



Arroyo Fresno Passivhaus

Index / Índice

1. **Abstract / Resumen**
 - 1.1. **Building data / Datos del edificio.**
 - 1.2. **Brief description / Descripción breve.**
 - 1.3. **Responsible Project participants / Agentes participantes en el Proyecto**
2. **Views of “Arroyo Fresno” Passive House in Madrid / Vistas del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno” en Madrid.**
3. **Backgrounds / Antecedentes**
4. **Floor Plans of “Arroyo Fresno” Passive House in Madrid. / Plantas del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno” en Madrid.**
5. **Elevations Plans of “Arroyo Fresno” Passive House in Madrid / Alzados del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno” en Madrid.**
6. **Sectional drawings of “Arroyo Fresno” Passive House in Madrid. / Secciones del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno” en Madrid.**
7. **General construction details of “Arroyo Fresno” Passive House in Madrid / Detalles constructivos generales del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno”.**
8. **Construction details of the envelope and Passive House Technology of “Arroyo Fresno” Passive House in Madrid / Detalles constructivos de la envolvente y tecnología pasiva del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno” en Madrid.**
 - 8.1. **Foundations / Cimentación**
 - 8.2. **Walls in contact with the ground / Muros en contacto con el terreno**
 - 8.3. **Facade / Fachadas**
 - 8.4. **Roof / Cubiertas**
 - 8.5. **Windows / Ventanas**
 - 8.6. **Special construction details / Encuentros constructivos singulares**
 - 8.7. **Puentes térmicos / Thermal Bridges**
9. **Air tightness of “Arroyo Fresno” Passive House in Madrid / Hermeticidad del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno” en Madrid.**
10. **Ventilation of “Arroyo Fresno” Passive House in Madrid / Ventilación del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno” en Madrid.**
11. **Heating / SHW of “Arroyo Fresno” Passive House in Madrid / Calefacción / refrigeración / ACS del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno”**
12. **Photovoltaic system of the “Arroyo Fresno” Passive House in Madrid / Instalación fotovoltaica del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno” en Madrid.**
13. **PHPP of the “Arroyo Fresno” Passive House in Madrid / PHPP del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno” en Madrid.**
14. **Construction Cost of the “Arroyo Fresno” Passive House in Madrid / Costes de construcción del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno” en Madrid**

1. Abstract / Resumen



"Arroyo Fresno" Passive House. Collective Residential Building in Madrid, Spain

1.1. Building data / Datos del edificio.

Year of construction / Año de construcción	2020	Heating demand/ Demanda de calefacción	14,4 kWh/(m ² a)
U-value external wall / Valor U Muro exterior	0,202 W/(m ² K)	Cooling demand/ Demanda de refrigeración	8,6 kWh/(m ² a)
U-value ground floor ceiling / Valor U techo planta baja	0,195 W/(m ² K)	Primary Energy Renewable (PER) / Energía Primaria Renovable (PER)	38 kWh/(m ² a)
U-value roof / Valor U cubiertas	0,153 W/(m ² K)	Generation of renewable energy / Generación de energía renovable	67 kWh/(m ² a)
U-value window / Valor U ventanas	1,110 W/(m ² K)	Non-renewable Primary Energy (PE) / Energía Primaria no renovable (PE)	60 kWh/(m ² a)
Heat recovery / Recuperador de calor	82 %	Pressure test n50 / Test de presurización n50 /	0,60 h ⁻¹
Special features / Instalaciones especiales	Photovoltaic system of 61 polycrystalline panels on the flat roof to generate electricity. / Instalación fotovoltaica formada por 61 paneles policristalinos en cubierta para generar electricidad. Production of domestic hot water through a centralized aerothermal system / Producción de agua caliente sanitaria mediante sistema de aerotermia centralizado		

1.2. Descripción breve.

[ES]

Arroyo Fresno Passivhaus es un edificio residencial colectivo de 14 viviendas situado en el barrio de Arroyo del Fresno, en el norte de la ciudad de Madrid. Este barrio limita al norte con la circunvalación M40 y es una prolongación de los barrios de Mirasierra y Fuentelareyna.

Este barrio presenta un clima típico de la ciudad de Madrid con inviernos moderados y veranos muy cálidos con altas diferencias térmicas entre el invierno y el verano.

El edificio tiene una superficie útil de 2.475,54 m² sobre un solar rectangular de 1.287,85 m², presenta una superficie energética de referencia de 1.436,98 m² (según PHPP) y su programa se distribuye en seis niveles. El sótano se destina a garaje, trasteros para cada vivienda y cuartos de instalaciones del edificio. La planta baja, en forma espacio porticado exterior abierto, tiene dos accesos o portales. En este espacio de planta baja y entre los dos portales se ubica una sala de coworking para uso de todos los vecinos, mientras que las plantas primera, segunda, tercera y cuarta cuentan con 14 viviendas. Las tres primeras plantas de viviendas tienen cuatro pisos cada una, mientras que la cuarta planta tiene sólo dos pisos con terrazas no voladas.

Los dos portales dan acceso a núcleos de comunicación verticales formados por escalera y ascensor que permiten acceder a todas las plantas.

La cubierta del edificio es plana no transitable y en ella se ubican los compresores del sistema aerotérmico de climatización individual de cada vivienda, el compresor del sistema de generación de agua caliente sanitaria centralizada, así como los paneles del sistema fotovoltaico.

El propietario encargó este proyecto después de vivir en una casa pasiva certificada (Titania Passivhaus Plus) y experimentar el proceso de diseño y construcción. Por lo tanto, la construcción de este edificio fue una oportunidad para adaptar la experiencia anterior a una escala mayor con un uso más amplio y colectivo. Para el equipo implicado en el diseño y la construcción de Arroyo Fresno Passivhaus fue un doble éxito, ya que la experiencia previa del usuario en otro edificio pasivo fue un factor determinante para encargar este edificio y además logramos certificarlo.

Otro de los objetivos era conseguir la mayor reducción posible de la demanda energética mediante la certificación Passivhaus Plus. Para lograr este objetivo el edificio está dotado de un sistema de generación de energía renovable a través de un sistema fotovoltaico y de una instalación centralizada de generación de agua caliente sanitaria mediante bomba aerotérmica. Esto ha permitido certificar el edificio como Passivhaus Plus. Este edificio es el primero de su tipo en uso residencial colectivo de España.

Terminado en mayo de 2020, el edificio está habitado desde su finalización.

[EN]

Arroyo Fresno Passivhaus is a collective residential building of 14 dwellings located in the neighbourhood of Arroyo del Fresno, in the north of the city of Madrid. This neighbourhood is bordered to the north by the M40 ring road and is an extension of the Mirasierra and Fuentelareyna neighbourhoods.

This neighbourhood has a typical climate of the city of Madrid with moderate winters and very warm summers with high thermal differences between winter and summer.

The building has a useful surface area of 2,475.54 m² on a rectangular plot of 1,287.85 m², according to PHPP has a reference energy surface area of 1,436.98 m² and its program is distributed over six levels. The basement is used as a garage, storage rooms for each dwelling and the building's facilities rooms. The ground floor, in the form of an open outdoor arcade space, has two portals or doorways. In this ground floor space and between the two portals is a coworking room for the use of all the residents, while the first, second, third and fourth floors have 14 flats. The first three floors have four flats each, while the fourth floor has only two flats with terraces.

The two entrances give access to vertical communication cores formed by stairs and lifts that allow access to all floors.

The roof of the building is flat, not accessible, and it contains the compressors of the individual aerothermal air conditioning system for each dwelling, the compressor of the centralized domestic hot water generation system, as well as the panels of the photovoltaic system.

The owner commissioned this project after living in a certified passive house (Titania Passivhaus Plus) and experiencing the design and construction process. Therefore, the construction of this building was an opportunity to adapt the previous experience to a larger scale with a wider and more collective use. For the team involved in the design and construction of Arroyo Fresno Passivhaus it was a double success, as the user's previous experience in another passive building was a determining factor in commissioning this building and we also managed to get it certified.

Another objective was to achieve the greatest possible reduction in energy demand through Passivhaus Plus certification. To achieve this goal, the building is equipped with a renewable energy generation system through a photovoltaic system and a centralized installation for domestic hot water generation by an aerothermal pump. This has enabled the building to be certified as Passivhaus Plus. This building is the first Passivhaus Plus Certified in collective residential use in Spain.

Completed in May 2020, the building has been inhabited since its completion.

1.3. Agentes participantes en el Proyecto

Arquitecto	Daniel Diedrich. Talia Dombriz. Arquitectos. (Estudio DMDV Arquitectos SLP) http://www.dmdva.com
Consultor	Daniel Diedrich. Arquitecto.
Instalaciones	Mariano Martin Lechuga Ingeniero Técnico Industrial / Daniel Diedrich. Arquitecto.
Estructuras	Jose Ignacio Viñals. Ingeniero Caminos CyP / Daniel Diedrich. Arquitecto
Construcción	Daniel Diedrich. Talia Dombriz. Architects. / Estudio DMDV Arquitectos SLP
Passive house project planning / PHPP	Daniel Diedrich. Architect / Estudio DMDV Arquitectos SLP
Constructora	Construcciones Amenabar S.A.
Dirección de Obra	Daniel Diedrich. Architect. Juan Postigo Castellanos. Quantity Surveyor
Certificación	Micheel Wassouf. Architect. (Energiehaus Arquitectos SLP) http://www.energiehaus.com
ID certificado	27093_27106_Energiehaus_PH_20200720_MW
Project-ID (http://www.passivhausprojekte.de)	6306
Autor de la documentación	Daniel Diedrich
Fecha y firma	Daniel Diedrich, 11 de julio de 2022



2. Vistas del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno” en Madrid.



Vista exterior. Alzados noroeste y suroeste

Con una orientación poco favorable e inalterable al coincidir con el área de movimiento de la parcela impuesta por la normativa urbanística se optó desarrollar las siguientes estrategias pasivas:

- 1- Lograr la mayor grado de compacidad del volumen del edificio evitando volúmenes o remetimientos.
- 2- Limitamos la presencia de los huecos sin afectar al dinamismo de estos y al tamaño tipo ventanal de suelo a techo.
- 3- Los huecos son formados por agregación de un módulo tipo con la finalidad de unificar dimensiones de carpinterías y protecciones solares
- 4- La cubierta se reserva para instalaciones fotovoltaica y de aerotermia para calefacción/ refrigeración y ACS



Vista exterior. Alzado sureste

3. Antecedentes

La parcela se ubica dentro de una manzana del APE.08.16 “Arroyo del Fresno” del vigente Plan General de Ordenación Urbana de Madrid, desarrollo urbano de nueva creación en la zona Norte de Madrid que pertenece al barrio de Mirasierra.

En general el ámbito urbano es de calidad, en un área residencial tranquila con poco tráfico rodado y un nivel socioeconómico alto, con buenos servicios urbanos y fácil comunicación viaria.

La parcela presenta 1.287,85 metros cuadrados de superficie

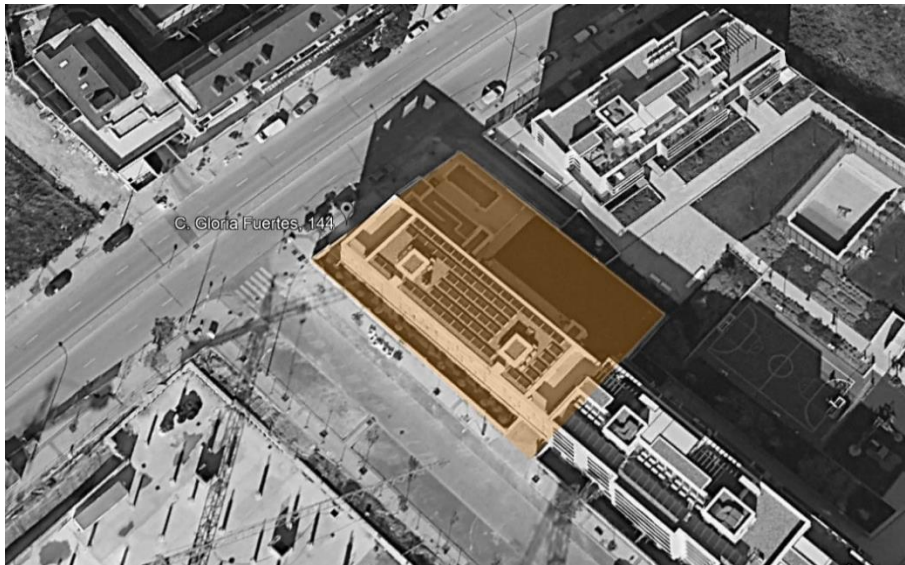
El azimut, desviación del lado mayor respecto del norte, es de 4º. El acimut del eje longitudinal de la parcela es de 133º



Los condicionantes de desarrollo del proyecto fueron cuatro: el primero fue el programa solicitado, el segundo el clima de Madrid, el tercero las características de parcela con su normativa urbana y el cuarto la aplicación del estándar Passivhaus a lo largo del proceso de proyecto y construcción. El cliente plantea este edificio como un ejercicio de aplicación de los conocimientos técnicos y económicos obtenidos en la ejecución de otro edificio de menor escala (vivienda unifamiliar) con la misma certificación. Además, la propiedad también limitó la inversión económica por lo que indirectamente limitó la arquitectura a realizar.

En paralelo, la normativa urbanística establece unos retranqueos y áreas de ocupación de obligado cumplimiento, limitando aún más las posibles soluciones arquitectónicas.

Otro condicionante importante fue la posición del área ocupable por el edificio dentro de la parcela y su acimut respecto del eje longitudinal, mostrando una posición desfavorable respecto al sol.



Debido a ello y siguiendo los criterios pasivos, se plantea un edificio muy sencillo formado por un volumen muy compacto solo alterado por su planta baja, abierta en su totalidad, carente de viviendas con una sala comunitaria como único espacio acondicionado de esta planta. Este volumen contiene el programa de viviendas y su configuración permite establecer una envolvente térmica sencilla.



Visualización Arquitectónica

El clima de Madrid se caracteriza por unos inviernos de moderados a fríos y unos veranos muy calurosos, siendo la diferencia de temperaturas extremas (verano-invierno) mucho mayor que en la Europa central. Será el clima de verano el que genere más condicionantes a resolver. Para ello en el edificio se recogen soluciones tradicionales, que muchas veces están delante y no se ven, como por ejemplo el edificio será de blanco como color predominante, y sus carpinterías también. Las ventanas de la envolvente también serán blancas y los huecos se realizarán con un retranqueo respecto la cara exterior, buscando la sombra que genera los remetimientos de las ventanas.



Visualización Arquitectónica

Al igual que en la experiencia previa de construcción de una vivienda unifamiliar, el promotor solicita soluciones constructivas comunes o similares a la industria de la construcción con la finalidad de evaluar económicamente el impacto de aplicación del estándar Passivhaus sobre cualquier otra construcción similar, esta vez de tipología residencial colectiva. Debido a esto se plantea dar prioridad la utilización de sistemas constructivos comúnmente usados por la industria de la construcción en España, potenciando el uso de sistemas constructivos completos frente a soluciones más artesanales.

El edificio se concibe como un volumen paralelepípedo sencillo, carente de vuelos formados por elementos constructivos ni volúmenes salientes de la alineación de fachada. Su concepción busca dar una respuesta formal contundente mediante la mera potenciación del volumen que lo configura, donde únicamente se procede a resaltar líneas horizontales idénticas y continuas que se desarrollan de manera paralela y equidistante a lo largo de todas las fachadas.

Estas líneas se logran en las fachadas mediante la configuración de bandas horizontales formadas por áreas de distinto color. La fachada se configuró mediante una lámina cerámica de soporte, de termoarcilla, sobre la que se apoya el sistema de aislamiento térmico exterior con acabado en mortero liso monocapa blanco con bandas grises. De manera alterna los huecos de ventana se protegen del sol mediante estores exteriores enrollables, evitando puentes térmicos que suelen generar los cajones de persiana. En los espacios de cerramiento opaco entre huecos se disponen el revestimiento del SATE de color blanco, mientras que en los cantos de forjado se establecen bandas continuas de color gris claro con un desarrollo continuo en zigzag que, junto con la disposición irregular de los huecos de ventana y la variabilidad de uso de cada una de sus protecciones solares móviles, genera una serie de bandas dinámicas que rompen la compacidad propia del volumen del edificio y le proporciona presencia. Obtenemos un edificio que permite en su minimalismo volumétrico obtener el mejor grado de compacidad a efectos térmicos

El volumen edificatorio se resalta además por la voluntad de no edificar vivienda en planta baja con lo que se potencia la presencia del volumen sobre la misma y el marcado de la horizontalidad que se desea obtener. Además, para potenciar este volumen se establece un vuelo de todo el volumen edificatorio retranqueando en toda su planta baja la línea de pilares que limita con la calle Mari Pepa Colomer.

4. Plantas del Edificio Passivhaus “Arroyo Fresno” en Madrid.

Edificio de 14 viviendas, planta de aparcamiento y trasteros, además cuenta con piscina exterior. Su programa se adapta la superficie edificable de acuerdo a la normativa urbana. La ubicación de cada una de las fachadas viene predeterminada por la normativa urbanística que limita los rentraqueos de cada fachada respecto los límites de la parcela.

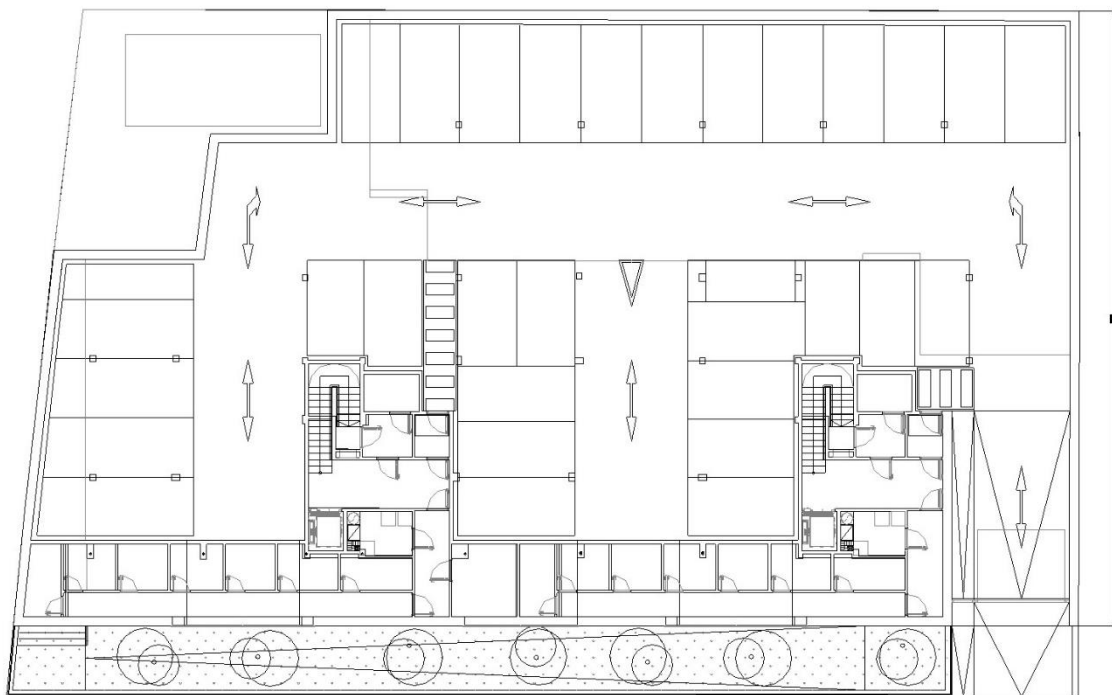
La **superficie construida** total de 3.336,53 metros cuadrados, de ellos sobre rasante son 2.271,98 metros cuadrados y bajo rasante son 1.064,55 metros cuadrados. La edificabilidad total computable a efectos de disciplina urbanística es de 1.804,70 metros cuadrados.

