	Hueco	3.74	2.72	0.55	Estimado	Estimado
Ventana sur 530x265 cm	Hueco	14.04	2.72	0.55	Estimado	Estimado
Ventana norte 120x170 cm	Hueco	2.04	2.72	0.55	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	61.8	Gas Natural	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo refrigeración	Maquina frigorífica		137.7	Electricidad	Estimado
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	112.0

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	61.8	Gas Natural	Estimado
TOTALES	ACS				

ANEXO II
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C2	Uso	Residencial

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
< 9.0 A 9.0-14.6 B 14.6-22.7 C 22.7-34.9 D 34.9-62.8 E 62.8-75.3 F ≥ 75.3 G	81.1 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	G	*Emisiones ACS [kgCO2/m² año]*	F
		73.11		6.79	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales [kgCO2/m² año]		*Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]*	B	*Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]*	-
		1.16		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	1.16	151.62
Emisiones CO2 por otros combustibles	79.90	10462.70

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
< 39.7 A 39.7-64.4 B 64.4-99.9 C 99.9-153.6 D 153.6-272.5 E 272.5-318.8 F ≥ 318.8 G	384.2 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m²año]	G	*Energía primaria ACS [kWh/m² año]*	G
		345.24		32.08	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		*Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]*	C	*Energía primaria iluminación [kWh/m²año]*	-
		6.84		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
< 19.7 A 19.7-32.0 B 32.0-49.5 C 49.5-76.2 D 76.2-125.7 E 125.7-147.0 F ≥ 147.0 G	179.3 G	< 3.9 A 3.9-6.4 B 6.4-9.9 C 9.9-15.2 D 15.2-18.3 E 18.3-22.5 F ≥ 22.5 G	4.8 B
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		*Demanda de refrigeración [kWh/m² año]*	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc…). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Apartado no definido

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	06/05/2024

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

CERTIFICADO ENERGÉTICO DESPUÉS

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA		
Dirección	Calle Caldes de Montbui		
Municipio	Granollers	**Código Postal**	08186
Provincia	Barcelona	**Comunidad Autónoma**	Cataluña
Zona climática	C2	**Año construcción**	2024
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2013		
Referencia/s catastral/es	4995401DG3049N0001QY		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
○ Edificio de nueva construcción	● Edificio Existente
● Vivienda ● Unifamiliar ○ Bloque ○ Bloque completo ○ Vivienda individual	○ Terciario ○ Edificio completo ○ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	HELENA CAMPOS BAUTISTA	**NIF(NIE)**	47418438M
Razón social	Arquitectura técnica	**NIF**	47418438M
Domicilio	Carretera de Barcelona		
Municipio	SABADELL	**Código Postal**	08205
Provincia	Barcelona	**Comunidad Autónoma**	Cataluña
e-mail:	helena.campos@estudiantat.upc.edu	**Teléfono**	618058001
Titulación habilitante según normativa vigente	Estudiante de Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]	
< 39.7 A 39.7-64.4 B 64.4-99.9 C 99.9-153.6 D 153.6-272.5 E 272.5-318.8 F ≥ 318.8 G	22.5 A	< 9.0 A 9.0-14.6 B 14.6-22.7 C 22.7-34.9 D 34.9-62.8 E 62.8-75.3 F ≥ 75.3 G	3.8 A

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 06/05/2024

Firma del técnico certificador

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*
Anexo II. *Calificación energética del edificio.*
Anexo III. *Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*
Anexo IV. *Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	130.94

Imagen del edificio	Plano de situación

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
Cubierta	Cubierta	177.6	0.28	Conocidas
Muro con terreno norte	Fachada	20.44	0.32	Estimadas
Muro con terreno este	Fachada	31.92	0.32	Estimadas
Muro con terreno oeste	Fachada	31.92	0.32	Estimadas
Muro de fachada norte	Fachada	29.96	0.20	Conocidas
Muro de fachada sur	Fachada	45.91	0.20	Conocidas
Muro de fachada oeste	Fachada	102.22	0.19	Conocidas
Muro de fachada este	Fachada	118.59	0.20	Conocidas
Suelo con terreno	Suelo	126.37	0.36	Estimadas
PORCHE	Partición Interior	21.89	0.50	Por defecto
PLANTA PISO	Partición Interior	49.15	0.53	Estimadas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventana este 60x120 cm	Hueco	0.72	1.97	0.50	Estimado	Estimado
Ventana este 120x120 cm	Hueco	1.44	1.97	0.50	Estimado	Estimado
Puerta entrada 210x215 cm	Hueco	4.51	1.97	0.50	Estimado	Estimado
Ventana este 210x120 cm	Hueco	2.52	1.97	0.50	Estimado	Estimado
Puerta garaje 400x220 cm	Hueco	8.8	1.97	0.50	Estimado	Estimado
Ventana oeste 60x120 cm	Hueco	1.44	1.97	0.50	Estimado	Estimado

