

Project Documentation

Documentación de proyecto



“CASA JADE” ID2620

VIVIENDA UNIFAMILIAR N°40, JUNGITU, VITORIA-GASTEIZ, ALAVA, SPAIN
 DETACHED HOUSE IN JUNGITU N.40, VITORIA-GASTEIZ, ALAVA, SPAIN



1.1 Data of building / Datos del edificio

Year of construction/ Año de construcción	2012	Space heating / Demanda calefacción	13 kWh/(m ² a)
U-value external wall/ Valor-U pared exterior	0.143 W/(m ² K)		
U-value basement ceiling/ Valor-U solera	0.160 W/(m ² K)	Primary Energy Renewable (PER) / Energía primaria renovable (PER)	kWh/(m ² a)
U-value roof/ Valor-U cubierta	0.111 W/(m ² K)	Generation of renewable energy / Generación energía renovable	kWh/(m ² a)
U-value window/ Valor-U ventana	0.82 W/(m ² K)	Non-renewable Primary Energy (PE) / Energía primaria no renovable (PE)	69 kWh/(m ² a)
Heat recovery/ Rendimiento recuperacion	93 % 0,24 Wh/m ³	Pressure test n ₅₀ / Ensayo presurización n ₅₀	0.23 h ⁻¹
Special features/ Soluciones especiales	Solar collectors for hot water generation, rainwater utilisation		

1.2 Brief Description of the project

The building is a detached house based in Jungitu, a small village with a population up to 100 people close to Vitoria-Gasteiz.

Vitoria-Gasteiz is the capital of the Basque Country, in the north of Spain, with more than 230.000 people. It has a continental climate with cold winters and hot but short summers. One of the most singular characteristic in our climate is the huge range of temperature that we can feel in a few hours; for example, there can be 4°C at 8 AM, up to 20°C at 14 PM and again 4°C at night. Jungitu and Vitoria, are 520 metres above sea level, in the centre of a big plain, and that's because the ice nights are usual in Winter and the nearness of a water lake carries clouds and fog and a medium high humidity level. Although summer temperatures can go up to 30 or 35°C, hardly ever they keep at night higher than 25°C. As night temperatures usually goes down to 20°C, it's easy to make a cooling ventilation at night or early in the morning.

The house is planned in one floor, what is a requirement made by the owners. This requirement becomes in a very comfortable house for everyday life but with a very bad form factor for the energy efficiency, now that the contact surface is very big including facades, roof and floor slab.

The buildings began in 11th of January 2012 and ended in July 2012, including all the Works outside the sites (lighting, sidewalk...)

It is occupied by the owners since August 2012. There was a very intensive monitoring from January 2013 to April 2014 which shew a very high comfort inside.

Building's main characteristics:

- Reinforced concrete structure: floor slab, pillars and solid concrete roof slab.(Fig.1)
- DHW through an air heat pump and a solar panel (Fig.2)
- Mechanical ventilation with heat recovery system (Fig.3)
- Main heating system is a pellet stove (Fig.4) and a small electric heater with 400 Watt
- Enery sources: air, sun, electricity and biomass

1.2 Descripción resumida del Proyecto

Se trata de la construcción de tres viviendas unifamiliares de planta baja siguiendo el estándar Passivhaus en la localidad de Jungitu, un pequeño pueblo de 100 habitantes a las afueras de Vitoria-Gasteiz.

Esta ciudad interior de más de 210.000 habitantes está situada en el norte de la península ibérica y tiene un clima continental con inviernos fríos y veranos cálidos pero cortos y cuya característica más peculiar sea quizás las fuertes variaciones de temperatura en pocas horas, pudiendo estar a 4°C a las 8 de la mañana para llegar a superar los 20°C al mediodía y volver a bajar a 4°C tan pronto se pone el sol. Jungitu y Vitoria, con una altitud de unos 520 metros sobre el nivel del mar están en medio de una llanada por lo que las heladas en invierno no son extrañas y la presencia cercana de un pantano hace que las nieblas sean frecuentes y la humedad ligeramente alta. Aunque en verano las temperaturas pueden superar los 30 y 35°C es raro que lo haga de forma continuada (no más de tres o cuatro días seguidos) y normalmente las temperaturas bajan por las noches por debajo de los 20°C lo que permite refrescar las viviendas sin dificultad.

Las tres viviendas se plantean, por requerimiento de los propietarios, en planta baja lo que da lugar a unas tipologías muy cómodas en cuanto a su habitabilidad, pero con un factor de forma muy perjudicial de cara al comportamiento energético ya que la superficie de contacto de cubierta y cimentación resulta muy extensa en los tres casos.