El edificio proyectado presenta dos núcleos de comunicación vertical, ambos formados por escalera sectorizada y ascensor vertical. Estos núcleos son independientes y tienen acceso a calle mediante portales en planta baja. Los núcleos de comunicación verticales comunican todas las plantas del edificio, y cada uno de ellos permite el acceso a dos viviendas por planta, excepto en la planta cuarta en la que cada portal solo accede a una vivienda y la planta sótano que accede a aparcamiento y trasteros. La cubierta es plana, ubicada sobre la última planta del edificio.

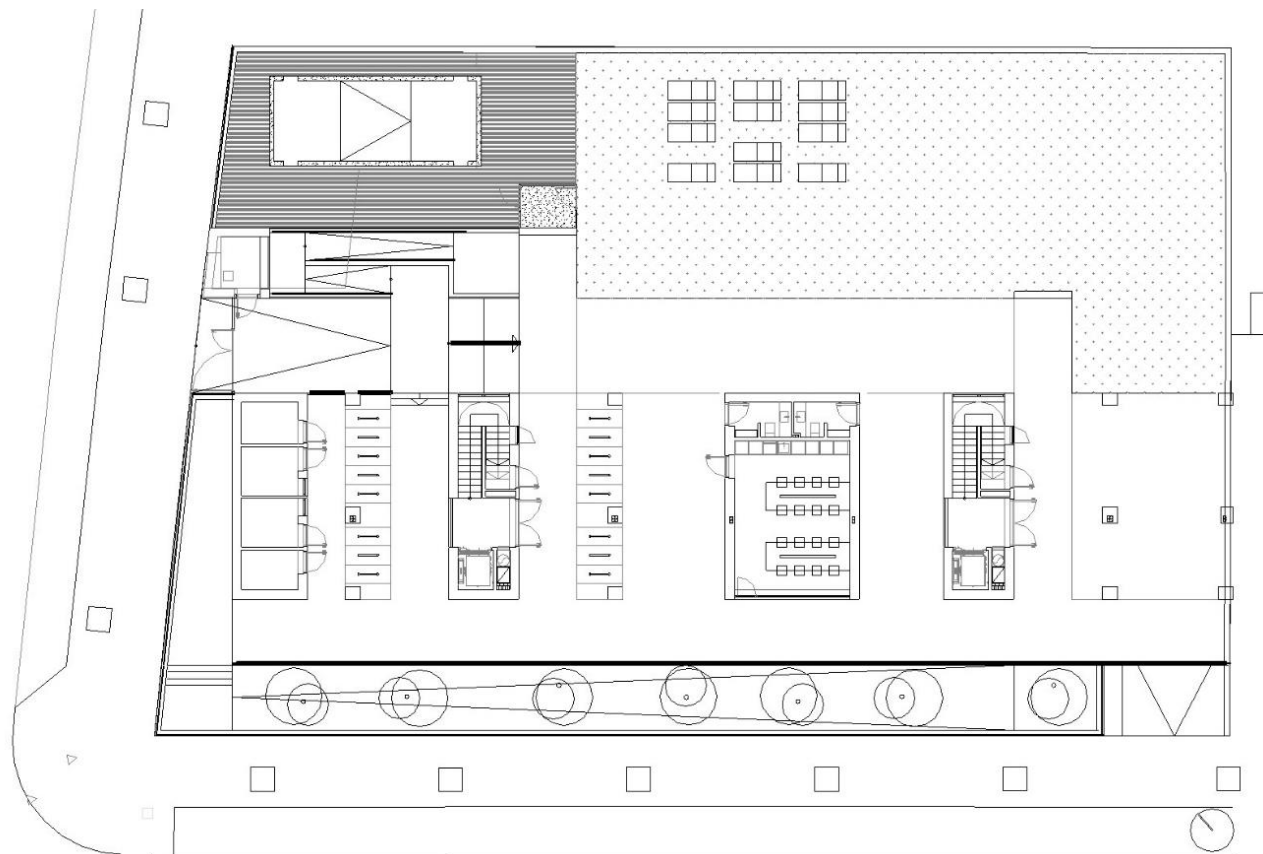
4.1. Sótano

En planta sótano se ubica el área de aparcamiento con 30 plazas de automóviles y 2 de motocicletas, accesos a los núcleos de comunicación vertical, área de trasteros formada por 14 de ellos y salas de instalaciones para los grupos de presión, extracción mecánica, y recogida de residuos.

La línea de aislamiento continuo se considera desde el techo de planta baja, las fachadas, la medianera del edificio así como en la cubierta, por lo que esta planta sótano se encuentra fuera de la envolvente térmica.



Sótano

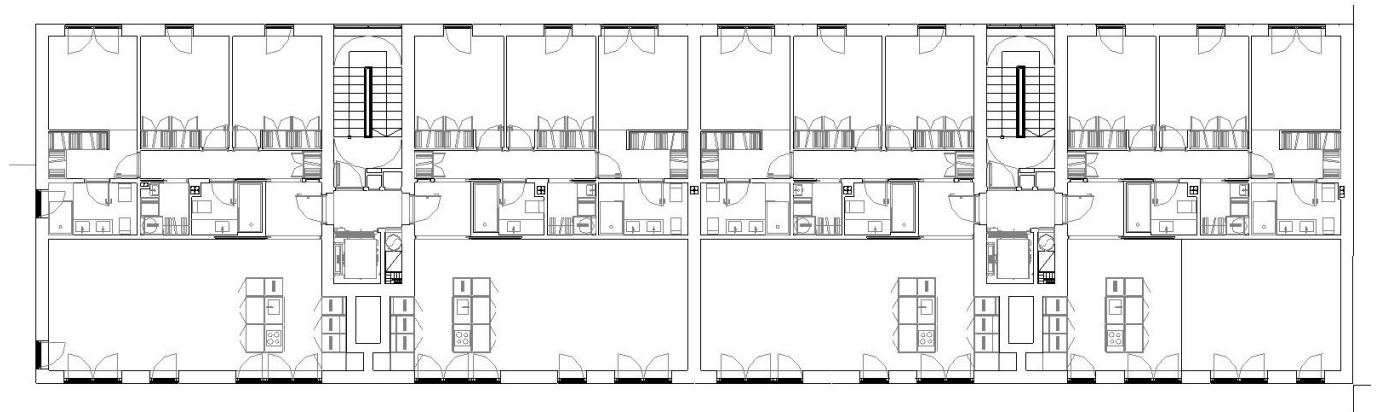
**Planta Baja**

4.2. Planta Baja

En planta baja, bajo el espacio cubierto que genera la planta primera se disponen los dos portales de acceso, denominados portal A y portal B, las salas de instalaciones (contadores) para electricidad, agua, basuras y telecomunicaciones, y una sala de uso de la comunidad, para trabajo y reuniones, denominada de “coworking”. Junto a esta sala y con acceso desde el exterior se ubican dos aseos. Esta área cubierta de soportal se corresponde con el área ocupada del edificio sobre rasante.

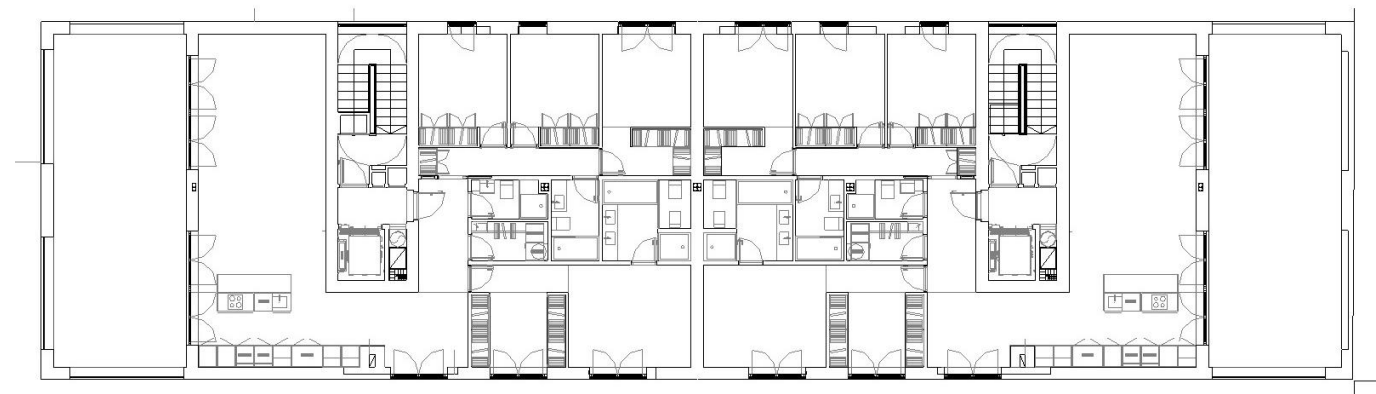
4.3. Plantas Primera a Tercera

Cada núcleo de comunicación vertical permite el acceso a dos viviendas, derecha e izquierda, las cuales son iguales y simétricas en su distribución. Teniendo por tanto cuatro viviendas por planta. Su distribución se realiza en torno a un eje central de estancias húmedas (baños, aseos y salas de lavaderos/instalaciones) de desarrollo longitudinal (paralelo a las fachadas mayores), ubicando las estancias de dormir con huecos a la fachada interior mientras que las estancias de estar y cocinas hacia la fachada que limita con la calle Mari Pepa Colomer. El programa de estas viviendas es el siguiente: Vestíbulo de acceso de la vivienda, Salón-Cocina, Baño 1, tendedero, Dormitorio 1 doble, Dormitorio 2 doble, Dormitorio 3 principal con vestidor y Baño 2 asociado.

***Plantas Primera a Tercera***

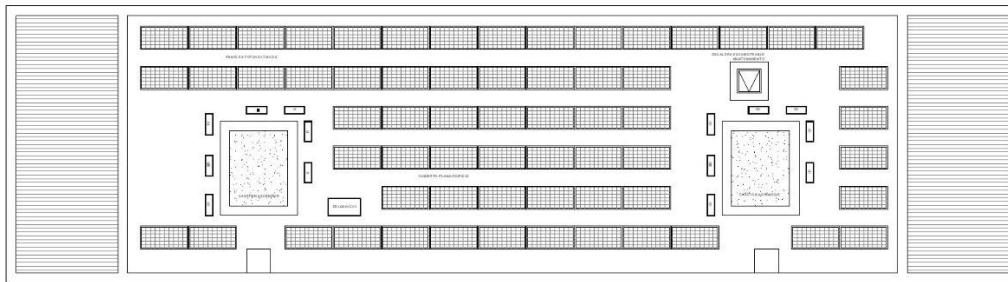
4.4. Planta Cuarta

En esta planta se establecen dos únicas viviendas, una por núcleo de comunicación vertical. Es por ello por lo que ambas se desarrollan en el espacio ocupado por dos viviendas de las plantas inferiores. Ambas son iguales y simétricas entre sí. El programa de estas viviendas es el siguiente: Vestíbulo de acceso de la vivienda con acceso directo al Baño 2 interior y al tendedero, al Dormitorio 1 principal, con vestidor y Baño 1 asociados y con ventanas a la fachada de la calle Mari Pepa Colomer, así como a un pasillo distribuidor con acceso al Baño 2 interior y a los Dormitorios 2, 3 y 4 todos dobles y con ventanas hacia la fachada interior del edificio (noreste).

***Planta Cuarta***

4.5. Cubierta Plana

La cubierta es plana no transitable. En ella se localizan los paneles fotovoltaicos del sistema de generación eléctrica para autoconsumo, los compresores individuales del sistema de aerotermia de cada vivienda, así como el compresor del sistema de aerotermia para la producción de ACS centralizada.

*Cubierta*

5. Alzados de la Vivienda Pasiva “Arroyo Fresno” en Madrid.

El edificio se configura como un objeto singular. Se define como un prisma contundente abierto por huecos de ventana de suelo a techo y cuya forma, en apariencia aleatoria, responde a un ancho de hueco de 80 cm y sus múltiplos para obtener ventanales mayores. Las fachadas plantean un equilibrio entre la necesidad de huecos de ventanas frente a un soleamiento y aislamiento condicionado por la posición del edificio poco favorable respecto al sol.

*Alzado Noreste (interior parcela)**Alzado Suroeste*



Alzado Suroeste



Alzado Noroeste

6. Secciones de la Vivienda Pasiva “Arroyo Fresno” en Madrid.

En las secciones se puede comprobar como el volumen edificatorio habitable se apoya sobre el soportal de planta baja, y vuela en su fachada longitudinal a la calle.



Sección Transversal 1

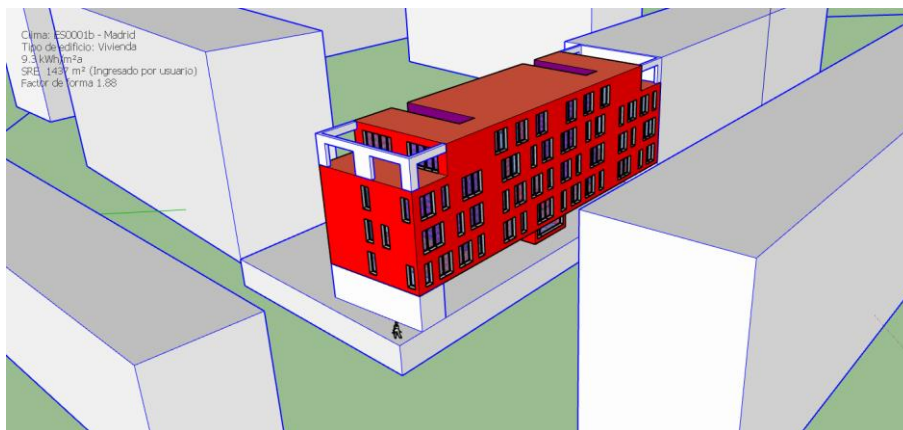
Dado un acimut tan desfavorable se decidió que la envolvente de todas las fachadas fuera idéntica sin dar un trato preferencial a la fachada sur. El volumen habitable, “flota” sobre el espacio porticado de planta baja y solamente se ve alterado en la zonas habitables en planta baja. (Coworking y aseos)



Sección Transversal 2

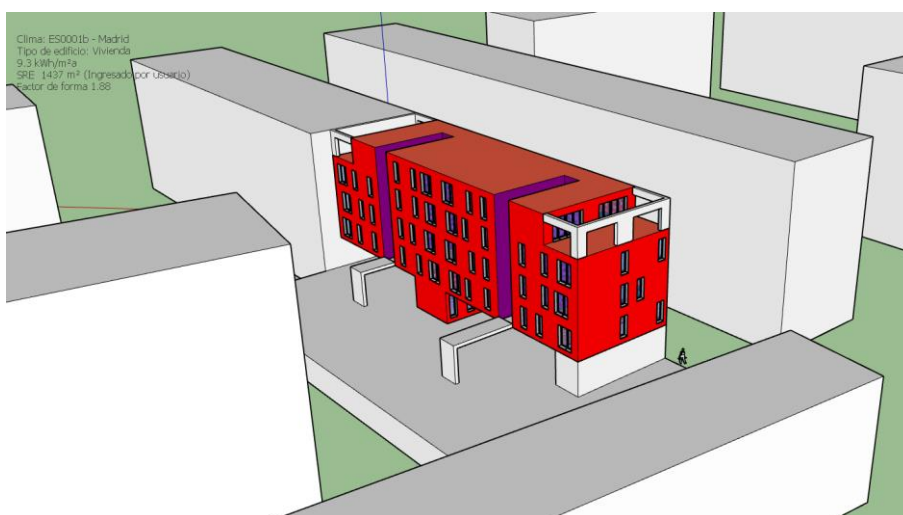
7. Detalles constructivos del Edificio “Arroyo Fresno” Passivhaus.

Todas las secciones de arquitectura tienen su paralelo en una sección constructiva completa lo que permite estudiar todos los encuentros singulares. El edificio cuenta con una estructura formada por una cimentación profunda mediante pilotes de hormigón armado, muros de contención del terreno de hormigón armado o mediante pantalla de pilotes de hormigón armado. Los pilares son de hormigón armado en planta de sótano y pilares metálicos en el resto de las plantas. Se usó losa de forjado de hormigón armado para suelo de planta baja y primera y forjado unidireccional con bovedillas cerámicas y viguetas pretensadas y vigas de hormigón armado para el resto de las plantas. La envolvente térmica contiene el volumen edificatorio de planta primera a cuarta, que contiene las viviendas, y el volumen en planta baja que contiene la sala de coworking y los aseos públicos. Debido a ello la cimentación no participa de la envolvente térmica.