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventana oeste 120x120 cm	Hueco	1.44	1.97	0.50	Estimado	Estimado
Ventana oeste 210x120 cm	Hueco	5.04	1.97	0.50	Estimado	Estimado
Ventana sur 555x260 cm	Hueco	14.43	1.97	0.50	Estimado	Estimado
Ventana norte 120x120 cm	Hueco	1.44	1.97	0.50	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción, refrigeración y ACS	Bomba de Calor		176.3	Electricidad	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción, refrigeración y ACS	Bomba de Calor		172.2	Electricidad	Estimado
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	112.0

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción, refrigeración y ACS	Bomba de Calor		274.0	Electricidad	Estimado
TOTALES	ACS				

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Contribuciones energéticas	88.38	88.38	88.38	-
TOTAL	88.38	88.38	88.38	-

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Contribuciones energéticas	4685.16
TOTAL	4685.16

ANEXO II
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C2	Uso	Residencial

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
< 9.0 A 9.0-14.6 B 14.6-22.7 C 22.7-34.9 D 34.9-62.8 E 62.8-75.3 F ≥ 75.3 G	3.8 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	A	*Emisiones ACS [kgCO2/m² año]*	A
		1.85		0.32	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales [kgCO2/m² año]		*Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]*	A	*Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]*	-
		0.08		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	3.81	498.45
Emisiones CO2 por otros combustibles	0.00	0.00

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
< 39.7 A 39.7-64.4 B 64.4-99.9 C 99.9-153.6 D 153.6-272.5 E 272.5-318.8 F ≥ 318.8 G	22.5 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m²año]	A	*Energía primaria ACS [kWh/m² año]*	A
		10.90		1.91	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		*Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]*	A	*Energía primaria iluminación [kWh/m²año]*	-
		0.47		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
< 19.7 A 19.7-32.0 B 32.0-49.5 C 49.5-76.2 D 76.2-125.7 E 125.7-147.0 F ≥ 147.0 G	84.7 E	< 3.9 A 3.9-6.4 B 6.4-9.9 C 9.9-15.2 D 15.2-18.3 E 18.3-22.5 F ≥ 22.5 G	3.6 A
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		*Demanda de refrigeración [kWh/m² año]*	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc…). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Apartado no definido

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	06/05/2024

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

ANEJO VI PRESUPUESTOS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Presupuesto antes (Sin mejoras)	Asciende a 369.631,83€
Presupuesto después (Con mejoras)	Asciende a 426.940,61€

PRESUPUESTO SIN MEJORAS

PRESUPUESTO

Fecha: 19/09/24 Pág.: 1

Obra 01 Pressupost TFG MEJORAS

Capítol 01 FACHADA

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	P6125-7BLU	m2	Pared de cerramiento pasante a una cara vista de espesor 14 cm, de ladrillo perforado, de 290x140x75 mm, caras vistas, categoría I, HD, según la norma UNE-EN 771-1, tomado con mortero para albañilería industrializado M 5 (5 N/mm2) de designación (G) según norma UNE-EN 998-2 (P - 5)	66,41	217,370	14.435,54
2	P7C46-DDOC	m2	Aislamiento con placa rígida de lana mineral de vidrio (MW) para aislamientos, según UNE-EN 13162, de espesor 70 mm, con una conductividad térmica <= 0.033 W/(m·K), resistencia térmica >= 2,121 m2·K/W, con aluminio gofrado, colocado con adhesivo de formulación específica (P - 8)	73,05	217,370	15.878,88
3	P4FF-EEF0	m3	Pared estructural a dos caras vistas de 11,5 cm de espesor y resistencia a compresión 4 N/mm2, de ladrillo perforado R-10, de 240x115x50 mm, caras vistas y de color especial, categoría I, HD, según la norma UNE-EN 771-1, colocado con cemento pórtland con caliza CEM II/B-L 32,5 R según UNE-EN 197-1, en sacos (P - 2)	824,63	217,370	179.249,82
4	P815-3FLF	m2	Enyesado a buena vista sobre paramento vertical interior, a 3,00 m de altura, como máximo, con yeso B1, acabada enlucido con yeso C6 según la norma UNE-EN 13279-1 (P - 9)	8,58	185,378	1.590,54