Las obras dieron comienzo el 11 de enero de 2012 y se terminaron en julio de 2012, incluyendo los trabajos de urbanización de los frentes de las aceras de las tres parcelas.

Características generales de la construcción:

- Estructura de hormigón armado: losa de cimentación, pilares y losa maciza de cubierta.(Fig.1)
- Agua Caliente Sanitaria mediante aerotermo con apoyo solar (Fig.2)
- Ventilación Mecánica Controlada SIN postcalentamiento (Fig.3)
- Aporte de calor necesario mediante una estufa estanca de pellets (Fig.4) y un pequeño aporte mediante un radiador eléctrico de 400 W..
- Las fuentes energéticas utilizadas son: aire, sol y la electricidad de la red y biomasa

"CASA JADE". VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº40, JUNGITU, VITORIA-GASTEIZ, ALAVA, SPAIN.



"CASA JADE". VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº40, JUNGITU, VITORIA-GASTEIZ, ALAVA, SPAIN.



Fig. 1 estructura de hormigón armado / concrete structure



Fig. 1 estructura de hormigón armado / concrete structure



Fig. 2: solar y aerotermo.
Fig. 2: solar+heat pump for DHW



Fig.3: VMC, Innoair 300 DC
Fig.3: VMC, Innoair 300 DC



Fig.4: estufa de pellets RIKA
Fig.4: pellets stove by RIKA



Fig. 2: solar y aerotermo.
Fig. 2: solar+heat pump for DHW



Fig.3: VMC, Innoair 300 DC
Fig.3: VMC, Innoair 300 DC



Fig.4: estufa de pellets RIKA
Fig.4: pellets stove by RIKA

1.3 Responsible project participants / Participantes en el proyecto

Architect/ Arquitecto proyecto básico	CLIM Estudio de Arquitectura SLP : Javier Arregui Erbina / Iñaki Echeandía http://www.clim.es/
Implementation planning/ Arq. Proyecto ejecución	CLIM Estudio de Arquitectura SLP : Javier Arregui Erbina / Iñaki Echeandía http://www.clim.es/
Building systems/ Ingeniería instalaciones	Construcciones URRUTIA, SA. Juan Ramón Ortega /Adelina Uriarte http://www.construccionesurrutia.com/
Structural engineering/ Cálculo estructura	Javier Arregui Erbina
Building physics/ Físico de construcción	---
Passive House project planning/ Proyectista Passivhaus	Adelina Uriarte Gonzalo-Bilbao www.muipassiv.com
Construction management/ Dirección de obra	CLIM Estudio de Arquitectura SLP Javier Arregui Erbina / Iñaki Echeandía
Certifying body/ Certificador edificio PH	Passive House Institute Darmstadt www.passiv.de
Certification ID/ ID certificado edificio	Project-ID 2620 www.passivehouse-database .org

Author of project documentation / Autor de la memoria	Adelina Uriarte Gonzalo-Bilbao www.muipassiv.com
--	--

Date, Signature/ Fecha, firma	2017/09/20
----------------------------------	------------

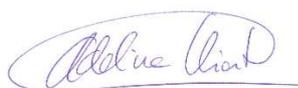


Tabla de contenidos

1.1.-Datos del edificio	1
1.2.-Descripción resumida del proyecto	2
1.3.-Participantes en el proyecto	3
1.4- Finalidad, funciones y objetivos del proyecto	6
2.-El proyecto	7
4.-Documentación fotográfica del proceso constructivo	9
4.-Fachadas	30
5.-Plantas	31
6.- Secciones	33
7.-Detalles	33
7.1.-Detalles constructivos	33
7.1.1.-Encuentro del edificio con el suelo	33
7.1.2.-Fachada	35
7.1.3.-Cubierta	38
7.1.4.-Localización de puentes térmicos lineales principales	40
7.1.5.-Puertas y ventanas	41
7.1.6.-La hermeticidad al aire	44
7.2.-El sistema de ventilación	47
7.3.-El sistema de calefacción	50
8.-Resumen de resultados del PHPP	51
9.-Los costos	51
10.-Año de construcción	51
11.-Comentarios posteriores. A agosto de 2017	51

1. Finalidad, funciones y objetivos del proyecto

Construcciones URRUTIA, S.A., promueve este proyecto de tres viviendas unifamiliares impulsado por tres trabajadores de la empresa que se comprometieron a adquirir las viviendas con la condición de que se construyeran bajo el estándar Passivhaus y se intentaran certificar.