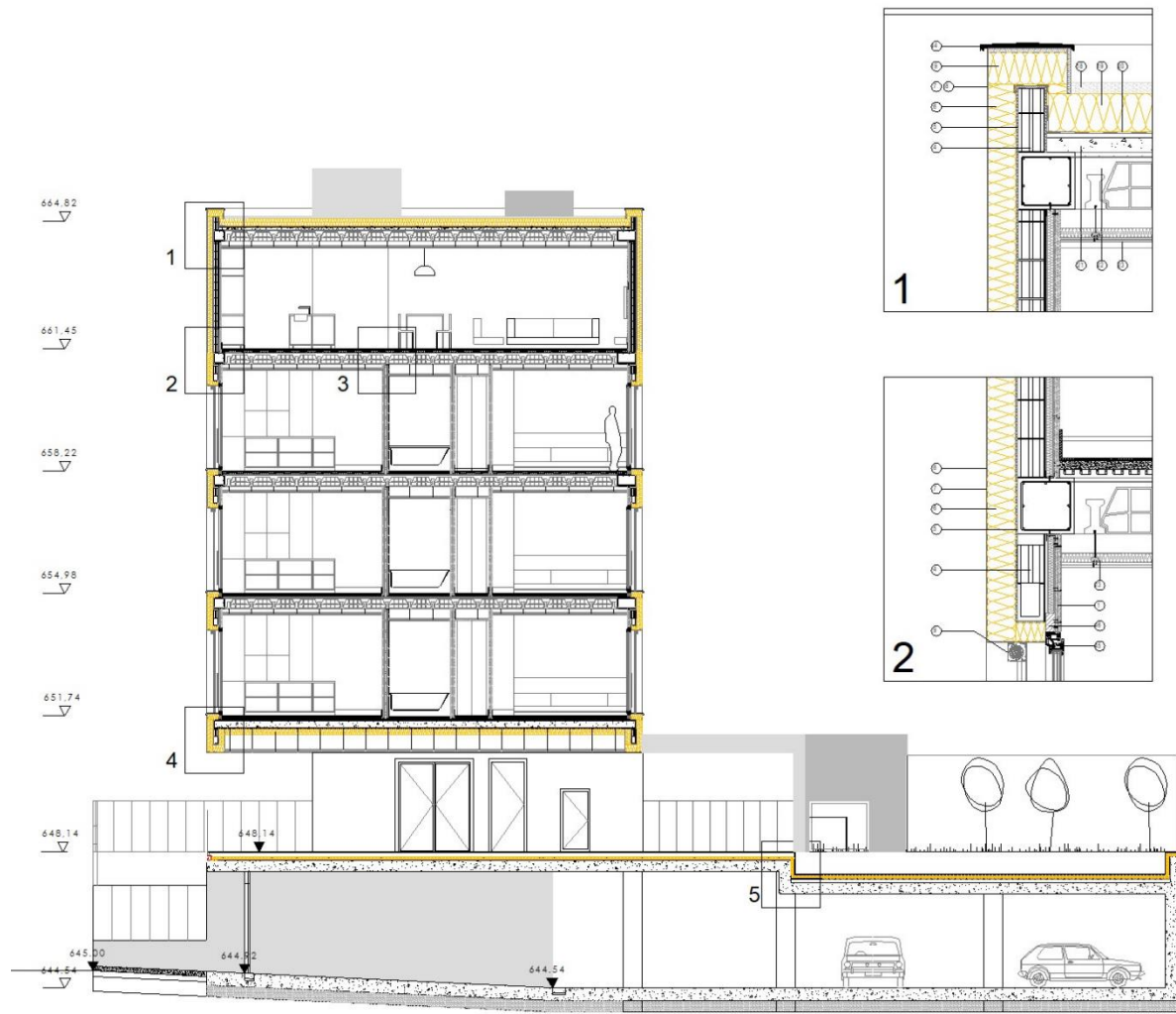


Fachadas noroeste y suroeste. Envolvente térmica.

La envolvente térmica la forman el suelo de planta baja en las salas habitables (coworking y aseos), sus fachadas, el techo de planta baja (forjado de planta primera), las fachadas principales del edificio en contacto con viviendas, las terrazas de planta cuarta y la cubierta no transitable. Los núcleos de comunicación vertical se consideran Zona X y al exterior mantienen el cerramiento tipo de fachada.

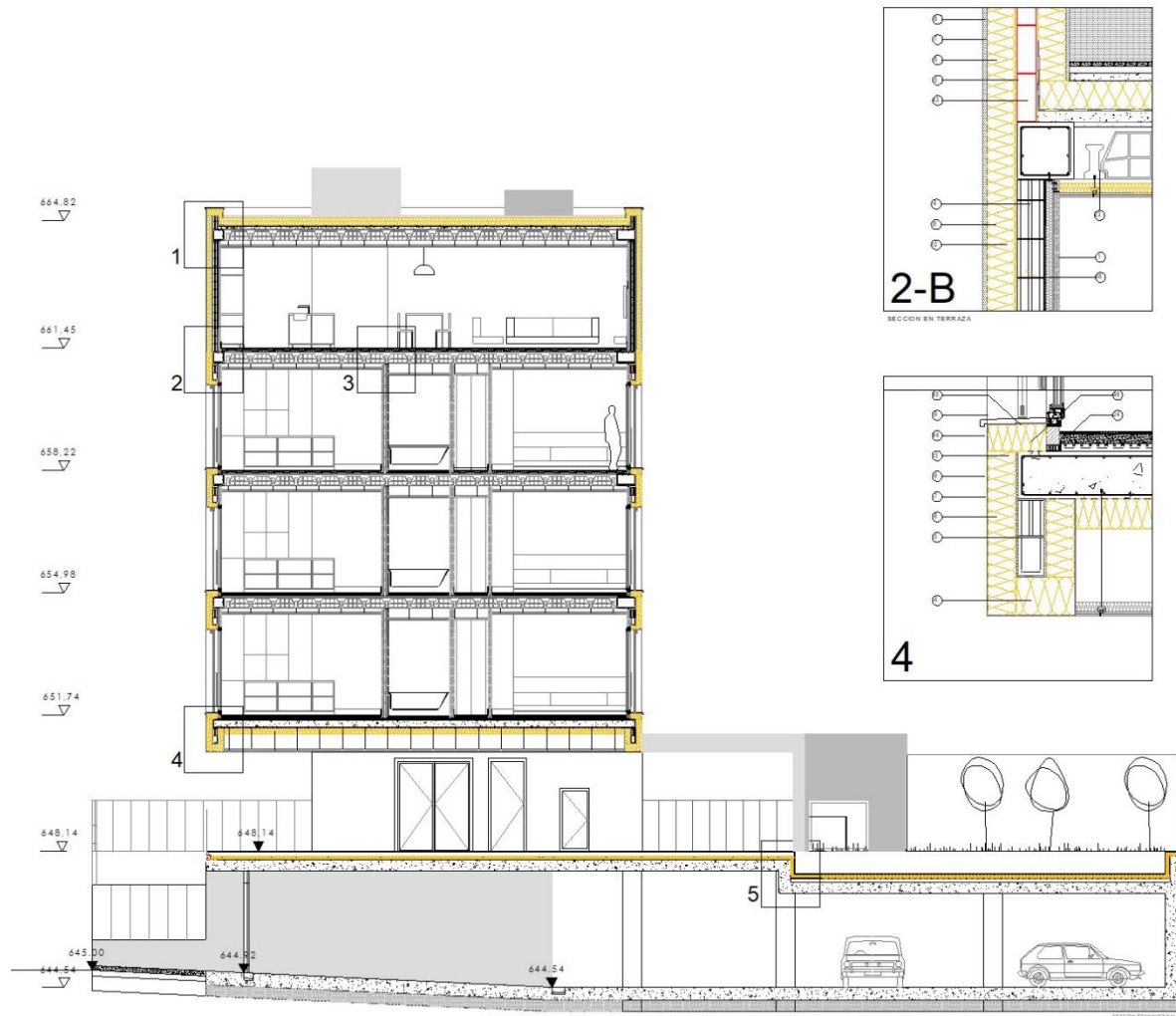


Fachadas noroeste y noreste. Envolvente térmica.



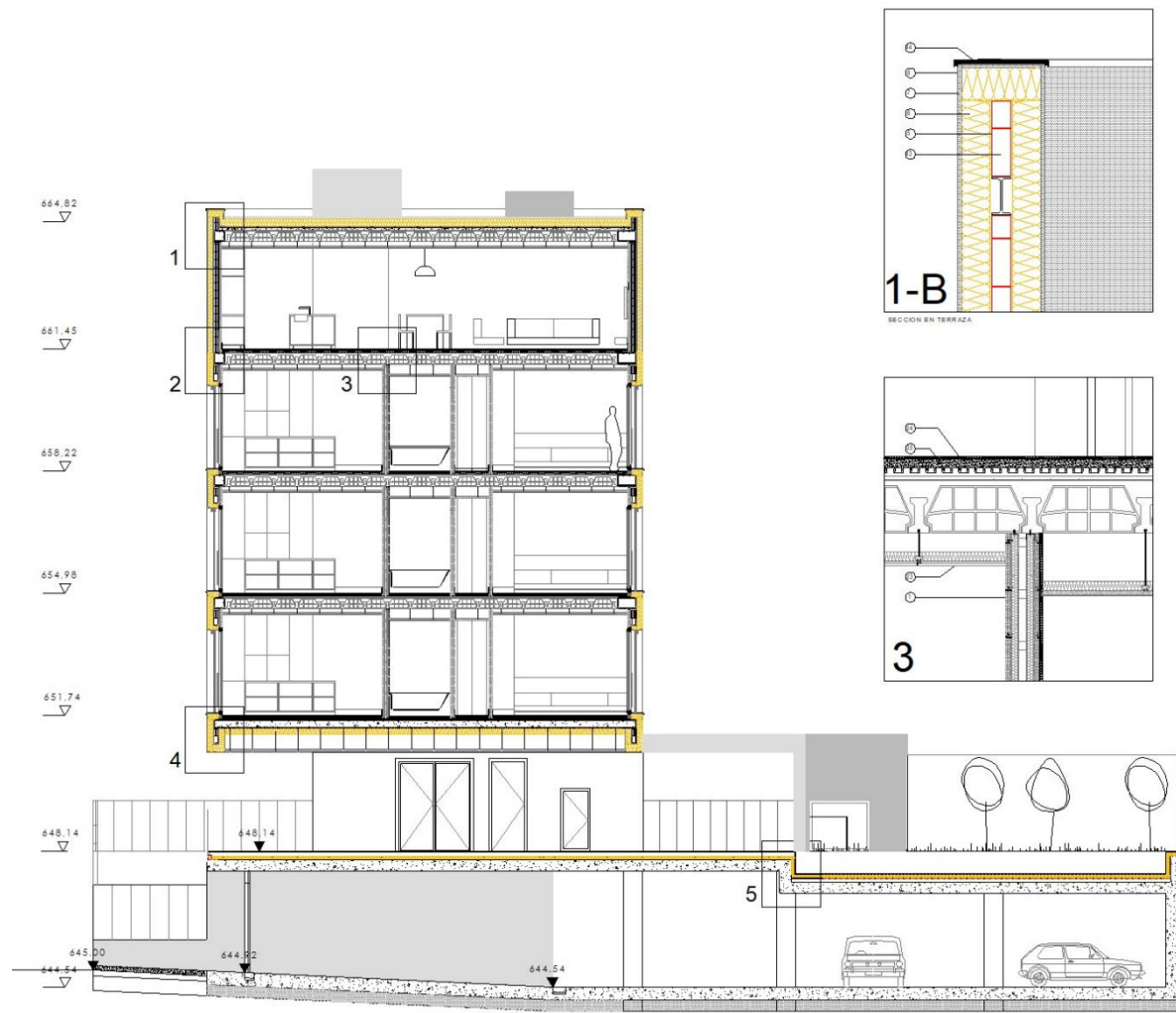
- 1- PLACAS DE YESO LAMINADO 2 X 15 mm. SIST. PLACO 78/48 400 $\lambda=0,25$ [W/mK]
- 2- EST. PORT. + LANA ROCA SUPRALINE e=40 mm. PLACO 78/48 400 $\lambda=0,038$ [W/mK]
- 3- GUARNECIDO DE YESO NEGRO e=10 mm. $\lambda=0,40$ [W/mK]
- 4- TERMOARCILLA DIMENSIONES 30 X 14 X 19,9 cm. $\lambda=0,284$ [W/mK]
- 5- ENFOSCADO CON MORTERO DE CEMENTO HIDRÓFUGO e=10 mm. $\lambda=0,1,40$ [W/mK]
- 6- EPS GRAFITADO STO TOP32. e=150 mm. $\lambda=0,032$ [W/mK]
- 7- REVESTIMIENTO MORTERO LIBRE DE CEMENTO STO ARMAT CLASSIC PLUS
- 8- REVESTIMIENTO EXTERIOR STOTHERM
- 9- PROTECCION SOLAR BANDALUX ZBOX
- 10- ANCLAJE AISLADO EJOT TRAWIK-SET L/M 150
- 11- BLOQUE HORMIGON CELULAR YTONG 62,5 X 25 X 30 cm. $\lambda=0,086$ [W/mK]
- 12- POLIESTIRENO EXPANDIDO. e=20 mm. $\lambda=0,038$ [W/mK]
- 13- PINTURA AL SILICATO MINERAL
- 14- MURO H. ARMADO. ESP. FORME PLANOS DE ESTRUCTURA $\lambda=2,5$ [W/mK]
- 15- LAMINA ASFALTICA AUTOADHESIVA TEXSELF 1,5 MM. SOBRE IMPRIM. ASFALTICA
- 16- MEMBRANA DRENANTE CON GEOTEXTIL DE POLIETILENO HDPE SISTEMA TEXSA
- 17- RELLENO EN VACIADO EXTERIOR MEDIANTE GRAVA DE RÍO
- 18- CANTO RODADO e(min)=6 CM. GRANULOMETRIA 16/32 MM
- 19- XPS EYFOS 500 e=20 CM. SOBRE GEOTEXTIL $\lambda=0,035$ [W/mK]
- 20- IMPERMEABILIZACION BICAPA ADHERIDA LBM-30-FV
- 21- FORMACIÓN P. H. CELULAR e(min.)=8 cm. CAPA SUP. MORT. e=2 cm. $\lambda=1,35$ [W/mK]
- 22- FORJADO UNIDIRECCIONAL ENTREVIGADO CERÁMICO e=30 cm. $\lambda=0,94$ [W/mK]
- 23- F. T. PLACO PRIMAPLUS + LANA DE ROCA BA13 + BA 13 + LM50 $\lambda=0,038$ [W/mK]
- 24- SOLADO PORCELÁNICO ESPESOR 1 CM ADHERIDO CON CEMENTO COLA S2

- 25- PLATÓN MORT. CEMENTO ALIGERADO e=3 CM. SOBRE GEOTEXTIL $\lambda=0,25$ [W/mK]
- 26- FORJADO LOSA HORMIGÓN ARMADO PLAN. ESTRUCTURA $\lambda=2,5$ [W/mK]
- 27- CAPA DE TIERRA VEGETAL
- 28- LAMINA DRENANTE DRENTX IMPACT 200 CON GEOTEXTIL SUPERIOR E INFERIOR
- 29- CAPA SEPARADORA GEOTEXTIL TEXSAM 700
- 30- LAMINA ANTIRRAICES LBM-40-FP
- 31- BARRERA DE VAPOR MEDIANTE LAMINA DE BETUN LA-30-FV
- 32- CINTA PRECOMPRESA ISOCHIEME ISO-BLOCO 600
- 33- LOSA HORMIGÓN ARMADO E=13CM SOBRE LAMINA SEPARADORA POLIPROPILENO
- 34- ENCACHADO Ø40/70 MM
- 35- S. RADIANTE POLYTHERM DINAMIC PLUS 22-45 PANEL EPS e= 4cm. $\lambda=0,044$ [W/mK]
- 36- FABRICA DE 1/2 PIE DE LADRILLO TOSCO PERFORADO
- 37- PLACAS DE YESO LAMINADO BA 2 X 12,5 MM. SIST. PLACO 98/48 400
- 38- EST.+ LANA DE ROCA SUPRALINE 40 MM. SISTEMA PLACO 98/48 400
- 39- ALICATADO PORCEL. RECTIF. E= 1 CM. ADHERIDO CEMENTO COLA S2
- 40- AISLAMIENTO TERMICO XPS EYFOS 500 E=8 CM. SOBRE GEOTEXTIL
- 41-ENFOSCADO CON MORTERO DE CEMENTO HIDROFUGO + PINTURA PLASTICA
- 42- FABRICA DE LADRILLO PERFORADO 9cm.
- 43- BLOQUE HORMIGÓN CELULAR YTONG 62,5 X 25 X 10 CM $\lambda=0,25$ [W/mK]
- 44- VIERTEAGUAS PIEDRA ARTIFICIAL POLÍMERO
- 45- CARPINTERIA KÖMMERLING MD 76 Uf=1,20 [W/m²K]
- 46- PRECERCO MADERA DE PINO $\lambda=0,13$ [W/mK]
- 47- PINTURA EXPOXI DOS CAPAS GARAJE SOBRE SUPERFICIE FRATASADA



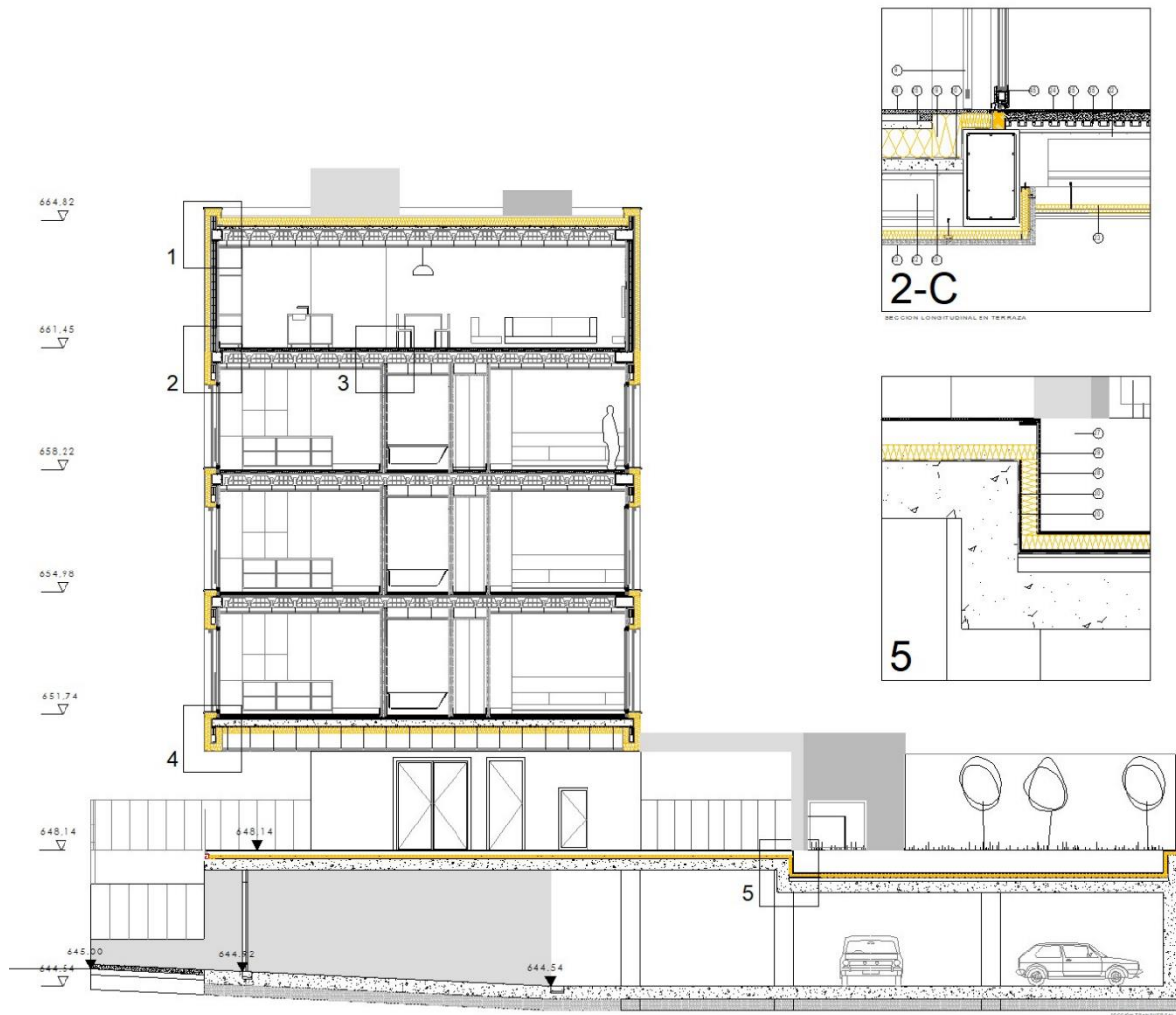
- 1- PLACAS DE YESO LAMINADO 2 X 15 mm. SIST. PLACO 78/48 400 $\lambda=0,25$ [W/mK]
- 2- EST. PORT. + LANA ROCA SUPRALINE e=40 mm. PLACO 78/48 400 $\lambda=0,038$ [W/mK]
- 3- GUARNECIDO DE YESO NEGRO e=10 mm. $\lambda=0,40$ [W/mK]
- 4- TERMOARCILLA DIMENSIONES 30 X 14 X 19,9 cm. $\lambda=0,284$ [W/mK]
- 5- ENFOSCADO CON MORTERO DE CEMENTO HIDROFUGO e=10 mm. $\lambda=0,1,40$ [W/mK]
- 6- EPS GRAFITADO STO TOP32. e=150 mm. $\lambda=0,032$ [W/mK]
- 7- REVESTIMIENTO MORTERO LIBRE DE CEMENTO STO ARMAT CLASSIC PLUS
- 8- REVESTIMIENTO EXTERIOR STOTHERM
- 9- PROTECCION SOLAR BANDALUX ZBOX
- 10- ANCLAJE AISLADO EJOT TRAWIK-SET L/M 150
- 11- BLOQUE HORMIGON CELULAR YTONG 62,5 X 25 X 30 cm. $\lambda=0,086$ [W/mK]
- 12- POLIESTIRENO EXPANDIDO. e=20 mm. $\lambda=0,038$ [W/mK]
- 13- PINTURA AL SILICATO MINERAL
- 14- MURO H. ARMADO. ESP. CONFORME PLANOS DE ESTRUCTURA $\lambda=2,5$ [W/mK]
- 15- LAMINA ASFALTICA AUTOADHESIVA TEXSELF 1,5 MM. SOBRE IMPRIM. ASFALTICA
- 16- MEMBRANA DRENANTE CON GEOTEXTIL DE POLIETILENO HDPE SISTEMA TEXSA
- 17- RELLENO EN VACIADO EXTERIOR MEDIANTE GRAVA DE RÍO
- 18- CANTO RODADO e(min)=6 CM. GRANULOMETRIA 16/32 MM
- 19- XPS EYFOS 500 e=20 CM. SOBRE GEOTEXTIL $\lambda=0,035$ [W/mK]
- 20- IMPERMEABILIZACION BICAPA ADHERIDA LBM-30-FV
- 21- FORMACIÓN P. H. CELULAR e(min.)=8 cm. CAPA SUP. MORT. e=2 cm. $\lambda=1,35$ [W/mK]
- 22- FORJADO UNIDIRECCIONAL ENTREVIGADO CERÁMICO e=30 cm. $\lambda=0,94$ [W/mK]
- 23- F. T. PLACO PRIMAPLUS + LANA DE ROCA BA13 + BA 13 + LM50 $\lambda=0,038$ [W/mK]
- 24- SOLADO PORCELÁNICO ESPESOR 1 CM ADHERIDO CON CEMENTO COLA S2