TOTAL Capítol 01.01 211.154,78

Obra 01 Pressupost TFG MEJORAS

Capítol 02 CUBIERTA

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	P511-390P	m2	Acabado de azotea con pavimento formado por dos capas de rasilla cerámica, una de cerámica común y una de manual, de color rojo y de 28x14 cm, colocadas la 1ª con mortero asfáltico y la 2ª con mortero mixto 1:2:10 (P - 3)	59,41	153,850	9.140,23
2	P7C25-DBI4	m2	Aislamiento de plancha de poliestireno extruido (XPS), de 40 mm de espesor, resistencia a compresión >= 200 kPa, resistencia térmica entre 1.290 y 1,176 m2·K/W, con la superficie lisa y borde recto, colocada con adhesivo de formulación específica (P - 7)	12,63	153,850	1.943,13
3	P712-DXD5	m2	Membrana para impermeabilización de cubiertas PA-6 según UNE 104402 de 4,1 kg/m2 de una lámina de betún asfáltico modificado LBM (SBS)-40-FV con armadura de fieltro de fibra de vidrio de 100 g/m2, adherida en caliente, previa imprimación (P - 6)	25,04	153,850	3.852,40
4	P5Z16-4ZFZ	m2	Formación de pendientes con mortero de perlita y cemento de densidad 350 kg/m3, de 10 cm de espesor medio (P - 4)	18,38	153,850	2.827,76
5	P45C5-10OYW	m2	Losa aligerada de hormigón armado hormigón para armar HA - 30 / F / 20 / XC1 con una cantidad de cemento de 300 kg/m3 i relación agua cemento =< 0.6 de 30 cm de canto, con capa superior e inferior de hormigón de 7.5/7,5 cm, armado de la capa inferior con malla electrosoldada de barras corrugadas de acero B500SD, ME 20x20 cm D:6-6 mm, y armado de la capa superior con malla electrosoldada de barras corrugadas de acero B500SD, ME 15x15 cm D:6-6 mm, con una cuantía de 0,45 m2/m2 de aligeradores de poliestireno expandido, interejes de 110 cm, nervios de 40 cm de espesor, armados con 30 kg/m2 de acero en barras corrugadas, utilizando encofrado para dejar el hormigón visto de <= 3 m de altura, hormigonado con bomba (P - 1)	212,56	153,850	32.702,36
6	P815-3FLH	m2	Enyesado a buena vista sobre paramento horizontal interior, a 3,00 m de altura, como máximo, con yeso B1, acabada enlucido con yeso C6 según la norma UNE-EN 13279-1 (P - 10)	10,01	153,850	1.540,04

PRESUPUESTO

Fecha: 19/09/24 Pág.: 2

TOTAL Capítol 01.02 52.005,92

Obra 01 Pressupost TFG MEJORAS
Capítol 03 INSTALACIONES
Subcapítol 01 CLIMATIZACIÓN

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	PE74-8F08	u	Radiador eléctrico con fluido caloportador de tubo de acero de 60 cm de altura, 1000 W de potencia y termostato incorporado, montado superficialmente (P - 18)	461,58	6,000	2.769,48
2	PEF4-6QN7	u	Acondicionador horizontal compacto de expansión directa para conducto con condensación por aire, con ventilador centrífugo en el condensador y en el evaporador, de 15 kW de potencia frigorífica, de EER aproximado 2.5, con alimentación trifásica de 400 V, con una presión disponible de 110 Pa, con 2 compresores herméticos alternativos y fluido frigorífico R-410A, con termostato ambiente por cable y bandeja de recogida de condensados, colocado (P - 19)	5.553,57	6,000	33.321,42
3	PF42-6582	m	Tubo de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304) con soldadura longitudinal, de 22 mm de diámetro exterior y 0,7 mm de espesor de pared, serie 1 según UNE-EN 10312, unión a presión, con grado de dificultad alto y colocado empotrado (P - 20)	15,04	101,600	1.528,06

TOTAL Subcapítol 01.03.01 37.618,96

Obra 01 Pressupost TFG MEJORAS
Capítol 03 INSTALACIONES
Subcapítol 02 EVACUACIÓN Y SANEAMIENTO

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	PD13-HAWR	m	Bajante de tubo de chapa de cobre con unión longitudinal electrosoldada, de diámetro nominal 90 mm y de 0,6 mm de espesor, incluidas las piezas especiales y fijado mecánicamente con bridas (P - 15)	46,69	31,500	1.470,74
2	PD1A-F11I	m	Desagüe de aparato sanitario con tubo de PVC-U de pared maciza, área de aplicación B según norma UNE-EN 1329-1, clase de reacción al fuego B-s1, d0 según norma UNE-EN 13501-1, de DN 40 mm, hasta bajante, caja o albañal (P - 16)	22,09	5,350	118,18