Las viviendas proyectadas son viviendas habituales. Los programas de distribución son similares, especialmente en dos de las viviendas y el tercero ligeramente distinto corresponde a la vivienda más pequeña. Aunque las tres viviendas se han construido simultáneamente, se pretende certificar dos de ellas: la más grande y la más pequeña, aunque los Blower Door Test se realizan en las tres viviendas tanto durante la obra como una vez puestas en marcha y habitadas las viviendas para comprobar la buena construcción.

Los objetivos del proyecto se fijan tanto por parte de Construcciones URRUTIA, S.A., como promotor y constructor como de los propietarios y con la implicación necesaria y activa del equipo de arquitectos:

- El sistema constructivo y los materiales se deben corresponder con los habituales de Construcciones URRUTIA, S.A., ya que esta tipología de vivienda no es su ámbito de trabajo. Normalmente se ejecutan obras de mayor envergadura. Por tanto, a la empresa le interesa aprender a construir bajo el estándar Passivhaus empezando por una obra pequeña pero quiere obtener un aprendizaje que le pueda servir para su posterior aplicación en otras obras.
- Se deben cumplir los requerimientos del edificio pasivo según el protocolo del Passivhaus Institut Darmstadt de Alemania.
- Se deben ajustar los programas de las viviendas a las demandas de los posteriores propietarios.
- Se pretende que la dependencia energética sea lo menor posible
- El presupuesto de ejecución debe ser ajustado, partiendo de la premisa de que construir bajo el estándar no es necesariamente caro; no se debe equivocar el sobrecoste de la PH (que es amortizable) con el lujo.
- Se realizará un análisis de costes que también sea extrapolable y permita a la empresa plantear otros proyectos con más rigor y fiabilidad
- La ejecución de estas viviendas debe servir para poner en práctica la formación recibida tanto por el técnico de promoción de Construcciones URRUTIA, S.A. (Adelina Uriarte) como por uno de los miembros del equipo de arquitectos (Iñaki Echeandia), con el objeto de certificarse como Passivhaus Consultor y Passivhaus Designer respectivamente.
- Debemos adelantarnos al cumplimiento de la Directiva Europea 31/2010 UE, de tal forma que el conocimiento y experiencia adquiridos en esta obra nos sirvan para mejorar las construcciones ejecutadas, buscar nuevas líneas de negocio acordes a nuestra filosofía y ser pioneros en nuestro mercado, mejorando así la competitividad de Construcciones URRUTIA, S.A. y la del equipo de arquitectos CLIM, S.L.

2. El proyecto

Las tres viviendas planteadas son de nueva construcción por lo que no existen limitaciones teóricas, salvo las de cumplimiento de las distintas normativas y ordenanzas y de los programas de vivienda demandados por los usuarios. De cara a conseguir unas viviendas pasivas, consideramos los siguientes aspectos positivos:

- Las parcelas permiten una alta ocupación en planta baja y una muy buena orientación de las viviendas; de hecho dos de ellas tienen orientaciones puras y la otra tiene una desviación de 23° respecto al Sur.
- Estructura de hormigón con alta inercia térmica
- La simplicidad de la forma del edificio (cubos rectangulares) permite generar una envolvente térmica continua con mucha facilidad y pocos puentes térmicos
- Buena disposición de todos los agentes intervinientes para estudiar distintos materiales y soluciones

Sin embargo, también existen algunos puntos débiles o poco favorables:

- El requerimiento por parte de los propietarios de hacer viviendas en una única planta pero con superficies considerables, tiene como consecuencia unos edificios con muy baja compactidad y mucha superficie de contacto con el exterior lo que da lugar a unas pérdidas de calor importantes
- La localidad en la que se construye no tiene canalización de gas, por lo que la fuente energética para conseguir el Agua Caliente Sanitaria y para cubrir la pequeña demanda de calefacción es más compleja de conseguir

Se plantean también otros aspectos a tener en cuenta:

- Reducir las necesidades de energía primaria, planteando como objetivo 60 kWh/m².a. (en lugar de los 120 del PHI): los propietarios tienen claro que los electrodomésticos tienen que ser de alta eficiencia energética (Clase A o superior); se desecha desde el principio la colocación de depósitos de gasóleo en las parcelas (solución habitual en las zonas rurales en las que no existe canalización de gas); se estudian las fuentes de energía teniendo en cuenta su procedencia (renovables, fósiles...), su coste de inversión, de amortización y de mantenimiento.