- 25- PLATÓN MORT. CEMENTO ALIGERADO e=3 CM. SOBRE GEOTEXTIL $\lambda=0,25$ [W/mK]
- 26- FORJADO LOSA HORMIGÓN ARMADO PLAN. ESTRUCTURA $\lambda=2,5$ [W/mK]
- 27- CAPA DE TIERRA VEGETAL
- 28- LAMINA DRENANTE DRENTX IMPACT 200 CON GEOTEXTIL SUPERIOR E INFERIOR
- 29- CAPA SEPARADORA GEOTEXTIL TEXSAM 700
- 30- LAMINA ANTIRRAICES LBM-40-FP
- 31- BARRERA DE VAPOR MEDIANTE LAMINA DE BETUN LA-30-FV
- 32- CINTA PRECOMPRESIDA ISOCHÉMIE ISO-BLOCO 600
- 33- LOSA HORMIGON ARMADO E=13CM SOBRE LAMINA SEPARADORA POLIPROPILENO
- 34- ENCACHADO Ø40/70 MM
- 35- S. RADIANTE POLYTHERM DINAMIC PLUS 22-45 PANEL EPS e= 4cm. $\lambda=0,044$ [W/mK]
- 36- FABRICA DE 1/2 PIE DE LADRILLO TOSCO PERFORADO
- 37- PLACAS DE YESO LAMINADO BA 2 X 12,5 MM. SIST. PLACO 98/48 400
- 38- EST.+ LANA DE ROCA SUPRALINE 40 MM. SISTEMA PLACO 98/48 400
- 39- ALICATADO PORCEL. RECTIF. E= 1 CM. ADHERIDO CEMENTO COLA S2
- 40- AISLAMIENTO TERMICO XPS EYFOS 500 E=8 CM. SOBRE GEOTEXTIL
- 41- ENFOSCADO CON MORTERO DE CEMENTO HIDROFUGO + PINTURA PLASTICA
- 42- FABRICA DE LADRILLO PERFORADO 9cm.
- 43- BLOQUE HORMIGÓN CELULAR YTONG 62,5 X 25 X 10 CM $\lambda=0,25$ [W/mK]
- 44- VIERTEAGUAS PIEDRA ARTIFICIAL POLÍMERO
- 45- CARPINTERIA KÖMMERLING MD 76 Uf=1,20 [W/m²K]
- 46- PRECERCO MADERA DE PINO $\lambda=0,13$ [W/mK]
- 47- PINTURA EXPOXI DOS CAPAS GARAJE SOBRE SUPERFICIE FRATASADA



- 1- PLACAS DE YESO LAMINADO 2 X 15 mm. SIST. PLACO 78/48 400 $\lambda=0,25$ [W/mK]
- 2- EST. PORT. + LANA ROCA SUPRALINE e=40 mm. PLACO 78/48 400 $\lambda=0,038$ [W/mK]
- 3- GUARNECIDO DE YESO NEGRO e=10 mm. $\lambda=0,40$ [W/mK]
- 4- TERMOARCILLA DIMENSIONES 30 X 14 X 19,9 cm. $\lambda=0,284$ [W/mK]
- 5- ENFOSCADO CON MORTERO DE CEMENTO HIDRÓFUGO e=10 mm. $\lambda=0,1,40$ [W/mK]
- 6- EPS GRAFITADO STO TOP32. e=150 mm. $\lambda=0,032$ [W/mK]
- 7- REVESTIMIENTO MORTERO LIBRE DE CEMENTO STO ARMAT CLASSIC PLUS
- 8- REVESTIMIENTO EXTERIOR STOTHERM
- 9- PROTECCION SOLAR BANDALUX ZBOX
- 10- ANCLAJE AISLADO EJOT TRAWIK-SET L/M 150
- 11- BLOQUE HORMIGON CELULAR YTONG 62,5 X 25 X 30 cm. $\lambda=0,086$ [W/mK]
- 12- POLIESTIRENO EXPANDIDO. e=20 mm. $\lambda=0,038$ [W/mK]
- 13- PINTURA AL SILICATO MINERAL
- 14- MURO H. ARMADO. ESP. CONFORME PLANOS DE ESTRUCTURA $\lambda=2,5$ [W/mK]
- 15- LAMINA ASFALTICA AUTOADHESIVA TEXSELF 1,5 MM. SOBRE IMPRIM. ASFALTICA
- 16- MEMBRANA DRENANTE CON GEOTEXTIL DE POLIETILENO HDPE SISTEMA TEXSA
- 17- RELLENO EN VACIADO EXTERIOR MEDIANTE GRAVA DE RÍO
- 18- CANTO RODADO e(min)=6 CM. GRANULOMETRIA 16/32 MM
- 19- XPS EYFOS 500 e=20 CM. SOBRE GEOTEXTIL $\lambda=0,035$ [W/mK]
- 20- IMPERMEABILIZACION BICAPA ADHERIDA LBM-30-FV
- 21- FORMACIÓN P. H. CELULAR e(min)=8 cm. CAPA SUP. MORT. e=2 cm. $\lambda=1,35$ [W/mK]
- 22- FORJADO UNIDIRECCIONAL ENTREVIGADO CERÁMICO e=30 cm. $\lambda=0,94$ [W/mK]
- 23- F. T. PLACO PRIMAPLUS + LANA DE ROCA BA13 + BA 13 + LM50 $\lambda=0,038$ [W/mK]
- 24- SOLADO PORCELÁNICO ESPESOR 1 CM ADHERIDO CON CEMENTO COLA S2

- 25- PLATÓN MORT. CEMENTO ALIGERADO e=3 CM. SOBRE GEOTEXTIL $\lambda=0,25$ [W/mK]
- 26- FORJADO LOSA HORMIGÓN ARMADO PLAN. ESTRUCTURA $\lambda=2,5$ [W/mK]
- 27- CAPA DE TIERRA VEGETAL
- 28- LAMINA DRENANTE DRENTX IMPACT 200 CON GEOTEXTIL SUPERIOR E INFERIOR
- 29- CAPA SEPARADORA GEOTEXTIL TEXSAM 700
- 30- LAMINA ANTIRRAICES LBM-40-FP
- 31- BARRERA DE VAPOR MEDIANTE LAMINA DE BETUN LA-30-FV
- 32- CINTA PRECOMPRESA ISOCHIEIE ISO-BLOCO 600
- 33- LOSA HORMIGON ARMADO E=13CM SOBRE LAMINA SEPARADORA POLIPROPILENO
- 34- ENCACHADO Ø40/70 MM
- 35- S. RADIANTE POLYTHERM DINAMIC PLUS 22-45 PANEL EPS e= 4cm. $\lambda=0,044$ [W/mK]
- 36- FABRICA DE 1/2 PIE DE LADRILLO TOSCO PERFORADO
- 37- PLACAS DE YESO LAMINADO BA 2 X 12,5 MM. SIST. PLACO 98/48 400
- 38- EST.+ LANA DE ROCA SUPRALINE 40 MM. SISTEMA PLACO 98/48 400
- 39- ALICATADO PORCEL. RECTIF. E= 1 CM. ADHERIDO CEMENTO COLA S2
- 40- AISLAMIENTO TERMICO XPS EYFOS 500 E=8 CM. SOBRE GEOTEXTIL
- 41-ENFOSCADO CON MORTERO DE CEMENTO HIDROFUGO + PINTURA PLASTICA
- 42- FABRICA DE LADRILLO PERFORADO 9cm.
- 43- BLOQUE HORMIGÓN CELULAR YTONG 62,5 X 25 X 10 CM $\lambda=0,25$ [W/mK]
- 44- VIERTEAGUAS PIEDRA ARTIFICIAL POLÍMERO
- 45- CARPINTERIA KÖMMERLING MD 76 Uf=1,20 [W/m²K]
- 46- PRECERCO MADERA DE PINO $\lambda=0,13$ [W/mK]
- 47- PINTURA EXPOXI DOS CAPAS GARAJE SOBRE SUPERFICIE FRATASADA



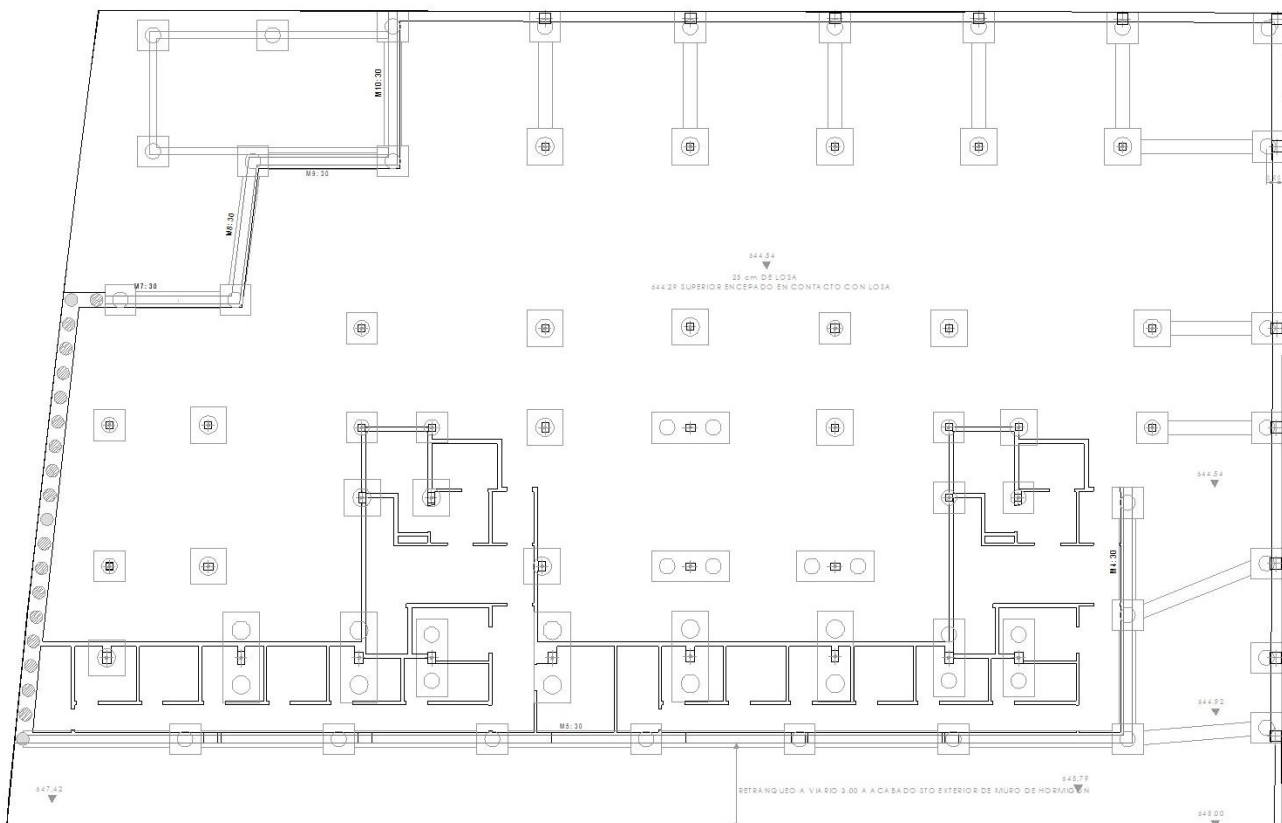
1- PLACAS DE YESO LAMINADO 2 X 15 mm. SIST. PLACO 78/48 400 $\lambda=0,25$ [W/mK]
 2- EST. PORT. + LANA ROCA SUPRALINE e=40 mm. PLACO 78/48 400 $\lambda=0,038$ [W/mK]
 3- GUARNECIDO DE YESO NEGRO e=10 mm. $\lambda=0,40$ [W/mK]
 4- TERMOARCILLA DIMENSIONES 30 X 14 X 19,9 cm. $\lambda=0,284$ [W/mK]
 5- ENFOSCADO CON MORTERO DE CEMENTO HIDRÓFUGO e=10 mm. $\lambda=0,1,40$ [W/mK]
 6- EPS GRAFITADO STO TOP32. e=150 mm. $\lambda=0,032$ [W/mK]
 7- REVESTIMIENTO MORTERO LIBRE DE CEMENTO STO ARMAT CLASSIC PLUS
 8- REVESTIMIENTO EXTERIOR STOTHERM
 9- PROTECCION SOLAR BANDALUX ZBOX
 10- ANCLAJE AISLADO EJOT TRAWIK-SET L/M 150
 11- BLOQUE HORMIGON CELULAR YTONG 62,5 X 25 X 30 cm. $\lambda=0,086$ [W/mK]
 12- POLIESTIRENO EXPANDIDO. e=20 mm. $\lambda=0,038$ [W/mK]
 13- PINTURA AL SILICATO MINERAL
 14- MURO H. ARMADO. ESP. CONFORME PLANOS DE ESTRUCTURA $\lambda=2,5$ [W/mK]
 15- LAMINA ASFALTICA AUTOADHESIVA TEXSELF 1,5 MM. SOBRE IMPRIM. ASFALTICA
 16- MEMBRANA DRENANTE CON GEOTEXTIL DE POLIETILENO HDPE SISTEMA TEXSA
 17- RELLENO EN VACIADO EXTERIOR MEDIANTE GRAVA DE RÍO
 18- CANTO RODADO e(min)=6 CM. GRANULOMETRIA 16/32 MM
 19- XPS EFYOS 500 e=20 CM. SOBRE GEOTEXTIL $\lambda=0,035$ [W/mK]
 20- IMPERMEABILIZACION BICAPA ADHERIDA LBM-30-FV
 21- FORMACIÓN P. H. CELULAR e(min)=8 cm. CAPA SUP. MORT. e=2 cm. $\lambda=1,35$ [W/mK]
 22- FORJADO UNIDIRECCIONAL ENTREVIGADO CERÁMICO e=30 cm. $\lambda=0,94$ [W/mK]
 23- F. T. PLACO PRIMAPLUS + LANA DE ROCA BA13 + BA 13 + LM50 $\lambda=0,038$ [W/mK]
 24- SOLADO PORCELÁNICO ESPESOR 1 CM ADHERIDO CON CEMENTO COLA S2

25- PLATÓN MORT. CEMENTO ALIGERADO e=3 CM. SOBRE GEOTEXTIL $\lambda=0,25$ [W/mK]
 26- FORJADO LOSA HORMIGÓN ARMADO PLAN. ESTRUCTURA $\lambda=2,5$ [W/mK]
 27- CAPA DE TIERRA VEGETAL
 28- LAMINA DRENANTE DRENTX IMPACT 200 CON GEOTEXTIL SUPERIOR E INFERIOR
 29- CAPA SEPARADORA GEOTEXTIL TEXSAM 700
 30- LAMINA ANTIRRAICES LBM-40-FP
 31- BARRERA DE VAPOR MEDIANTE LAMINA DE BETUN LA-30-FV
 32- CINTA PRECOMPRESIDA ISOCHÉMIE ISO-BLOCO 600
 33- LOSA HORMIGON ARMADO E=13CM SOBRE LAMINA SEPARADORA POLIPROPILENO
 34- ENCACHADO Ø40/70 MM
 35- S. RADIANTE POLYTHERM DINAMIC PLUS 22-45 PANEL EPS e= 4cm. $\lambda=0,044$ [W/mK]
 36- FABRICA DE 1/2 PIE DE LADRILLO TOSCO PERFORADO
 37- PLACAS DE YESO LAMINADO BA 2 X 12,5 MM. SIST. PLACO 98/48 400
 38- EST. + LANA DE ROCA SUPRALINE 40 MM. SISTEMA PLACO 98/48 400
 39- ALICATADO PORCEL. RECTIF. E= 1 CM. ADHERIDO CEMENTO COLA S2
 40- AISLAMIENTO TERMICO XPS EFYOS 500 E=8 CM. SOBRE GEOTEXTIL
 41- ENFOSCADO CON MORTERO DE CEMENTO HIDRÓFUGO + PINTURA PLASTICA
 42- FABRICA DE LADRILLO PERFORADO 9cm.
 43- BLOQUE HORMIGÓN CELULAR YTONG 62,5 X 25 X 10 CM $\lambda=0,25$ [W/mK]
 44- VIERTAGUAS PIEDRA ARTIFICIAL POLÍMERO
 45- CARPINTERIA KÖMMERLING MD 76 Uf=1,20 [W/m²K]
 46- PRECERCO MADERA DE PINO $\lambda=0,13$ [W/mK]
 47- PINTURA EXPOXI DOS CAPAS GARAJE SOBRE SUPERFICIE FRATASADA

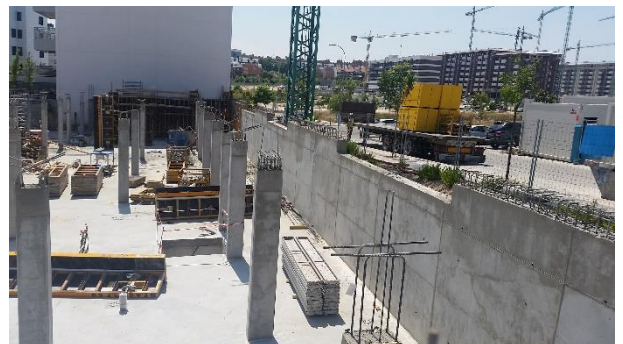
8. Detalles constructivos de la envolvente y tecnología pasiva del edificio “Arroyo Fresno” Passivhaus en Madrid.