TOTAL Subcapítol 01.03.02 1.588,92

Obra 01 Pressupost TFG MEJORAS
Capítol 03 INSTALACIONES
Subcapítol 03 FONTANERÍA

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	PN31-AQP5	u	Válvula de bola según norma UNE-EN ISO 16135, con actuador eléctrico, para roscar, de 2 vías, DN 20 (para tubo de 3/4´´ de diámetro), de 10 bar de presión nominal, cuerpo y bola de polipropileno homopolímero (PP-H), portajuntas roscado y sistema de bloqueo, cerramiento de teflón PTFE y juntas de estanqueidad de etileno propileno dieno (EPDM), accionamiento por motorreductor de 3 posiciones, regulable, roscada, montada superficialmente (P - 30)	356,80	8,000	2.854,40
2	PN31-AQP4	u	Válvula de bola según norma UNE-EN ISO 16135, con actuador eléctrico, para roscar, de 2 vías, DN16 (para tubo de 1/2´´ de diámetro), de 10 bar de presión nominal, cuerpo y bola de polipropileno homopolímero (PP-H), portajuntas roscado y sistema de bloqueo, cerramiento de teflón PTFE y juntas de estanqueidad de etileno	348,13	12,000	4.177,56

			propileno dieno (EPDM), accionamiento por motorreductor de 3 posiciones, regulable, roscada, montada superficialmente (P - 29)			
3	PFC0-4HZI	m	Tubo de Polipropileno-copolímero PP-R a presión de diámetro 16x2,7 mm, serie S 2.5 según UNE-EN ISO 15874-2, soldado, con grado de dificultad mediano y colocado superficialmente (P - 24)	5,07	11,580	58,71
4	PFQ0-HYYQ	m	Aislamiento térmico de espuma elastomérica para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 16 mm, de 9 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s1, d0 según norma UNE-EN 13501-1, con un factor de resistencia a la difusión del vapor de agua >= 7000, colocado superficialmente con grado de dificultad alto (P - 27)	11,79	11,580	136,53
5	PFC0-4HSI	m	Tubo de Polipropileno-copolímero PP-R a presión de 20x3,4 mm, serie S 2.5 según UNE-EN ISO 15874-2, soldado, con grado de dificultad mediano y colocado en el fondo de la zanja (P - 21)	6,82	1,860	12,69
6	PFQ0-HYY7	m	Aislamiento térmico de espuma elastomérica para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 28 mm, de 13 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s1, d0 según norma UNE-EN 13501-1, con un factor de resistencia a la difusión del vapor de agua >= 7000, colocado superficialmente con grado de dificultad alto (P - 25)	12,71	1,860	23,64
7	PFC0-4HYD	m	Tubo de Polipropileno-copolímero PP-R a presión de diámetro 22x3,4 mm, serie S 2.5 según UNE-EN ISO 15874-2, soldado, con grado de dificultad mediano y colocado superficialmente (P - 23)	5,66	99,720	564,42
8	PFQ0-HYYS	m	Aislamiento térmico de espuma elastomérica para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 22 mm, de 13 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s1, d0 según norma UNE-EN 13501-1, con un factor de resistencia a la difusión del vapor de agua >= 7000, colocado superficialmente con grado de dificultad alto (P - 28)	12,71	99,720	1.267,44
9	PFC0-4HSL	m	Tubo de Polipropileno-copolímero PP-R a presión de diámetro 28x4,2 mm, serie S 2.5 según UNE-EN ISO 15874-2, soldado, con grado de dificultad mediano y colocado en el fondo de la zanja (P - 22)	8,14	48,600	395,60
10	PFQ0-HYYL	m	Aislamiento térmico de espuma elastomérica para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 28 mm, de 13 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s1, d0 según norma UNE-EN 13501-1, con un factor de resistencia a la difusión del vapor de agua >= 7000, colocado superficialmente con grado de dificultad alto (P - 26)	12,71	48,600	617,71
11	PE22-367Y	u	Caldera eléctrica de 230/400 V de tensión, de 12,5 kW de potencia calorífica máxima, de plancha de acero para calefacción y mural (P - 17)	1.511,85	1,000	1.511,85

TOTAL Subcapítol 01.03.03 11.620,55

Obra 01 Pressupost TFG MEJORAS

Capítol 04 CARPINTERÍAS EXTERIORES

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	PAF1-7PF8	u	Balconera de aluminio anodizado natural con rotura de puente térmico, colocada sobre premarco, con dos hojas correderas, para un hueco de obra aproximado de 555x260 cm, elaborada con perfiles de precio alto, clasificación mínima 2 de permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación mínima 6A de estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación mínima C2 de resistencia al viento según UNE-EN 12210, con caja de persiana y guías (P - 11)	1.318,56	1,000	1.318,56
2	PAF8-7BUU	u	Ventana de aluminio lacado blanco, colocada sobre premarco, con una hoja batiente, para un hueco de obra aproximado de 120x120 cm, elaborada con perfiles de precio alto, clasificación mínima 3 de permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación mínima 8A de estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación mínima C4 de resistencia al viento según UNE-EN 12210, con caja de persiana y guías (P - 12)	354,46	3,000	1.063,38