Soluciones analizadas, rechazadas y aceptadas:

A la vista de todos los condicionantes e intereses, se fueron analizando distintas soluciones. Las arquitectónicas, en cuanto al diseño no supusieron más dificultad de lo normal; en cuanto a las soluciones constructivas sí: una vez recibida la formación del curso de Certified Passivhaus Planer, se alteró por completo la solución prevista inicialmente (y sobre todo la disposición de los materiales), dando lugar a la que se presenta en esta memoria; se estudió realizar los sellados entre distintos materiales para conseguir una envolvente estanca con materiales específicos para viviendas pasivas, pero comprobamos que estaban muy orientados a las construcciones en madera y se optó por “improvisar” otras soluciones: se utilizaron tiras de caucho y colas vulcanizantes para adherirlas al hormigón (a modo de parches de bicicleta) consiguiendo una solución muy eficaz y razonablemente económica, las salidas de instalaciones al exterior como antena, solar y estufa se hicieron con el mismo sistema y las salidas de iluminación y fuerza exterior se hicieron directamente con manguera (en lugar de tubo corrugado y cable).

En cuanto a las instalaciones:

*Se estudió la posibilidad de utilizar la mini-eólica pero se desechó por el nivel de ruido sin ni siquiera valorar su impacto económico

* Se valoró la colocación de placas fotovoltaicas para cubrir al menos parte de la demanda pero se desechó debido a su alto coste de instalación y largo período de amortización (cercano a los 30 años, cuando ya probablemente no funcionen las placas)

*Se estudió la posibilidad de realizar la ventilación con un sistema de un ventilador/ recuperador activo que también permitía refrigerar pero se rechazó por no estar certificado por el PHI y porque podía generar cierto discomfort.

*Se estudió la posibilidad de colocar radiadores en los cuartos de baño, pero se rechazó por parte de los propietarios por complicar y encarecer la instalación cuando además según el PHPP no resultaba necesario. Se optó por dejar enchufes en los cuartos de baño situados de tal manera que se pudieran colocar unos pequeños radiadores eléctricos si no lográsemos ejecutar las obras en las condiciones deseadas.

*Se estudiaron distintas estufas y opciones para aportar el calor necesario a las viviendas, rechazando las baterías de postcalentamiento por consumir directamente electricidad (fuente energética y precio) y secar mucho el aire; se rechazó la leña por su incomodidad y necesidad de espacio y finalmente se optó por una estufa de pellet de la casa Rika, modelo "Como" con una alta inercia térmica y posibilidad de regulación y de programación.

*Se desechó la colocación de un termo eléctrico convencional para el ACS por su elevado consumo de electricidad (con el coste que conlleva para el usuario) buscando soluciones alternativas como la adoptada con un aerotermo que utiliza una gran parte de energía renovable (con un COP teórico superior al 3,75)

*Se estudiaron distintos aerotermos y capacidades, optando finalmente por el aerotermo de Georenova de 300 litros y el apoyo solar de Vaillant con el modelo Aerostep Plus 150. Con esta solución, ya se cumplía el CTE y los criterios de PH, pero se consideró disparatado no colocar al menos una placa solar con su depósito por cada vivienda; de esta manera se estima que entre el 75% y el 80% del ACS se obtiene de fuentes renovables y de manera casi gratuita:

- La placa solar cubre el 32% de la demanda de ACS en el peor de los tres casos
- El 68% restante lo da el aerotermo. El COP del aerotermo es superior a 3,75 por lo que teóricamente el 73 % de su energía proviene del aire; es decir, el 73% del 68% (casi el 50% del total) es "gratuita" y renovable
- Por tanto: el 50% aportado por el aerotermo, más el 32% de la solar supone un aporte teórico superior al 80% de energía renovable para el ACS.

DATOS CLIMÁTICOS

Los datos climáticos introducidos para los cálculos son los del programa PHPPes correspondientes a la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Las licencias de los programas son las siguientes:

*Construcciones URRUTIA, S.A., Nº licencia: **PEPES_270712_23845380_esp**

*Clim, Estudio de Arquitectura, S.L., Nº licencia: **PEPES_270712_24738084_esp**

3. Documentación fotográfica del proceso constructivo



2012/01/10: Primer replanteo



2012/01/11: Inicio trabajos de movimiento de tierras



2012/01/19: Aislamiento bajo losa, XPS 8+8 al tresbolillo



2012/01/22: Aislamiento con XPS 8 cm en borde de losa



2012/02/08: Pilares ejecutados y aislamiento de losa visible



2012/03/06: Cubierta hormigonada



2012/03/27: Inicio trabajos de cierre de fachada con bloque de hormigón aligerado con arlita



2012/03/29: Trabajos de cierre de fachada con arliblock



2012/04/01: Cierre de fachada con arliblock completo



2012/04/13: Colocación de premarcos de madera impermeabilización de frentes



2012/04/19: Raseo de fachada con mortero hidrófugo



2012/04/27: Sellado de encuentros con caucho para conseguir la estanqueidad al aire