8.1. Cimentación y Muros en contacto con el terreno

El forjado que cubre esta planta sótano se realizó mediante losa de hormigón armado. Esta losa soporta las zonas libres de parcela ajardinadas y los soportales, espacios cubiertos por el volumen edificado de viviendas. Por motivos de comportamiento estructural frente a dilataciones se aisló la cara superior de esta losa con la finalidad de evitar una junta de dilatación estructural que habría implicado la realización de doble línea de pilares.

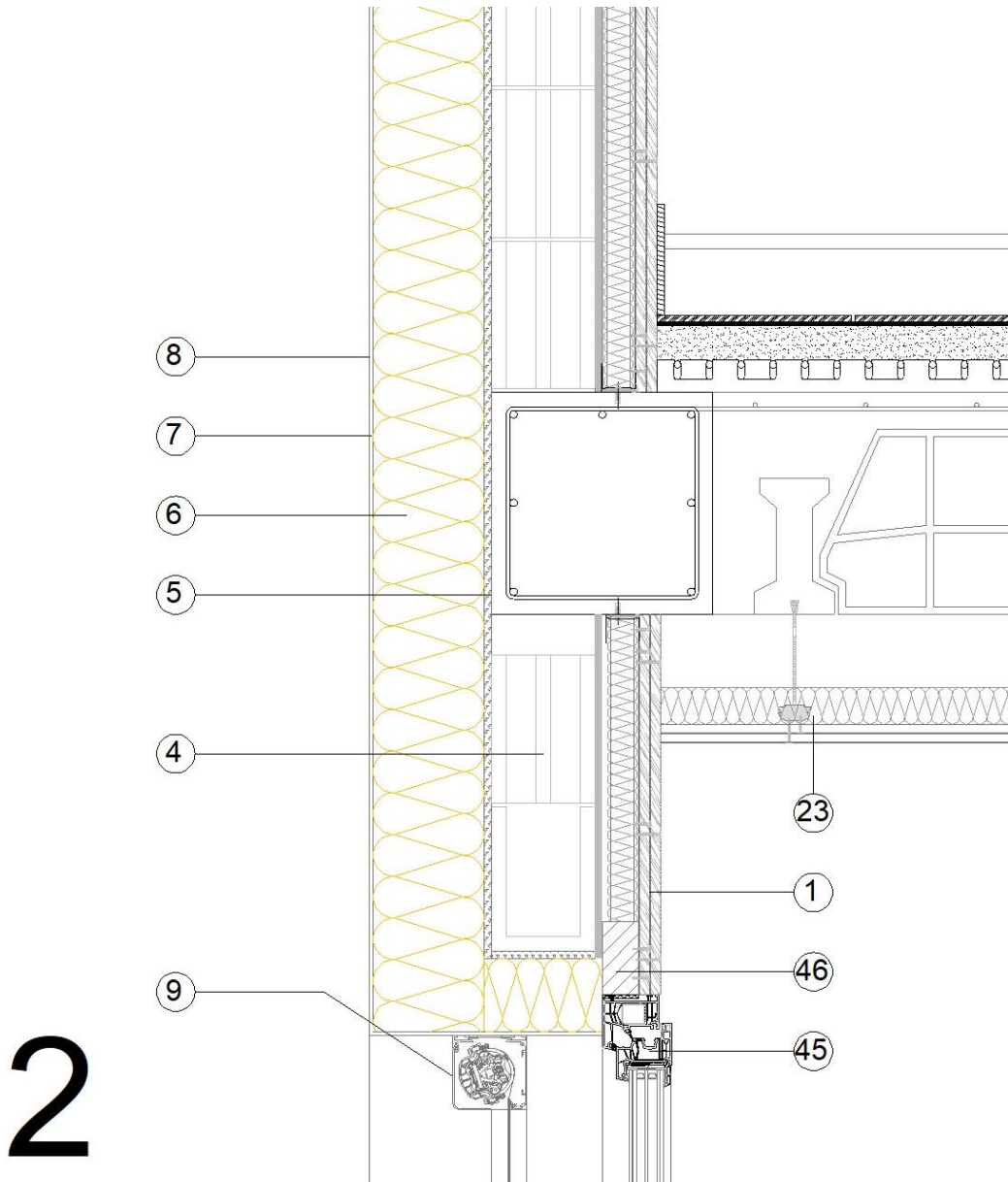


Plano de cimentación.



8.2. Fachadas

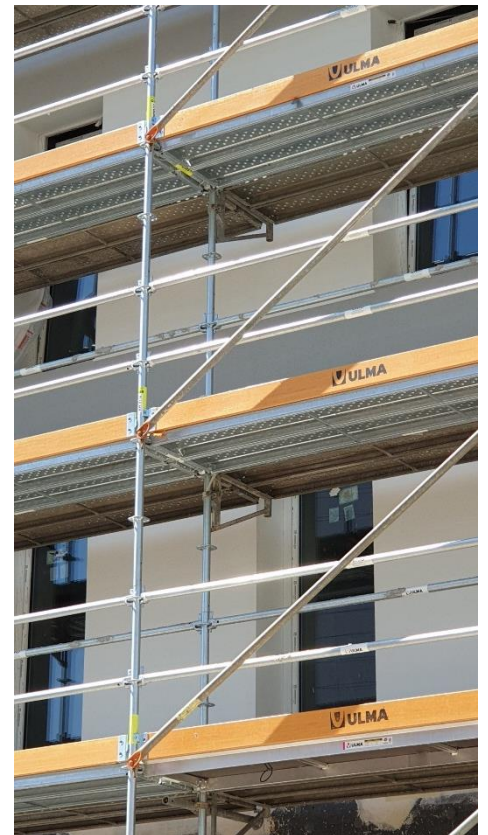
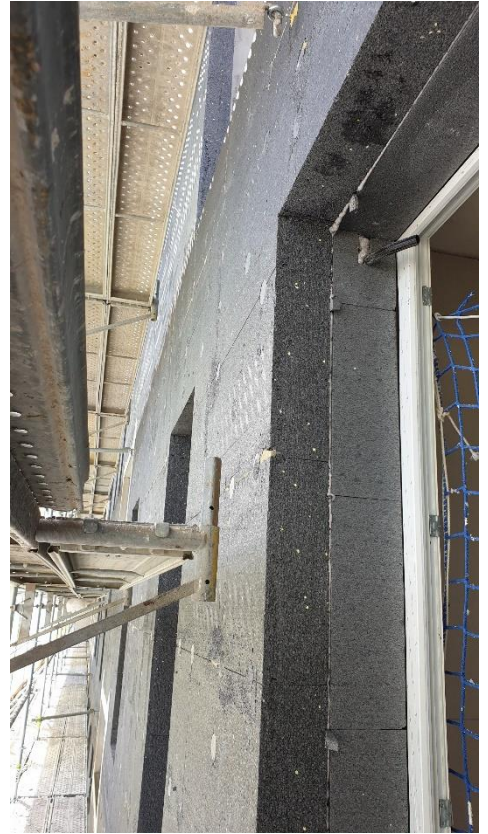
Fachada formada por una fábrica de bloques de termoarcilla con sistema de aislamiento térmico exterior formado por paneles EPS grafitados con revestimiento propio del SATE, mortero libre de cemento del sistema StoTherm del fabricante STO. Al interior de la fábrica de bloques de termoarcilla se logra la hermeticidad mediante guarnecido de yeso y trasdosado con sistema de paneles de yeso laminado con aislamiento térmico acústico de lana de roca



1- PLACAS DE YESO LAMINADO 2 X 15 mm. SIST. PLACO 78/48 400 $\lambda=0,25$ [W/mK] **4-** TERMOARCILLA DIMENSIONES 30 X 14 X 19,9 cm. $\lambda=0,284$ [W/mK] **5-** ENFOSCADO CON MORTERO DE CEMENTO HIDRÓFUGO e=10 mm. $\lambda=0,1,40$ [W/mK] **6-** EPS GRAFITADO STO TOP32. e=150 mm. $\lambda=0,032$ [W/mK] **7-** REVESTIMIENTO MORTERO LIBRE DE CEMENTO STO ARMAT CLASSIC PLUS **8-** REVESTIMIENTO EXTERIOR STOTHERM **9-** PROTECCION SOLAR BANDALUX ZBOX **23-** F. T. PLACO PRIMAPLUS + LANA DE ROCA BA13 + BA 13 + LM50 $\lambda=0,038$ [W/mK] **45-** CARPINTERIA KÖMMERLING MD 76 $U_f=1,20$ [W/m²K] **46-** PRECERCO MADERA DE PINO $\lambda=0,13$ [W/mK]

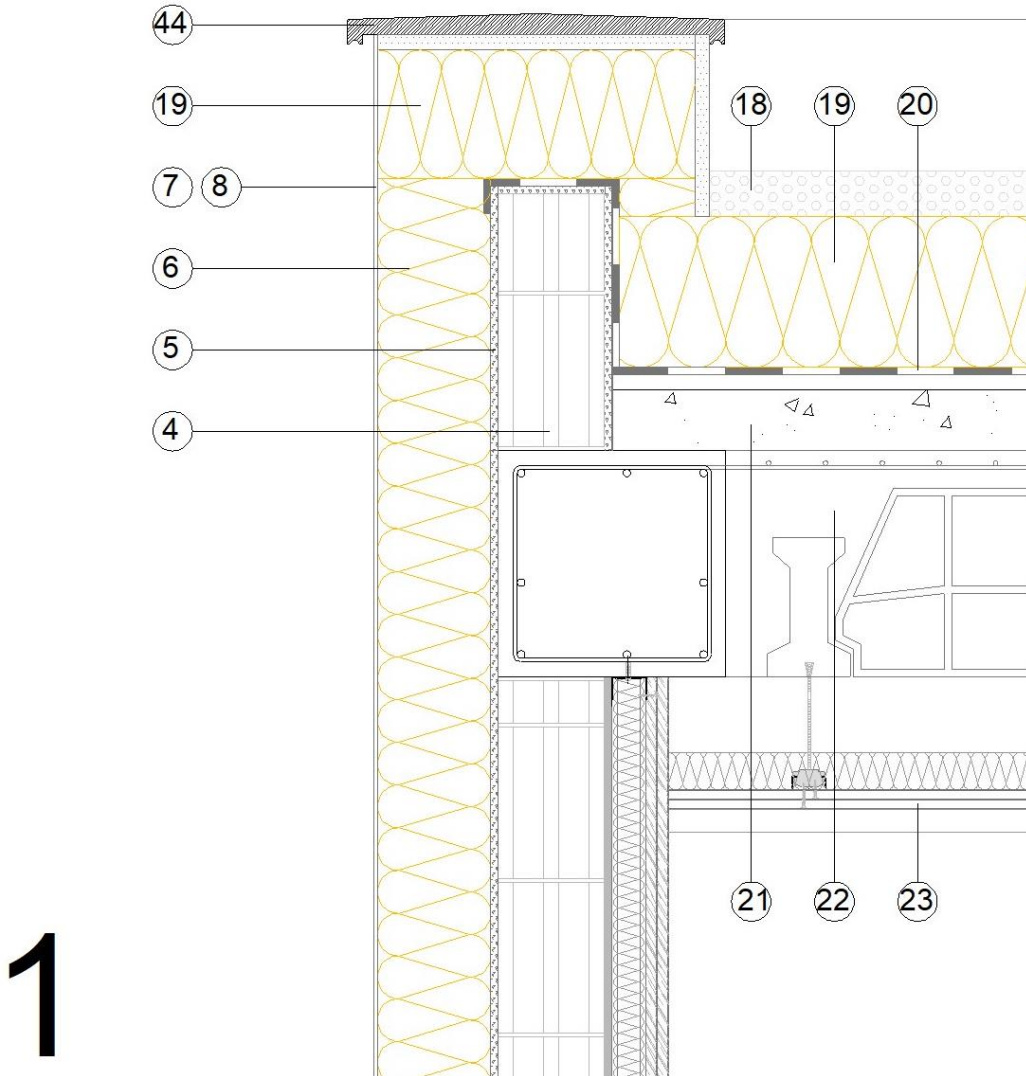
Nr. elem. cons.	Denominación de elemento constructivo		¿Aislamiento interior?			
01ud	Tipo 1 Fachada					
Resistencia térmica superficial [m²K/W]						
Inclinación del elemento	0,13	interior R _{se}	0,13			
Adyacente a:	0,04	exterior R _{se}	0,04			
Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]
Trasdosado Placo	0,250					30
+ Supraline	0,038	Perfiles Acero	50,000			20
Guarnecido de Yeso	0,800					10
Termoarcilla	0,284					140
Enfoscado Hidrófugo	0,144					10
Adhesivo+EPS	0,032					150
STO Therm						
Revestimiento		No computa				
STO Armat						
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total
100%		0,3%				36,0 cm
Suplemento al valor-U		0,03 W/(m²K)		Valor-U:		0,202 W/(m²K)





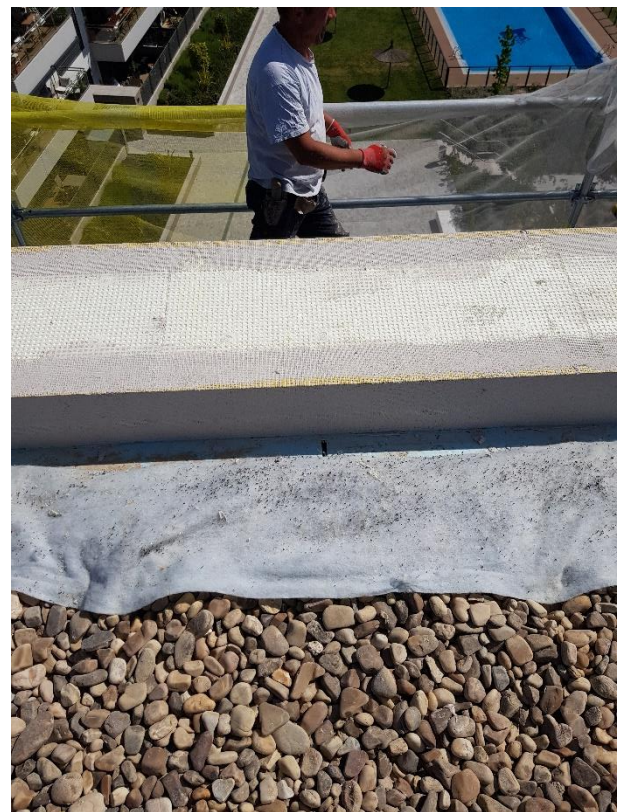
8.4. Cubiertas

Cubierta Plana No Transitable en configuración invertida, formada por una lámina portante mediante forjado unidireccional de viguetas prefabricadas de hormigón armado y bovedillas cerámicas que descansan sobre las vigas de la estructura del edificio de hormigón armado. Sobre el forjado se dispone mortero de pendientes, impermeabilización asfáltica adherida bicapa de 4kg., aislamiento térmico mediante paneles XPS EFYOS 500 de 20 cm de espesor y protección pesada mediante uso de grava. En la cara inferior del forjado se dispone un falso techo de Placa de Yeso Laminar de 15 mm de espesor, con lana de roca mineral de 5 mm. de espesor.

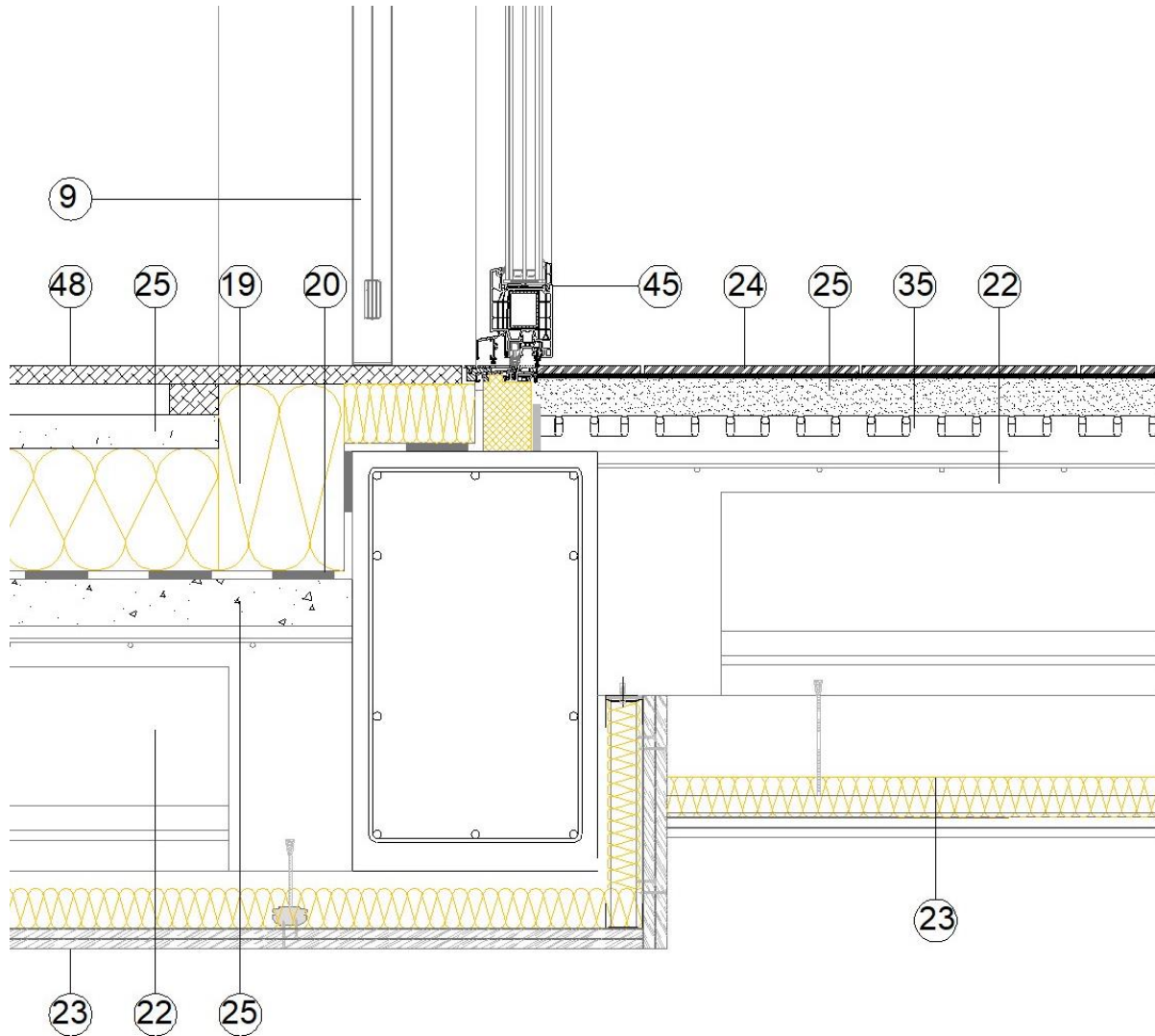


4- TERMOARCILLA DIMESIONES 30 X 14 X 19,9 cm. $\lambda=0,284$ [W/mK] **5-** ENFOSCADO CON MORTERO DE CEMENTO HIDRÓFUGO e=10 mm. $\lambda=0,1,40$ [W/mK] **6-** EPS GRAFITADO STO TOP32. e=150 mm. $\lambda=0,032$ [W/mK] **7-** REVESTIMIENTO MORTERO LIBRE DE CEMENTO STO ARMAT CLASSIC PLUS **8-** REVESTIMIENTO EXTERIOR STOTHERM **9-** PROTECCION SOLAR BANDALUX ZBOX **18-** CANTO RODADO e(min)=6 CM. GRANULOMETRIA 16/32 MM **19-** XPS EYFOS 500 e=20 CM. SOBRE GEOTEXTIL $\lambda=0,035$ [W/mK] **20-** IMPERMEABILIZACION BICAPA ADHERIDA LBM-30-FV **21-** FORMACIÓN P. H. CELULAR e(min.)=8 cm. CAPA SUP. MORT. e=2 cm. $\lambda=1,35$ [W/mK] **22-** FORJADO UNIDIRECCIONAL ENTREVIGADO CERÁMICO e=30 cm. $\lambda=0,94$ [W/mK] **23-** F. T. PLACO PRIMAPLUS + LANA DE ROCA BA13 + BA 13 + LM50 $\lambda=0,038$ [W/mK] **44-** VIERTEAGUAS PIEDRA ARTIFICIAL POLÍMERO.