PRESUPUESTO

Fecha: 19/09/24 Pág.: 4

3	PAF8-7DIR	u	Ventana de aluminio lacado blanco, colocada sobre premarco, con una hoja basculante, para un hueco de obra aproximado de 60x120 cm, elaborada con perfiles de precio medio, clasificación mínima 3 de permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación mínima 8A de estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación mínima C4 de resistencia al viento según UNE-EN 12210, con caja de persiana y guías (P - 14)	205,99	3,000	617,97
4	PAF8-7D6B	u	Ventana de aluminio lacado blanco, colocada sobre premarco, con dos hojas batientes, para un hueco de obra aproximado de 210x120 cm, elaborada con perfiles de precio medio, clasificación mínima 3 de permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación mínima 8A de estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación mínima C4 de resistencia al viento según UNE-EN 12210, sin persiana (P - 13)	553,03	3,000	1.659,09
TOTAL	**Capítol**		**01.04**			**4.659,00**

PRESUPUESTO CON MEJORAS

PRESUPUESTO

Fecha: 23/09/24 Pág.: 1

Obra 01 Pressupost TFG MEJORAS
Capítol 01 FACHADA

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	P63D-HKJ4	m2	Cerramiento de fachada SATE - WALL con panel exterior formado por panel sandwich con placa de fibro-yeso de THERMOCHIP TFbcY60, con tablero de fibrocemento de 12,5 mm de espesor en la cara exterior, nucleo de poliestireno extruido de 60 mm de espesor y tablero de fibro-yeso de 12,5 mm de espesor en la cara interior, y panel interior formado por panel sandwich con placa de fibro-yeso de THERMOCHIP TYY40, con tablero de fibro-yeso de 12,5 mm de espesor en la cara exterior, nucleo de poliestireno extruido de 40 mm de espesor y tablero de fibro-yeso de 12,5 mm de espesor en la cara interior, acabado con placa de yeso laminado resistente al fuego (F) de 15 mm, fijados mecánicamente en las dos caras de una estructura de perfiles (P - 7)	170,06	217,370	36.965,94
2	P6125-7BLU	m2	Pared de cerramiento pasante a una cara vista de espesor 14 cm, de ladrillo perforado, de 290x140x75 mm, caras vistas, categoría I, HD, según la norma UNE-EN 771-1, tomado con mortero para albañilería industrializado M 5 (5 N/mm2) de designación (G) según norma UNE-EN 998-2 (P - 6)	66,41	217,370	14.435,54
3	P7C46-DDOC	m2	Aislamiento con placa rígida de lana mineral de vidrio (MW) para aislamientos, según UNE-EN 13162, de espesor 70 mm, con una conductividad térmica <= 0.033 W/(m·K), resistencia térmica >= 2,121 m2·K/W, con aluminio gofrado, colocado con adhesivo de formulación específica (P - 11)	73,05	217,370	15.878,88
4	P4FF-EEF0	m3	Pared estructural a dos caras vistas de 11,5 cm de espesor y resistencia a compresión 4 N/mm2, de ladrillo perforado R-10, de 240x115x50 mm, caras vistas y de color especial, categoría I, HD, según la norma UNE-EN 771-1, colocado con cemento pórtland con caliza CEM II/B-L 32,5 R según UNE-EN 197-1, en sacos (P - 3)	824,63	217,370	179.249,82
5	P813-A8Z0	m2	Enfoscado proyectado a buena vista de 1 cm de espesor, sobre paramento vertical interior, a 3,00 m de altura, como máximo, con mortero de cal para aislamiento térmico (T), de designación CSI-W1-T2, según UNE-EN 998-1, fratasado (P - 12)	88,13	185,378	16.337,36

TOTAL Capítol 01.01 262.867,54

Obra 01 Pressupost TFG MEJORAS
Capítol 02 CUBIERTA

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	P7B1-6Q33	m2	Geotextil formado por fieltro de polipropileno/polietileno no tejido ligado térmicamente de 200 a 250 g/m2, colocada sin adherir (P - 9)	4,83	307,700	1.486,19
2	P7C25-HG0K	m2	Aislamiento de plancha de poliestireno extruido (XPS), de 100 mm de espesor, resistencia a compresión >=250 kPa, resistencia térmica entre 2.941 y 2,703 m2·K/W, con la superficie lisa y borde machihembrado, colocada con adhesivo de formulación específica (P - 10)	24,28	153,850	3.735,48
3	P712-DXE5	m2	Membrana para impermeabilización de cubiertas PA-8 según UNE 104402 de 5,9 kg/m2 de dos láminas de betún asfáltico modificado LBM (SBS)-30-FV con armadura de fieltro de fibra de vidrio de 60 g/m2, adheridas en caliente, previa imprimación (P - 8)	39,18	153,850	6.027,84
4	P510-38DP	m2	Acabado de azotea con capa de protección de hormigón ligero de arcilla expandida de densidad 500 a 600 kg/m3, de 5 cm de espesor (P - 4)	11,28	153,850	1.735,43
5	P5Z16-4ZFZ	m2	Formación de pendientes con mortero de perlita y cemento de densidad 350 kg/m3, de 10 cm de espesor medio (P - 5)	18,38	153,850	2.827,76