2012/04/27: Colocación de aislamiento bajo el vuelo para una envolvente térmica continua



2012/04/27: XPS bajo el premarco de la puerta de entrada



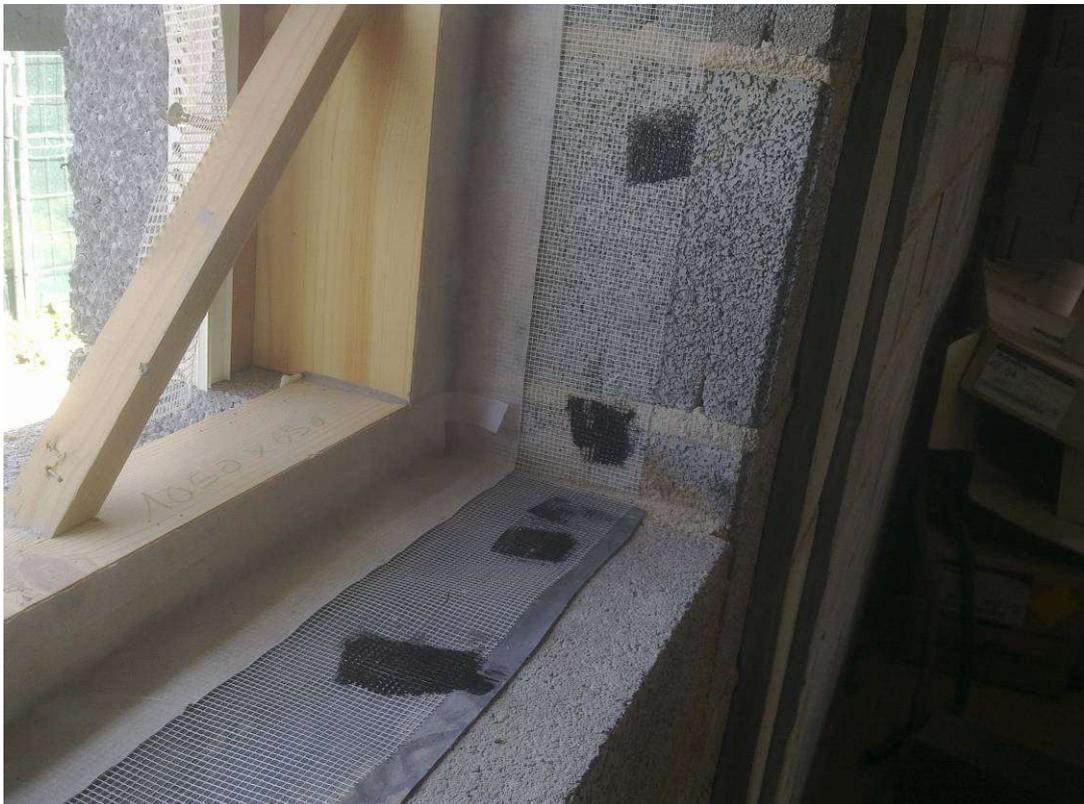
2012/05/07: Tacos de pvc para sujeción del SATE