Cubierta Plana Transitable en configuración invertida, formada por una lámina portante mediante forjado unidireccional de viguetas prefabricadas de hormigón armado y bovedillas cerámicas que descansan sobre las vigas de la estructura del edificio de hormigón armado. Sobre el forjado se dispone mortero de pendientes, impermeabilización asfáltica adherida bicapa de 4kg., aislamiento térmico mediante paneles XPS EFYOS 500 de 20 cm de espesor y protección pesada mediante mortero plastón acabado con solado flotante de madera tecnológica para exterior. En la cara inferior del forjado se dispone una cámara de aire de altura variable cerrada en horizontal por un falso techo de Placa de Yeso Laminar de 15 mm de espesor con lana de roca mineral de 5 mm. de espesor.



2-C

9- PROTECCION SOLAR BANDALUX ZBOX **19-** XPS EYFOS 500 e=20 CM. SOBRE GEOTEXTIL $\lambda=0,035$ [W/mK] **20-** IMPERMEABILIZACION BICAPA ADHERIDA LBM-30-FV **22-** FORJADO UNIDIRECCIONAL ENTREVIGADO CERÁMICO e=30 cm. $\lambda=0,94$ [W/mK] **23-** F. T. PLACO PRIMAPLUS + LANA DE ROCA BA13 + BA 13 + LM50 $\lambda=0,038$ [W/mK] **24-** SOLADO PORCELÁNICO ESPESOR 1 CM ADHERIDO CON CEMENTO COLA S2 **25-** PLASTÓN MORT. CEMENTO ALIGERADO e=3 CM. SOBRE GEOTEXTIL $\lambda=0,25$ [W/mK] **35-** S. RADIANTE POLYTHERM DINAMIC PLUS 22-45 PANEL EPS e= 4cm. $\lambda=0,044$ [W/mK] **45-** CARPINTERIA KÖMMERLING MD 76 $U_f=1,20$ [W/m²K] **48-** TARIMA EXTERIOR SINTÉTICA. SISTEMA FLOTANTE.

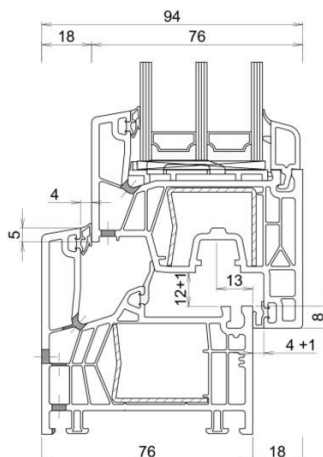
A photograph showing two construction workers on a rooftop terrace. One worker, wearing a high-visibility yellow vest and a white hard hat, is walking away from the camera towards a large opening in the wall. The other worker, wearing a dark jacket and a white hard hat, is walking towards the camera. The terrace has a wooden plank floor and white walls. In the background, through the opening, a construction site with cranes and a building under construction is visible. A yellow rope is hanging from the ceiling on the right side.



8.5. Ventanas y protecciones solares

Las ventanas se componen de marcos realizados con perfil Kömmerling modelo MD76 de color blanco con una transmitancia $U_f=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ (de acuerdo a la normativa EN ISO 1077-2:2012-02)

Todas las hojas son abatibles o fijas. y se conforman con una composición de vidrio de tres láminas con dos cámaras 4+4/16/4/16/3+3 cerrada en sus bordes con un espaciador de plástico Thermix TX.N plus con una conductividad de $0,039 \text{ W/Mk}$. Con la particularidad que las láminas del exterior y el interior tuvieran componente de seguridad frente a la rotura formado por una lámina de PVB.



Nombre de Composición	Cámara a 1 y Capa	Cámara a 2 y Capa	Luz Visible			Ultravioleta	Energía Solar							Prestaciones térmicas	Thermal Properties		
			Transmisión τ_v (%)	Reflexión			Índice de Rendimiento de Color R_a (%)	Trans UV τ_{uv} (%)	Transmisión τ_g (%)	Reflexión		Absorción α_g (%)	Factor Solar g (%)			Coeficiente de sombra s_c [g/0.87]	Transferencia de calor secundario q_c
				ρ_v ext (%)	ρ_v int (%)					ρ_g ext (%)	ρ_g int (%)						
Composición por defecto 01	Guardian ExtraClear (CE)	ClimaGuard® Premium2 (CE) en Guardian ExtraClear (CE)	72,6	15,6	15,6	96,0	0,1	42,2	25,1	27,6	32,7	48,7	0,56	6,6	0,6	0,563	

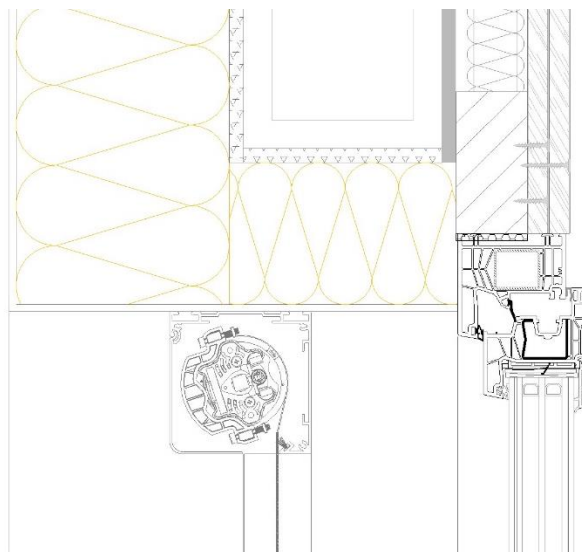
Cálculo según Norma: EN 410:2011 / EN 673:2011

Composición por defecto 01

Exterior		
HOJA 1	Guardian ExtraClear (CE)	#1 ----
INTERCALARIO 1	Espesor = 4 mm	#2 ----
	PVB Clear 0.76mm (CE)	
HOJA 2	Guardian ExtraClear (CE)	#3 ----
CÁMARA 1	Espesor = 4 mm	#4 ClimaGuard® Premium2 (CE)
	10% Aire, 90% Argón, 14 mm (.551")	
HOJA 3	Guardian ExtraClear (CE)	#5 ----
CÁMARA 2	Espesor = 4 mm	#6 ----
	10% Aire, 90% Criptón, 16 mm (.630")	
HOJA 4	Guardian ExtraClear (CE)	#7 ClimaGuard® Premium2 (CE)
INTERCALARIO 2	Espesor = 3 mm	#8 ----
	PVB Clear 0.38mm (CE)	
HOJA 5	Guardian ExtraClear (CE)	#9 ----
	Espesor = 3 mm	#10 ----
	Espesor Total (Nominal) = 49,143 mm	
	Inclinación = 90°	
	Peso Estimado del Espesor Nominal del Acristalamiento: 44.2 kg/m²	

Interior

Las protecciones solares de cada hueco de ventana se resuelven con cortinas exteriores enrollables ZBOX 100 de Bandalux, con tejido Trend Light BlackOut del mismo fabricante. Estas cortinas exteriores se ubican entre las jambas del hueco de ventana y son autoportantes a través de las guías laterales que soportan el cajón exterior.



8.6. Encuentros constructivos singulares.

SOPORTALES

Tal y como se ha expuesto la envolvente térmica del edificio es aquella del volumen que contiene las viviendas en planta primera a cuarta. En planta baja solamente participan de esta envolvente la sala de coworking y los aseos públicos. Debido a esta circunstancia la cimentación ni la planta sótano de garaje y trasteros, al no ser habitables no participan de esta envolvente y el volumen vividero se configuro con un forjado de techo de planta baja aislado por su cara inferior en contacto con el espacio exterior de los soportales. Para evitar los puentes térmicos que generarían los pilares se optó por aislar en continuidad todos los pilares y elementos exteriores del edificio como las marquesinas de acceso en planta baja hasta y, aprovechando que por razones estructurales se había aislado la cubierta del garaje, conectar este aislamiento vertical de estos elementos con este aislante horizontal garantizando la máxima reducción de estos puentes térmicos. El sistema de aislamiento para todos los elementos fue el mismo que el utilizado en la fachada general excepto el aislamiento de la cara inferior del forjado de planta primera que se realizó mediante lana de roca mineral compactada debido a su instalación más idónea en horizontal.





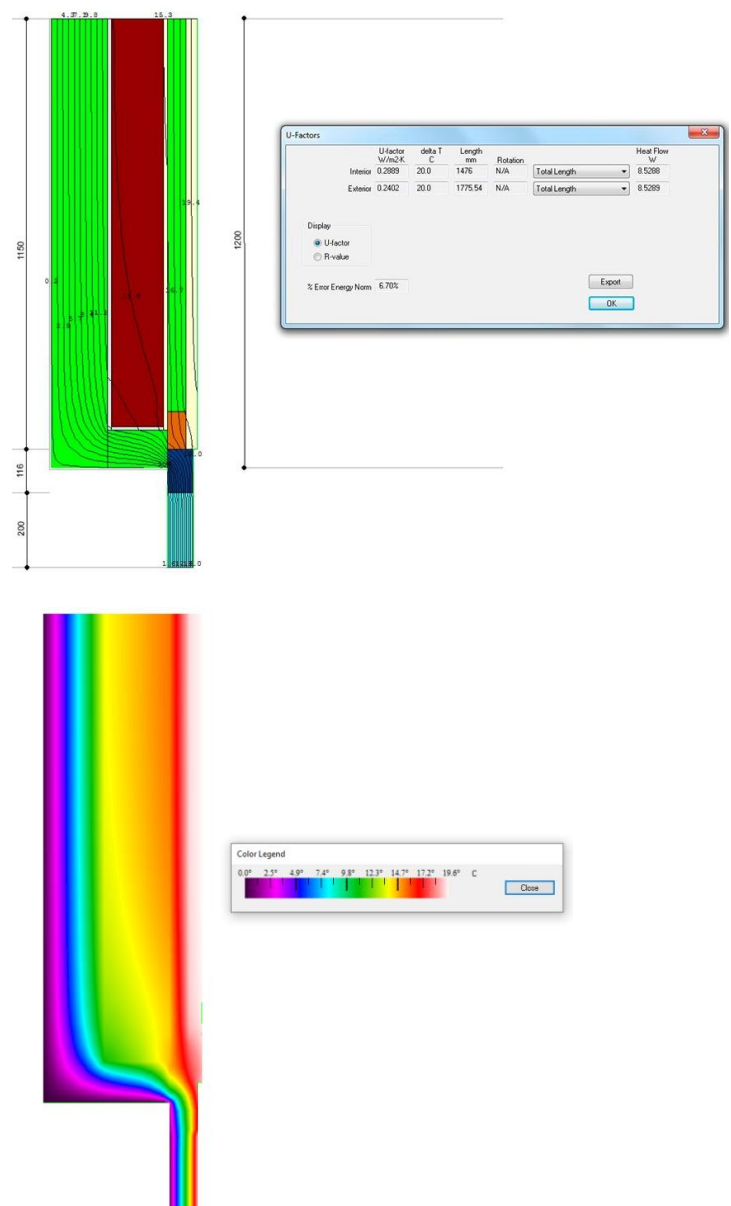


8.7. Thermal Bridges / Puentes térmicos

Se han estudiado todas las variaciones del aislamiento en los distintos encuentros entre elementos, entendiendo los mismos como un puente térmico y si cumplen las condiciones de confort. De manera resumida se han comprobado los encuentros entre paramentos aislados, entre carpinterías y entre carpinterías y cerramientos interiores. Para la justificación del cumplimiento con los criterios de higiene se ha calculado la temperatura superficial interior mínima con unas condiciones exteriores de temperatura media durante la semana más fría del año (datos horarios de Meteonorm: 2,6 °C). Para la justificación del cumplimiento de los criterios de confort se ha calculado la temperatura superficial interior media con unas condiciones de temperatura media exterior durante las 12 horas más frías del año (datos horarios de Meteonorm: -2,7 °C).

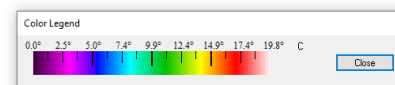
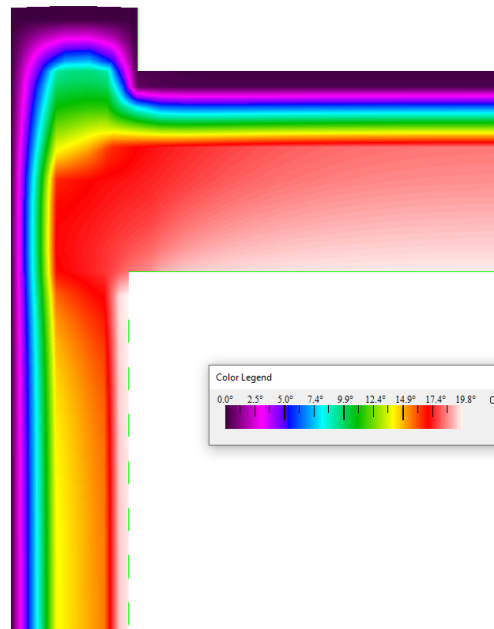
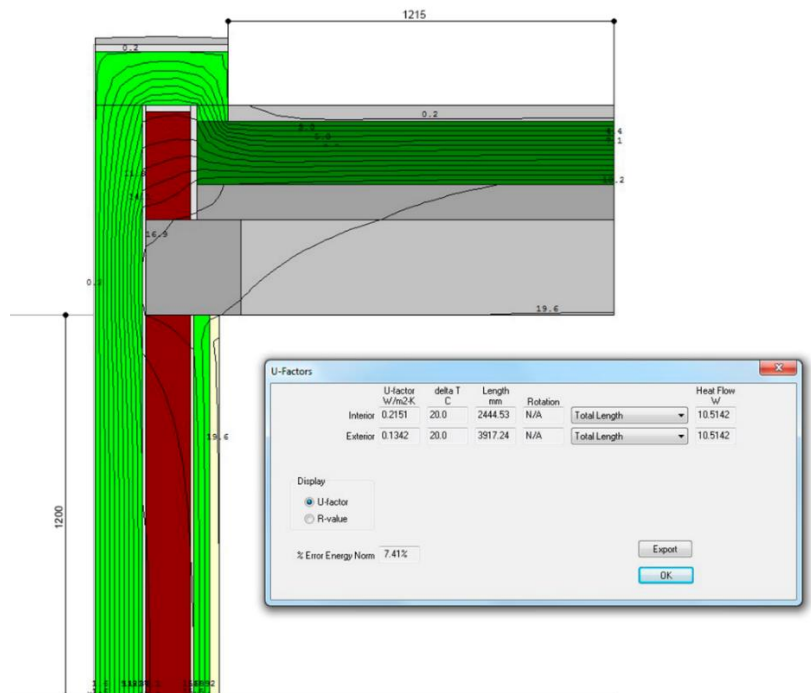
Justificación del cálculo del PT instalación DINTEL VENTANA

THERM®		IS THERM	
Total length		Modelo bidimensional	
Length (mm)	1776	Φ 2D (W/mK)	0.4265
U-factor (W/m²K)	0.2402		
ΔT1 (K)	20		
PHPP		Modelo unidimensional 1	
Muro ciego		Φ 1D (W/mK)	0.1691
Length (m)	1.150		
U-Value, 1D (W/m²K)	0.1470		
Marco de carpintería		Modelo unidimensional 2	
Length (m)	0.116	Φ 1D (W/mK)	0.1392
U-Value, 1D (W/m²K)	1.2000		
Panel aislante		Modelo unidimensional 3	
Length (m)	0.200	Φ 1D (W/mK)	0.0854
U-Value, 1D (W/m²K)	0.4271		
Resultado puente térmico lineal PSI (W/mK)			
Ψ (W/mK)	0.0328		