PRESUPUESTO

Fecha: 23/09/24 Pág.: 2

6	P45C5-10OYW	m2	Losa aligerada de hormigón armado hormigón para armar HA - 30 / F / 20 / XC1 con una cantidad de cemento de 300 kg/m3 i relación agua cemento =< 0.6 de 30 cm de canto, con capa superior e inferior de hormigón de 7.5/7,5 cm, armado de la capa inferior con malla electrosoldada de barras corrugadas de acero B500SD, ME 20x20 cm D:6-6 mm, y armado de la capa superior con malla electrosoldada de barras corrugadas de acero B500SD, ME 15x15 cm D:6-6 mm, con una cuantía de 0,45 m2/m2 de aligeradores de poliestireno expandido, interejes de 110 cm, nervios de 40 cm de espesor, armados con 30 kg/m2 de acero en barras corrugadas, utilizando encofrado para dejar el hormigón visto de <= 3 m de altura, hormigonado con bomba (P - 2)	212,56	153,850	32.702,36
7	P815-3FLH	m2	Enyesado a buena vista sobre paramento horizontal interior, a 3,00 m de altura, como máximo, con yeso B1, acabada enlucido con yeso C6 según la norma UNE-EN 13279-1 (P - 13)	10,01	153,850	1.540,04

TOTAL Capítol 01.02 50.055,10

Obra	01	Pressupost TFG MEJORAS
Capítol	03	INSTALACIONES
Subcapítol	01	CLIMATIZACIÓN

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	PEJ3-6SIR	u	Fan-coil del tipo conductos horizontal con ventilador centrífugo, para trabajar en sistemas de distribución de agua de 2 tubos, de 5.6 a 6.5 kW de potencia frigorífica máxima y 11.5 a 13 kW de potencia calorífica máxima, con una presión disponible de 80 a 90 Pa, con alimentación monofásica de 230 V, con control electromecánico, y con bandeja de recogida de condensados y bomba de desagües, colocada (P - 22)	1.028,83	3,000	3.086,49
2	PEE0-CRJI	u	Bomba de calor aerotérmica partida aire/agua tipo inverter, para calefacción, refrigeración y ACS, de 400 V de tensión de alimentación, de 12 a 16 kW de potencia calorífica con un COP superior a 4.2, de 11 a 15 kW de potencia frigorífica con un EER superior a 3, con depósito de ACS de 200 a 300 l de capacidad, equipado con regulación electrónica, bomba circuladora, depósito de expansión y elementos de seguridad,colocada (P - 21)	8.918,10	1,000	8.918,10
3	PEKK-H7MG	u	Rejilla de impulsión o retorno, con una hilera de aletas orientables horizontales, de aluminio lacado blanco, de 200x100 mm, de aletas separadas 20 mm, de sección recta y fijada al marco (P - 26)	22,36	1,000	22,36
4	PEKK-H7M4	u	Rejilla de impulsión o retorno, con una hilera de aletas orientables horizontales, de aluminio lacado blanco, de 250x100 mm, de aletas separadas 20 mm, de sección recta y fijada al marco (P - 23)	24,43	2,000	48,86
5	PEKK-H7M9	u	Rejilla de impulsión o retorno, con una hilera de aletas orientables horizontales, de aluminio lacado blanco, de 300x100 mm, de aletas separadas 20 mm, de sección recta y fijada al marco (P - 25)	32,98	1,000	32,98
6	PEKK-H7M6	u	Rejilla de impulsión o retorno, con una hilera de aletas orientables horizontales, de aluminio lacado blanco, de 600x200 mm, de aletas separadas 20 mm, de sección recta y fijada al marco (P - 24)	32,98	2,000	65,96
7	PEKM-48DD	u	Rejilla de retorno de cuadrícula, de aluminio anodizado plateado, de 300x100 mm, de aletas separadas 16/12,5 mm, de sección recta y fijada en el marco (P - 27)	32,67	1,000	32,67
8	PEKM-48DI	u	Rejilla de retorno de cuadrícula, de aluminio anodizado plateado, de 350x100mm, de aletas separadas 16/12,5 mm, de sección recta y fijada en el marco (P - 28)	40,64	2,000	81,28
9	PEKM-48DK	u	Rejilla de retorno de cuadrícula, de aluminio anodizado plateado, de 600x200 mm, de aletas separadas 16/12,5 mm, de sección recta y fijada en el marco (P - 29)	84,67	2,000	169,34
10	PEKM-48DL	u	Rejilla de retorno de cuadrícula, de aluminio anodizado plateado, de 500x200 mm, de aletas separadas 16/12,5 mm, de sección recta y fijada en el marco (P - 30)	84,67	1,000	84,67