2012/05/07: Encuentro SATE con premarco y tubos de VMC



2012/05/10: Sellado exterior de premarcos



2012/05/10: Sellado interior de premarcos



2012/05/10: Encuentro de SATE con alero de cubierta



2012/05/11: Sellado de tubos de entrada y salida de aire de la VMC y aerotermo



2012/05/11: Colocación SATE en encuentro con premarcos



2012/05/11: Inicio trabajos de yeso para la estanqueidad al aire



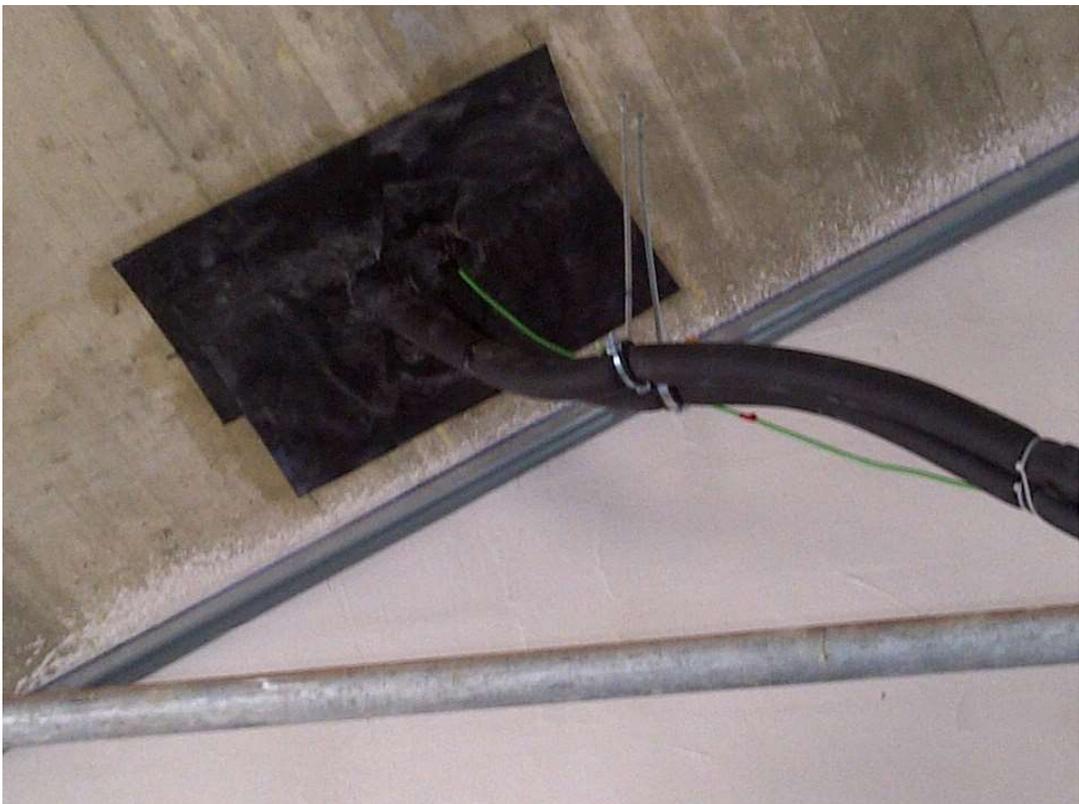
2012/05/18: Colocación de aislamiento, rastrel y lámina antinieve en cubierta



2012/05/19: XPS interior previo al recredido de mortero. Yeso finalizado



2012/05/28: SATE colocado. Progreso de trabajos en cubierta.



2012/05/30: Sellado de entrada de tubos de instalación solar



2012/06/01: Colocación de placa solar y antena de TV en cubierta



2012/06/06: Colocación de carpinterías



2012/06/06: Colocación de tacos de PVC para sujeción del SATE



2012/06/16: Colectores de la Ventilación Mecánica Controlada – VMC



2012/06/16: Trazado de tubos de la VMC entre Neopor y falso techo



2012/06/15: Neopor interior de cubierta y trasdós con manta para paso de instalaciones



2012/06/06: Sujeción de perfilaría de falsos techos



2012/06/12: Blower Door Test B en puerta de entrada. $n_{50} = 0,21 \text{ h}^{-1}$



2012/07/05: Depósito solar, aerotermo y vaso de expansión en sala de instalaciones



2012/07/07: Acceso a vivienda desde el porche Sur



2012/07/12: Acabados



2012/07/12: Innoair 300 DC



2012/07/20: Viviendas en fase de terminación



2012/08/12: Equipamiento con electrodomésticos de alta eficiencia energética



2012/09/11: Contadores de kWh de control en el interior de la vivienda

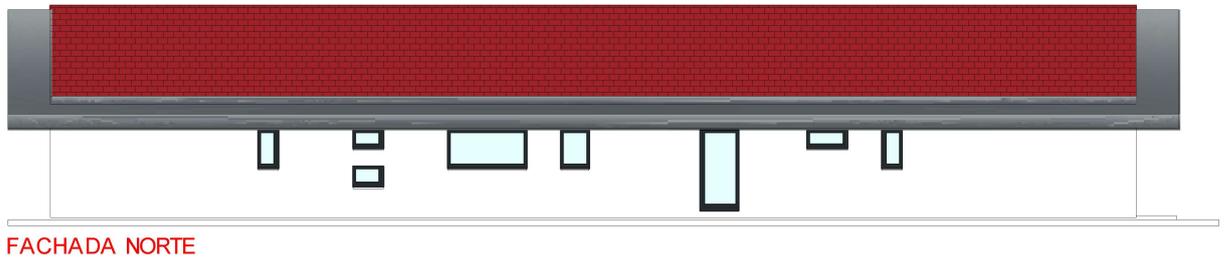


Elementos de medición de caudal y velocidad de la VMC



Medición de caudal y velocidad de la VMC en el estudio para su calibración.