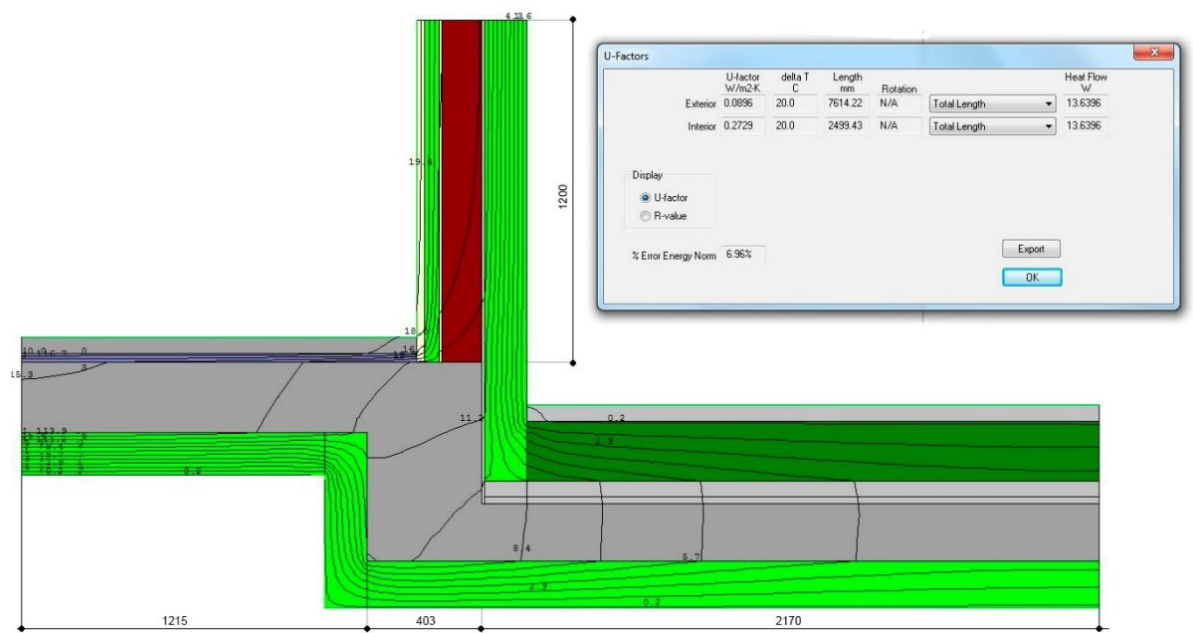


Justificación del cálculo del PT instalación ENCUENTRO FACHADA - CUBIERTA

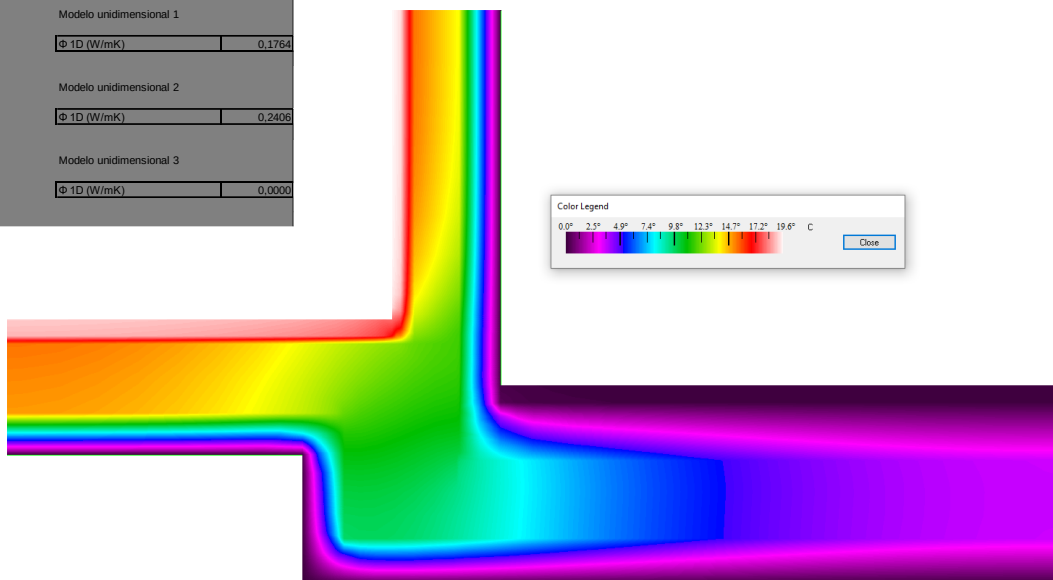
THERM ®		Modelo bidimensional	
Total length			
Length (mm)	3917	Φ 2D (W/mK)	0,5257
U-factor (W/m²K)	0,1342		
ΔT (K)	20		
PHPP		Modelo unidimensional 1	
Envolvente 1		Φ 1D (W/mK)	
Length (m)	1,200		0,1764
U-Value, 1D (W/m²K)	0,1470		
Envolvente 2		Modelo unidimensional 2	
Length (m)	1,215	Φ 1D (W/mK)	0,1920
U-Value, 1D (W/m²K)	0,1580		
Envolvente 3		Modelo unidimensional 3	
Length (m)		Φ 1D (W/mK)	0,0000
U-Value, 1D (W/m²K)			
Resultado puente térmico lineal PSI (W/mK)			
Ψ (W/mK)	0,1573		



Justificación del cálculo del PT instalación ENCUENTRO FACHADA - MARQUESINA



THERM ®		Modelo bidimensional	
Total length			
Length (mm)	7614	Φ 2D (W/mK)	0.6822
U-factor (W/m²K)	0.0896		
ΔT1 (K)	20		
PHPP		Modelo unidimensional 1	
Envolvente 1		Φ 1D (W/mK)	0.1764
Length (m)	1.200		
U-Value, 1D (W/m²K)	0.1470		
Envolvente 2		Modelo unidimensional 2	
Length (m)	1.215	Φ 1D (W/mK)	0.2406
U-Value, 1D (W/m²K)	0.1980		
Envolvente 3		Modelo unidimensional 3	
Length (m)		Φ 1D (W/mK)	0.0000
U-Value, 1D (W/m²K)			



9. Hermeticidad del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno” en Madrid.

La línea de hermeticidad del edificio coincide en su desarrollo con la línea de aislamiento. La configuración constructiva del edificio, con elementos masivos y su compacidad geométrica han favorecido la obtención de una hermeticidad alta además de simplificar el medio constructivo para conseguirla con solo cuatro tipos de sistemas. Las medidas adoptadas para lograr la hermeticidad han sido:

- Guarnecido de yeso en todas las caras interiores de los muros de bloque de termoarcilla de la envolvente.
- Aplicación de membrana líquida con fibras BlowerProof Brush, sobre el guarnecido anterior y por medios manuales, en todos los encuentros entre distintos paramentos tanto verticales como horizontales o entre sí.
- Instalación de cinta de hermeticidad precomprimida Iso Chemie Bloco-One entre los precercos de ventana y los muros que los soportan y entre las ventanas y los precercos.
- Instalación de cinta de hermeticidad Iso Chemie Connect Vario entre los precercos de ventana y los muros que los soportan y entre las ventanas y los precercos.
- Instalación de cinta de hermeticidad Iso Chemie Connect Vario entre muros verticales de termoarcilla y los forjados y en todos aquellos elementos fabricados in situ o de fabricación no industrial que presentaban posibles fisuras o huecos como los encuentros de los listones de madera que forman los precercos de las ventanas.
- Para resolver los pasos de tubos e instalaciones a través de muros de la envolvente, sobre el guarnecido de yeso se procedió a sellar individualmente cada tubo con membrana líquida BlowerProof y un sellado posterior con cinta de hermeticidad Iso Chemie Connect Vario.

Ante la dificultad de cumplir los ensayos de Blower Door, dada la falta de experiencias anteriores por parte de la constructora, se llegaron a realizar una media de cinco pruebas de Blower Door durante las obras y un sexto ensayo definitivo por vivienda y sala de coworking comunitaria. La primera se realizó sin las ventanas colocadas, revistiendo los huecos con plástico continuo adherido de manera mecánica a los precercos. Esta primera prueba nos permitió detectar defectos en el cerramiento revestido de yeso y en los encuentros entre este y los forjados.

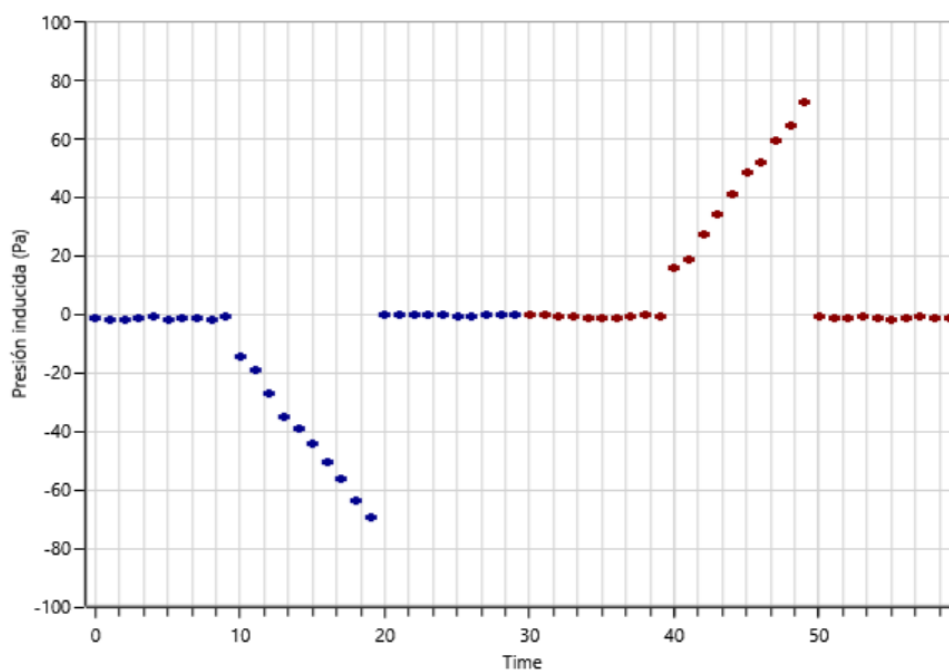
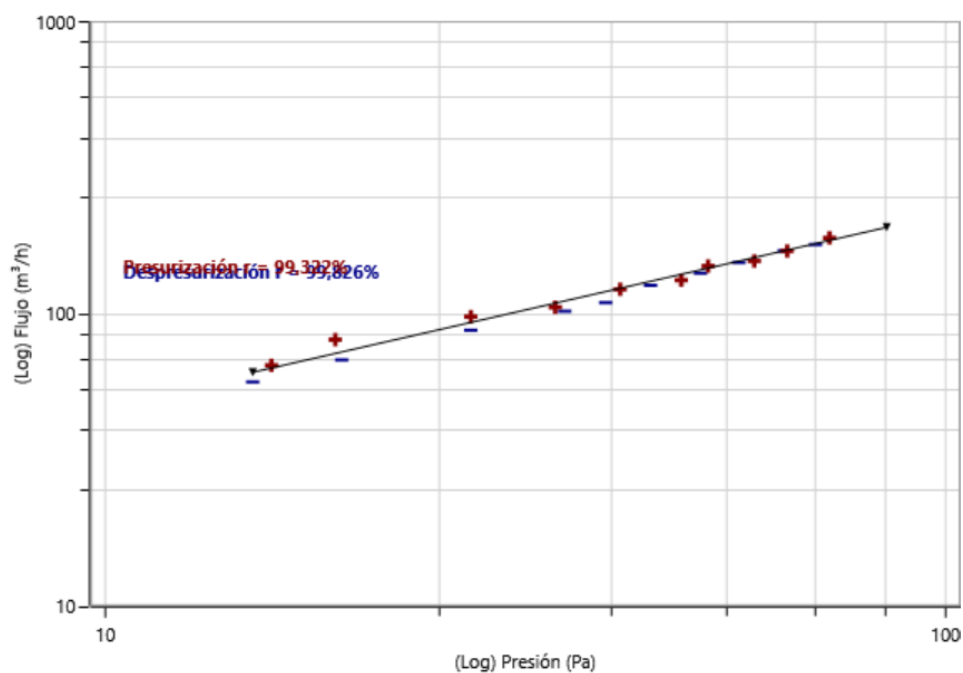
El mayor problema se originó tras la instalación de las ventanas. Los resultados han sido satisfactorios dado que permitían certificar dando un valor medio de 0,56 ren/h.

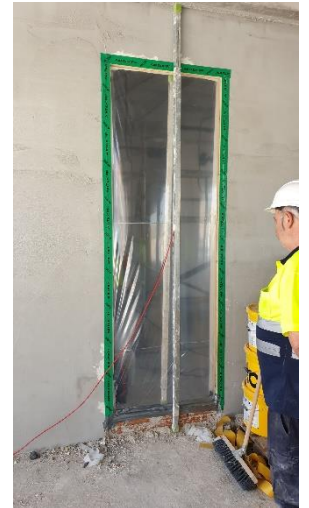
Se adjuntan los resultados de la prueba final realizada en una vivienda tipo (portal 1 1ºD) por el técnico termógrafo y arquitecto técnico D. Alejandro Las Heras Santos de la empresa High Quality Homes.

Datos de pruebas combinadas (Valores medios)

	Resultados	Intervalo de confianza de 95%		Incertidumbre
Caudal de aire a 50 Pa, V_{50} [m ³ /h]	140,01	136,45	143,65	+/-2,6%
Renovaciones de aire a 50 Pa, n_{50} [/h]	0,56	0,5460	0,5830	+/-3,3%
Permeabilidad a 50 Pa, q_{50} [m ³ /h/m ²]	0,465	0,449	0,480	+/-3,3%
Fuga específica a 50 Pa, w_{50} [m ³ /h/m ²]	1,449	1,402	1,497	+/-3,3%
Área de fuga efectiva E _{fLA} 50 Pa, [cm ²]	42,70	41,60	43,80	+/-2,6%
Área equivalente de filtraciones a 50 Pa, [cm ²]	69,95	68,20	71,80	+/-2,6%

Gráficos combinados





10. Ventilación del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno” en Madrid.

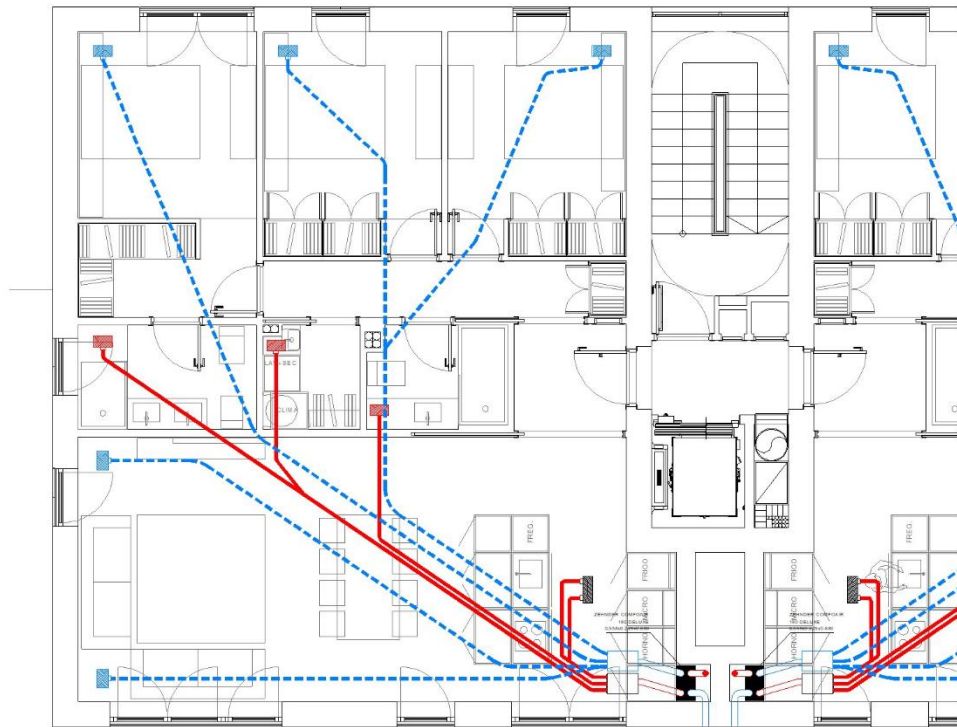
La ventilación del edificio se ha realizado mediante un sistema de ventilación mecánica controlada de doble flujo con recuperador de calor. La instalación completa se ha realizado con elementos de la marca Zehnder. La instalación de ventilación es individual por unidad habitable (viviendas y sala de coworking) haciendo un total de 15 instalaciones independientes. Todas las instalaciones se plantean con un esquema en estrella; así desde cada recuperador surgen cada una de las líneas de impulsión y retorno. Mientras que en las 12 viviendas de 3 dormitorios ubicadas entre las plantas primera y tercera utilizan un único recuperador de calor modelo ComfoAir 180 HRV, certificado por el Instituto Passivhaus, en cada una de las dos viviendas de ático se optó por dividir su instalación en dos áreas diferenciadas por lo que se instalaron dos sistemas que se complementan (uno da servicio a las áreas de estar mientras que el otro a los dormitorios).

En los áticos, en sus dos instalaciones también se usa el modelo de recuperador de calor ComfoAir 180 HRV. Este recuperador está certificado por el Instituto Passivhaus con un caudal entre 90 a 145 m³/h, un rendimiento del 82% y un consumo eléctrico de 0,27 W h/m³.

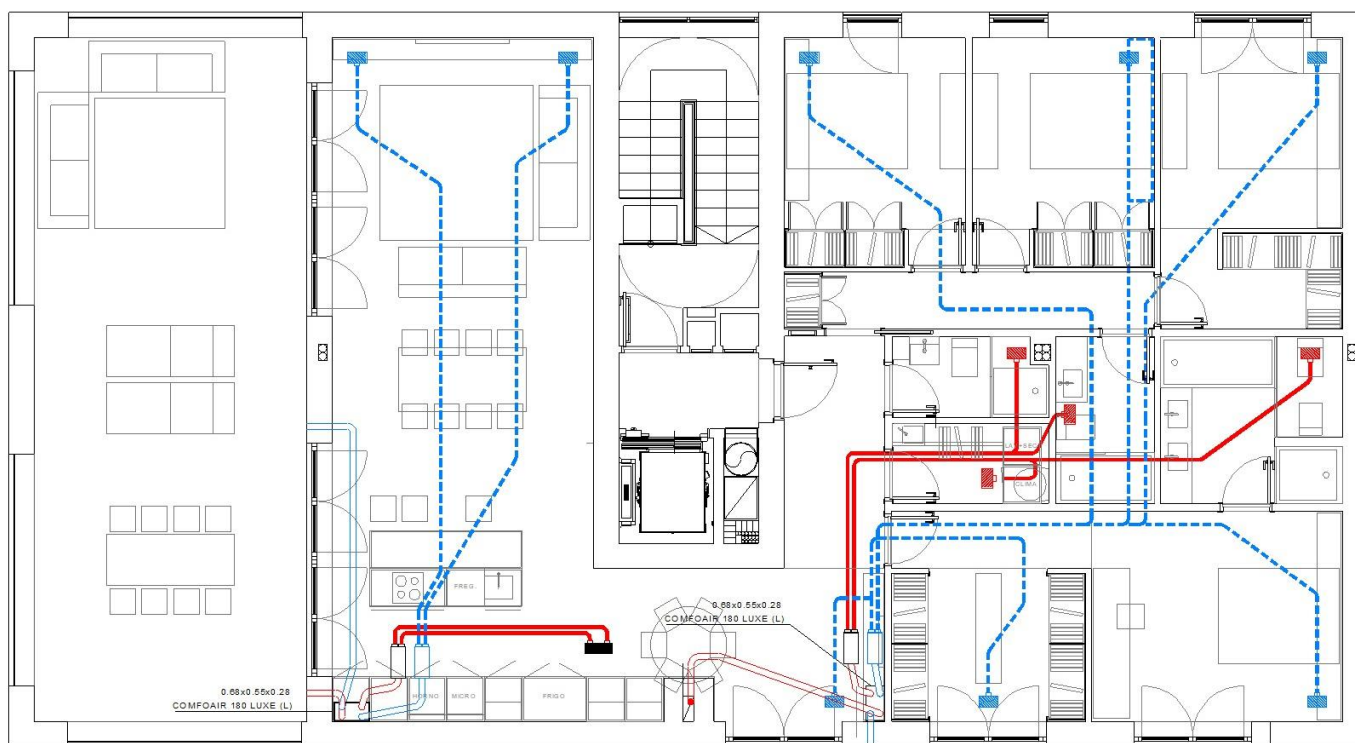
La sala comunitaria o coworking también presenta un sistema de ventilación mecánica controlado de doble flujo con recuperador de calor. El esquema es en estrella y da servicio a la sala de coworking y a los aseos comunitarios con los que comparte envolvente hermética y térmica en planta baja. El recuperador de calor es el modelo ComfoAir 350, certificado por el Instituto Passivhaus cuenta con un caudal entre 71 a 293 m³/h, un rendimiento del 84% y un consumo eléctrico de 0,9 W h/m³.