PRESUPUESTO

Fecha: 23/09/24 Pág.: 3

11	PE54-35DT	m2	Formación de conducto rectangular de plancha de acero galvanizado, de espesor 1,2 mm, con unión marco atornillado y clips, montado adosado con soportes (P - 20)	46,65	25,413	1.185,52

TOTAL Subcapítol 01.03.01 13.728,23

Obra 01 Pressupost TFG MEJORAS
Capítol 03 INSTALACIONES
Subcapítol 02 EVACUACIÓN Y SANEAMIENTO

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	PD13-HAWR	m	Bajante de tubo de chapa de cobre con unión longitudinal electrosoldada, de diámetro nominal 90 mm y de 0,6 mm de espesor, incluidas las piezas especiales y fijado mecánicamente con bridas (P - 18)	46,69	31,500	1.470,74
2	PD1A-F11I	m	Desagüe de aparato sanitario con tubo de PVC-U de pared maciza, área de aplicación B según norma UNE-EN 1329-1, clase de reacción al fuego B-s1, d0 según norma UNE-EN 13501-1, de DN 40 mm, hasta bajante, caja o albañal (P - 19)	22,09	5,350	118,18
3	PJ71-3HIR	u	Depósito cilíndrico con tapa apoyada, de poliéster reforzado, de 2000 l de capacidad, colocado sobre bancada (P - 39)	2.555,83	1,000	2.555,83

TOTAL Subcapítol 01.03.02 4.144,75

Obra 01 Pressupost TFG MEJORAS
Capítol 03 INSTALACIONES
Subcapítol 03 FONTANERÍA

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	PNX1-DVM9	u	Grupo de presión de agua con depósito de 750 l y 6 bar de presión, con capacidad de impulsión de 40 m, como máximo, con un caudal de impulsión de 10 m3/h, como máximo, con 1 bomba y montado sobre bancada (P - 43)	3.375,48	1,000	3.375,48
2	PN31-AQP5	u	Válvula de bola según norma UNE-EN ISO 16135, con actuador eléctrico, para roscar, de 2 vías, DN 20 (para tubo de 3/4´´ de diámetro), de 10 bar de presión nominal, cuerpo y bola de polipropileno homopolímero (PP-H), portajuntas roscado y sistema de bloqueo, cerramiento de teflón PTFE y juntas de estanqueidad de etileno propileno dieno (EPDM), accionamiento por motorreductor de 3 posiciones, regulable, roscada, montada superficialmente (P - 42)	356,80	8,000	2.854,40
3	PN31-AQP4	u	Válvula de bola según norma UNE-EN ISO 16135, con actuador eléctrico, para roscar, de 2 vías, DN16 (para tubo de 1/2´´ de diámetro), de 10 bar de presión nominal, cuerpo y bola de polipropileno homopolímero (PP-H), portajuntas roscado y sistema de bloqueo, cerramiento de teflón PTFE y juntas de estanqueidad de etileno propileno dieno (EPDM), accionamiento por motorreductor de 3 posiciones, regulable, roscada, montada superficialmente (P - 41)	348,13	12,000	4.177,56
4	PFC0-4HZI	m	Tubo de Polipropileno-copolímero PP-R a presión de diámetro 16x2,7 mm, serie S 2.5 según UNE-EN ISO 15874-2, soldado, con grado de dificultad mediano y colocado superficialmente (P - 34)	5,07	11,580	58,71
5	PFQ0-HYYQ	m	Aislamiento térmico de espuma elastomérica para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 16 mm, de 9 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s1, d0 según norma UNE-EN 13501-1, con un factor de resistencia a la difusión del vapor de agua >= 7000, colocado superficialmente con grado de dificultad alto (P - 37)	11,79	11,580	136,53
6	PFC0-4HSI	m	Tubo de Polipropileno-copolímero PP-R a presión de 20x3,4 mm, serie S 2.5 según UNE-EN ISO 15874-2, soldado, con grado de dificultad mediano y colocado en el fondo de la zanja (P - 31)	6,82	1,860	12,69