Por motivos de ordenanza municipal que impide realizar la expulsión de aire a fachada, los conductos de expulsión se conducen mediante dos patinillos que terminan en chimenea de cubierta. Los conductos de admisión de aire se ubican en fachada cerca del recuperador de calor. Esta disposición ha implicado el cálculo de pérdida de carga que suponen dos conductos con recorrido tan dispar.

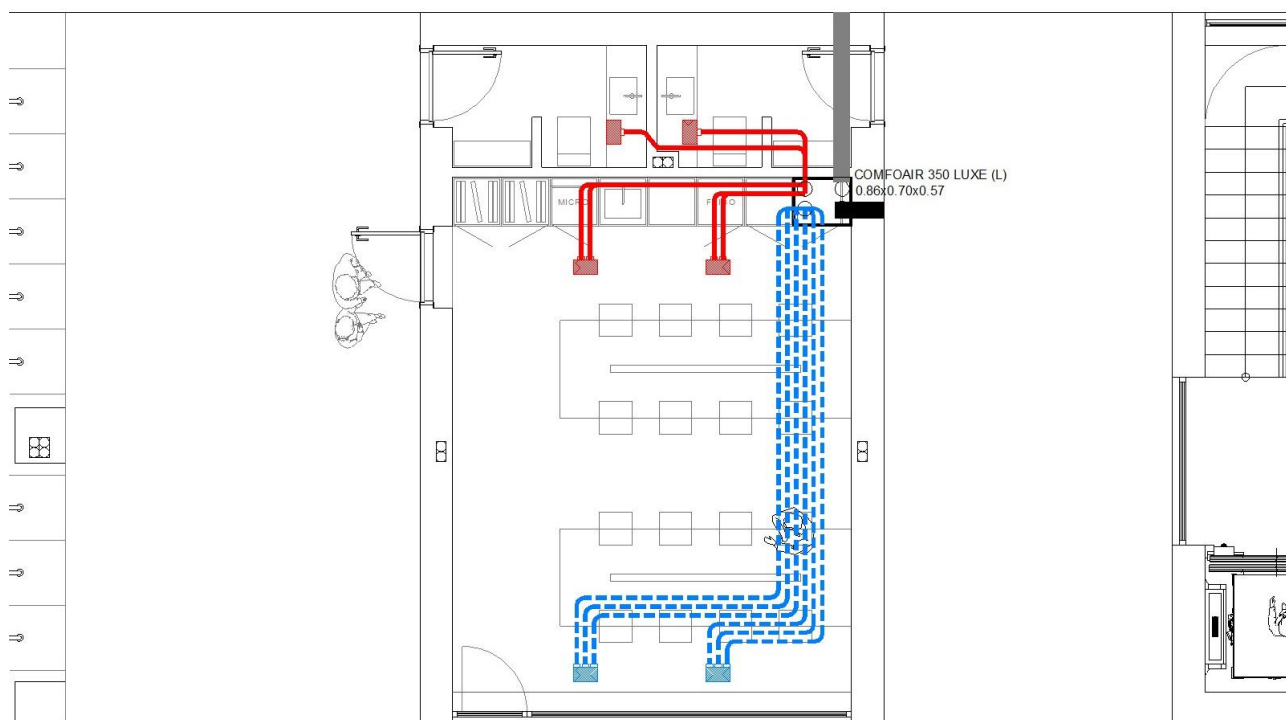
Como antes se ha descrito, la red de impulsión y extracción de aire interior de cada unidad habitable se ha realizado en un esquema en estrella. Los tubos pertenecen al sistema de Zehnder ComfoTube. La instalación presenta silenciadores incorporados en cada cajón de distribución de tubos individuales, tanto en la línea de impulsión como en la de retorno. Al igual que los conductos interiores, las rejillas de impulsión y extracción se han colocado en el falso techo. Cuentan con impulsión los dormitorios y estancias de estar de todas las plantas y la extracción se ha ubicado en todos los baños, lavaderos y en el área de cocina.



Ventilación Vivienda Tipo 3 Dormitorios. Plantas 1 a 3.



Ventilación de Viviendas 4 D. Planta 4



Ventilación de Sala Comunitaria – Coworking, Planta Baja





11. Calefacción / refrigeración / ACS del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno”

En fase de redacción de proyecto la administración competente no consideraba los sistemas mixtos de aerotermia aire/agua para la generación de refrigeración-calefacción junto con el Agua Caliente Sanitaria, como fuente de energía renovable. Esta decisión se basaba de manera razonada en que la generación de ACS el rendimiento nominal de las máquinas aerotérmicas no cumplía los valores mínimos exigidos. Ello implicaba, conforme al Código Técnico de la Edificación, la obligatoriedad de aportar energía renovable a la generación de ACS mediante una instalación termosolar, lo que inducía a reducir la instalación fotovoltaica prevista. Es por ello que se decidió separar la climatización (refrigeración / calefacción) de la generación de ACS en dos sistemas distintos e independientes. Cada vivienda presenta sistemas individuales con bombas de calor aerotérmica aire/agua para la calefacción y refrigeración mediante suelo radiante. En paralelo se instaló un sistema centralizado mediante bomba aerotérmica a alta temperatura con CO₂ como refrigerante y con alta eficiencia energética para producción de ACS. Esta instalación con sus características nos permitió justificar que era una fuente de energía renovable y desechar la instalación termosolar favoreciendo la implantación de una instalación fotovoltaica en toda la cubierta.

Calefacción y Refrigeración

Mediante el cálculo obtenemos que la carga específica de calefacción es de 10 W/m² y total de P_{cal} 2.953 W. Para la refrigeración el cálculo nos proporcionó valores carga específica de 8,6 W/m² y total P_{ref} de 10.472W. Además, la frecuencia teórica de sobrecalentamiento calculada con PHPP era del 25,7% y por tanto superior al 10% permitido por el estándar.

Se ha instalado por vivienda una máquina de aerotermia Daikin Altherma (bomba de calor) con compresor exterior y unidad interior únicamente para la refrigeración y calefacción, careciendo de depósito de acumulación. El emisor interior es mediante suelo radiante conectado a la unidad interior que funciona todo el año proporcionando calefacción en invierno y refrigeración en verano. La unidad exterior es el modelo Daikin ERGA04DV con compresor scroll Inverter, refrigerante R32A, y capacidad frigorífica/calorífica nominal: 6,00/5,90 kW. EER=5,61 COP=4,85. La unidad interior con HIDROKIT integrado es el modelo Daikin EHVXD6V.

El emisor es el propio suelo de la vivienda mediante una instalación de suelo radiante Polytherm Dinamic-Plus. Este tipo se compone de una base aislante térmica con una densidad media de 22 Kg/m³ y espesores entre 13 y 50 mm., que permite la disposición de los tubos emisores multicapa y evita la transmisión del calor hacia la estructura. Esta red se divide por áreas en cada planta con sus correspondientes válvulas. Estas válvulas se conectan al sistema Daikin Altherma.

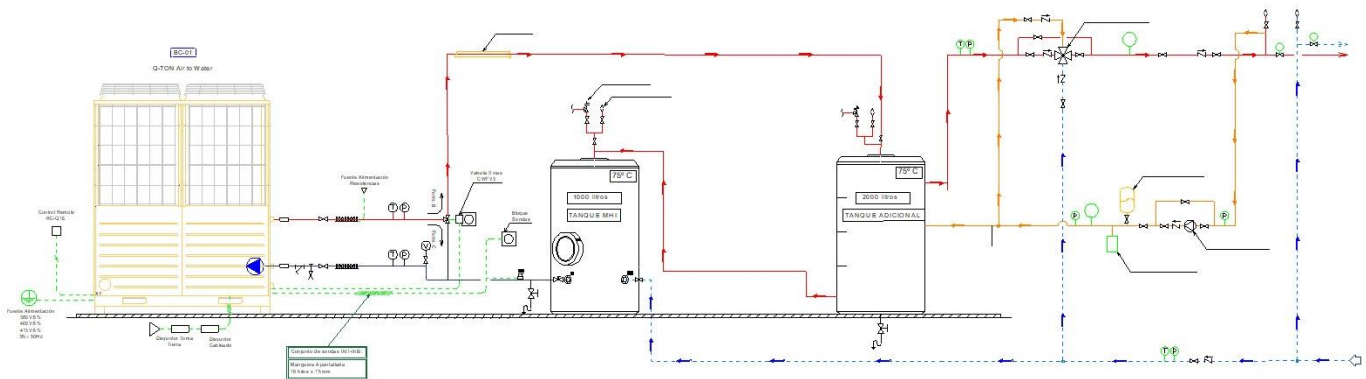
Como es común en un edificio pasivo, por motivos de confort y con el objeto de poder controlar las posibles variaciones de las cargas internas particulares de cada estancia, de cada una de las viviendas todas las estancias cuentan con termostato de control de la refrigeración y calefacción.



Agua Caliente Sanitaria

La generación de agua caliente sanitaria se realizó mediante una instalación comunitaria compuesta por una bomba aerotérmica Mitsubishi Heavy Industries Qton con CO₂ monobloc que da servicio a todo el edificio. Esta máquina opera sin unidades interiores por lo que la propia bomba presenta conexiones de fontanería que alimentan dos depósitos de acumulación de agua ubicados en el sótano. El esquema del circuito de fontanería consiste en dos circuitos de ida y retorno que discurren por cada uno de los patinillos de cada núcleo de comunicaciones y que son servidos desde el sótano por estos dos depósitos. Cada vivienda acometerá a este circuito para el suministro de ACS. El control de consumo se realiza mediante un caudalímetro con calorímetro incorporado en la acometida de cada vivienda.

El esquema de principio del sistema es el siguiente:



Los elementos principales del sistema son los siguientes:

Bomba QTON ESA30E-25 con una capacidad de generación de agua caliente de 30 kW, un consumo eléctrico de 6,98 kW y un COP de 4,30. Rango de temperatura de ACS entre 60 °C y 90 °C.

Depósito estratificado (tanque HMI) de 1000 litros propio del fabricante y perteneciente al sistema.

Depósito acumulador de acero vitrificado de 2000 litros Lapesa

Además, se aprovecha la instalación fotovoltaica para programar la generación de ACS durante el día en horas valle de consumo eléctrico y de ACS, convirtiendo la de esta instalación en un acumulador energético.



12. Instalación fotovoltaica del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno” en Madrid.

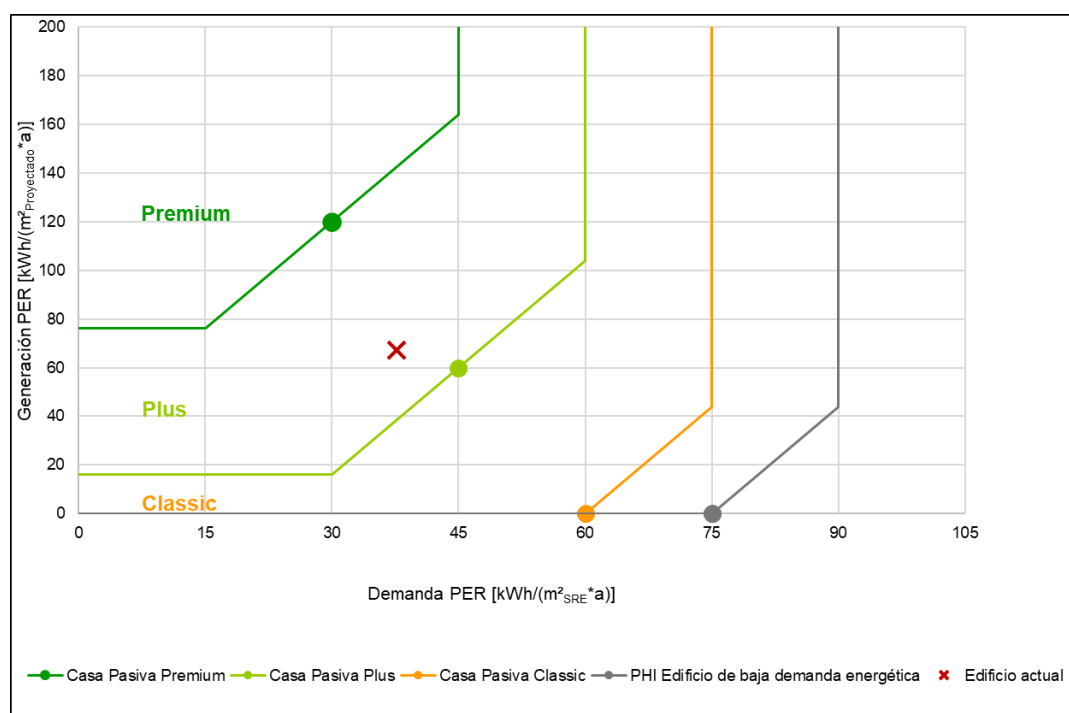
Ante la posibilidad de certificar el edificio como Passivhaus Plus, realizamos la instalación fotovoltaica en la totalidad de la cubierta plana. Esta instalación está formada por 61 paneles policristalinos Canadian Solar modelo Ku Max CS-U-355, de 355 W por panel, dispuestos en tres ramas de 16 paneles y una rama de 13 paneles con una potencia de campo solar de 21.655 W_p. Los 61 paneles están dispuestos en filas y cuentan con una inclinación de 15°.

La instalación cuenta con un inversor DC/AC Fronius Symo 20 con una potencia de 20 kW.

Conforme al PHPP el sistema proporciona un rendimiento anual de 32.973 kWh/a.

Mediante cálculo tiene un valor específico de PER de 67 kWh/m²a.

Mediante esta instalación el edificio está produciendo al año más energía eléctrica que la demandada y ha sido certificada Passivhaus Plus.





13. PHPP del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno” en Madrid.

Casa Pasiva Comprobación



Arquitectura: Daniel Diedrich + Talia Dombriz / Estudio DMDV Arquitectos SLP

Calle: San Romualdo 26 1ºD Edificio ASTYGI

CP / Ciudad: 28037 Madrid

Provincia/País: Madrid ES-España

Consult. energética: Daniel Diedrich

Calle: San Romualdo 26 1ºD Edificio ASTYGI

CP / Ciudad: 28037 Madrid

Provincia/País: Madrid ES-España

Año construcción: 2020

Nr. de viviendas: 14

Nr. de personas: 33,9

Edificio: ArroyoFresno Passivhaus
Calle: Gloria Fuertes 144
CP / Ciudad: 28035 Madrid
Provincia/País: Madrid ES-España
Tipo de edificio: Multi Residencial
Datos climáticos: ES0001b-Madrid
Zona climática: 4: Cálida-templada Altitud de la localización: 646 m

Propietario / cliente: Landevel S.L. / Maqueda, Gallego y Alvarez S.A.

Calle: Avenida de Leganés 54. Oficina 50

CP / Ciudad: 28293 Alcorcón

Provincia/País: Madrid ES-España

Ingeniería: Daniel Diedrich + Talia Dombriz / Estudio DMDV Arquitectos SLP

Calle: San Romualdo 26 1ºD Edificio ASTYGI

CP / Ciudad: 28037 Madrid

Provincia/País: Madrid ES-España

Certificación: Energiehaus Arquitectos SLP

Calle: Pamplona 88, 3º 2º

CP / Ciudad: 08018 Barcelona

Provincia/País: Barcelona ES-España

Temp. interior invierno [°C]: 20,0

Temp. interior verano [°C]: 25,0

Ganancias internas de calor (GIC); caso calefacción [W/m²]: 2,6

GIC caso refrig. [W/m²]: 2,6

Capacidad específica [Wh/K por m² de SRE]: 60

Refrigeración mecánica: x

Valores específicos del edificio con referencia a la superficie de referencia energética

	Superficie de referencia energética	m²	1437,0		Criterio	Criterios alternativos	¿Cumplido?²
Calefacción	Demanda de calefacción	kWh/(m²a)	14,4	≤	15	-	Sí
	Carga de calefacción	W/m²	10	≤	-	10	
Refrigeración	Demanda refrigeración & deshum.	kWh/(m²a)	8,6	≤	15	15	Sí
	Carga de refrigeración	W/m²	7	≤	-	10	
	Frecuencia de sobrecalentamiento (> 25 °C)	%	-	≤	-	-	
	Frecuencia excesivamente alta humedad (> 12 g/kg)	%	0	≤	10	-	
Hermeticidad	Resultado ensayo presión n ₅₀	1/h	0,6	≤	0,6	-	Sí
Energía Primaria no renovable (EP)	Demanda EP	kWh/(m²a)	60	≤	-	-	-
Energía Primaria Renovable (PER)	Demanda PER	kWh/(m²a)	38	≤	45	38	Sí
	Generación de Energía Renovable (en relación con área de la huella del edificio proyectado)	kWh/(m²a)	67	≥	60	39	

² Celda vacía: Falta dato; "-": Sin requerimiento

Confirmando que los valores aquí presentados han sido determinados siguiendo la metodología de PHPP y están basados en los valores característicos del edificio. Los cálculos de PHPP están adjuntos a esta comprobación.

¿Casa Pasiva Plus?

Sí

Función:

2-Certificador

Nombre:

Micheel

Apellido:

Wassouf

ID Certificado

Emisión:

Ciudad:

Firma:

14. Costes de construcción del Edificio Pasivo “Arroyo Fresno” en Madrid.

El coste de ejecución contrata ha sido de 1.800,76 €/m² construidos incluyendo tanto el edificio como sus espacios exteriores. El coste de ejecución contrata del edificio sin los espacios exteriores ha sido de 1.707,84 €/m². El coste final de la obra incluyendo todos los gastos asociados a la actividad (honorarios técnicos, tasas urbanísticas, permisos, etc..) han sido de 2.679,74 €/m² construidos

La experiencia de los usuarios ha sido positiva. Se pensaba alquilar las viviendas y finalmente se vendieron 12 de ellas en poco tiempo. Un reclamo para la comercialización de estas viviendas era su certificación Passivhaus Plus que la mayoría de los compradores conocían previamente.

Fdo. Daniel Diedrich. Arquitecto



En Madrid, a 11 de julio de 2022