7	PFQ0-HYY7	m	Aislamiento térmico de espuma elastomérica para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 28 mm, de 13 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s1, d0 según norma UNE-EN 13501-1, con un factor de resistencia a la difusión del vapor de agua >= 7000, colocado superficialmente con grado de dificultad alto (P - 35)	12,71	1,860	23,64
8	PFC0-4HYD	m	Tubo de Polipropileno-copolímero PP-R a presión de diámetro 22x3,4 mm, serie S 2.5 según UNE-EN ISO 15874-2, soldado, con grado de dificultad mediano y colocado superficialmente (P - 33)	5,66	99,720	564,42
9	PFQ0-HYYS	m	Aislamiento térmico de espuma elastomérica para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 22 mm, de 13 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s1, d0 según norma UNE-EN 13501-1, con un factor de resistencia a la difusión del vapor de agua >= 7000, colocado superficialmente con grado de dificultad alto (P - 38)	12,71	99,720	1.267,44
10	PFC0-4HSL	m	Tubo de Polipropileno-copolímero PP-R a presión de diámetro 28x4,2 mm, serie S 2.5 según UNE-EN ISO 15874-2, soldado, con grado de dificultad mediano y colocado en el fondo de la zanja (P - 32)	8,14	48,600	395,60
11	PFQ0-HYYL	m	Aislamiento térmico de espuma elastomérica para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 28 mm, de 13 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s1, d0 según norma UNE-EN 13501-1, con un factor de resistencia a la difusión del vapor de agua >= 7000, colocado superficialmente con grado de dificultad alto (P - 36)	12,71	48,600	617,71
12	PJA1-8FSD	u	Acumulador-intercambiador para agua caliente sanitaria de 200 l de capacidad de acero esmaltado, con aislamiento de poliuretano, dos serpentines con bomba incorporada de 15 l/min, con regulación, diseñado según los requisitos del REGLAMENTO (UE) 814/2013, con una clase de eficiencia energética en agua caliente sanitaria según REGLAMENTO (UE) 812/2013, colocado en posición vertical con fijaciones murales y conectado (P - 40)	1.743,52	1,000	1.743,52

TOTAL Subcapítol 01.03.03 15.227,70

Obra	01	Pressupost TFG MEJORAS
Capítol	03	INSTALACIONES
Subcapítol	04	FOTOVOLTAICA

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	154D2A3F	u	Suministro e instalación de: - Módulos fotovoltaicos: - Potencia nominal: 415 Wp - Garantía: producto 25 años y producción 30 años - Dimensiones: 1770 x 1096 x 30 mm (largo x ancho x alto) - Caja de conexión: IP68 - Eficiencia del módulo: 21,4% - Tensión máxima de potencia: 36,0 V - Intensidad máxima de potencia: 11,52 A - Tensión en circuito abierto: 42,7 V - Intensidad de cortocircuito: 12,27 A - Inversor de corriente para la conexión a la red: - Marca y modelo: IQ7A - Entrada máxima del generador FV: 235-440 W - Tensión máxima de entrada en CC: 60 V - Tensión mínima de entrada en CC: 22 V - Rango de tensión MPP: 16-60 V - Corriente máxima de entrada en CC: 15 A - Potencia nominal de salida: 290 VA - Tensión nominal CA: monofásico 230 V - Corriente máxima de salida CA: 1,21 A - Dimensiones: 212 mm x 175 mm x 30,2 mm - Peso: 1,08 kg	8.349,00	1,000	8.349,00

- Conexiones: Todas las conexiones de los paneles a los microinversores se realizarán con conectores MC4 y cable de 4 mm² Cu H1Z2Z2-K 1,5/1,8kV. Las conexiones desde los microinversores hasta las protecciones CA y desde las protecciones CA hasta la red se realizarán con cable de 4 mm² Cu RZ1-K 0,6/1kV, conducido bajo tubo semirrígido de 25 mm. (P - 1)

TOTAL Subcapítol 01.03.04 8.349,00

Obra 01 Pressupost TFG MEJORAS

Capítol 04 CARPINTERÍAS EXTERIORES

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	PAJ0-80LM	u	Balconera de PVC no plastificado, colocada sobre premarco, con dos hojas correderas, para un hueco de obra aproximado de 555x220 cm, clasificación mínima 3 de permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación mínima 5A de estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación mínima C5 de resistencia al viento según UNE-EN 12210, con caja de persiana, guías y persiana de PVC (P - 14)	1.122,27	1,000	1.122,27
2	PAJ1-7ZWW	u	Ventana de PVC no plastificado, colocada sobre premarco, con dos hojas batientes, para un hueco de obra aproximado de 120x120 cm, clasificación mínima 3 de permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación mínima 8A de estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación mínima C3 de resistencia al viento según UNE-EN 12210, con caja de persiana, guías y persiana de PVC (P - 15)	386,54	3,000	1.159,62
3	PAJ1-800F	u	Ventana de PVC no plastificado, colocada sobre premarco, con una hoja batiente, para un hueco de obra aproximado de 60x120 cm, clasificación mínima 3 de permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación mínima 8A de estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación mínima C3 de resistencia al viento según UNE-EN 12210, con caja de persiana, guías y persiana de PVC (P - 16)	196,55	3,000	589,65
4	PAJ1-8025	u	Ventana de PVC no plastificado, colocada sobre premarco, con tres hojas correderas, para un hueco de obra aproximado de 210x120 cm, clasificación mínima 3 de permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación mínima 3A de estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación mínima C4 de resistencia al viento según UNE-EN 12210, con caja de persiana y guías (P - 17)	509,92	3,000	1.529,76

TOTAL Capítol 01.04 4.401,30