4. Fachadas



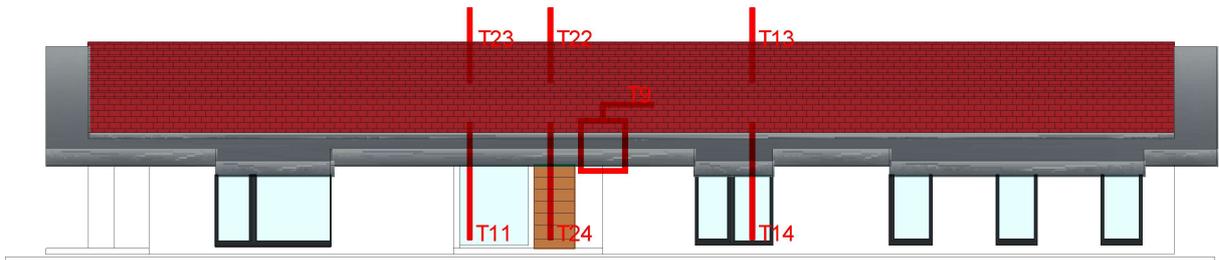
FACHADA NORTE



FACHADA ESTE



FACHADA OESTE

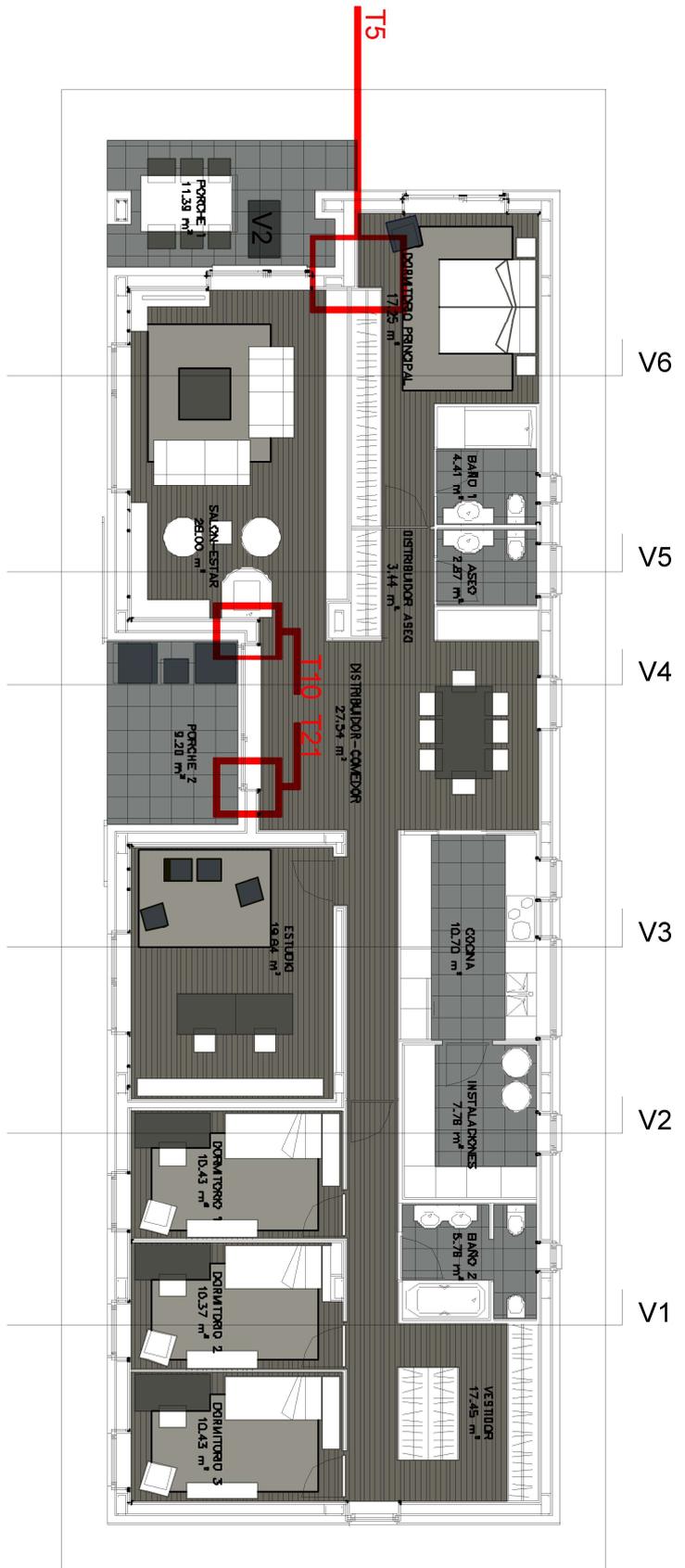


FACHADA SUR

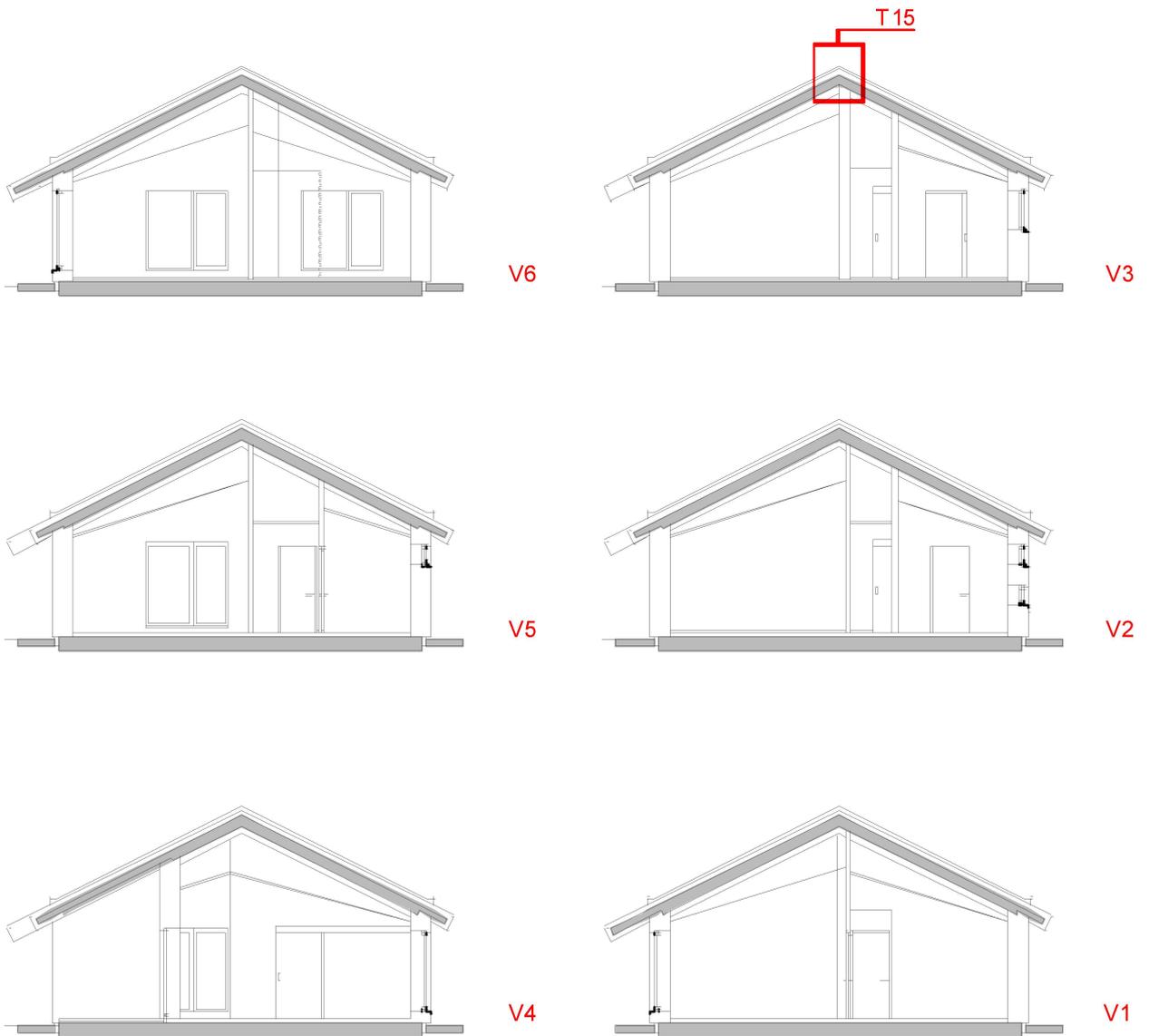


5. Plantas





6. Secciones



7. Detalles

Para conseguir una envolvente térmica continua, se ha aislado el edificio por debajo de la losa de cimentación con dos capas de Styrodur (XPS) colocadas al trespelillo para evitar la coincidencia de las juntas; estos 16 cm de aislamiento tienen continuidad en el frente de la losa con 8 cm del mismo material. La fachada se ha resuelto con un SATE con 16 cm de Neopor que llega hasta el aislamiento del frente de la losa. En la cubierta se han colocado también 12 cm de Neopor bajo la teja que tienen continuidad en todas las caras de los vuelos con 6 cm hasta llegar al encuentro con la fachada. Para completar el aislamiento de la cubierta se ha colocado Neopor de 16 cm anclado al interior de la losa de cubierta.

Se han estudiado los puentes térmicos en los cambios de espesores, en los porches y encuentros con las carpinterías.

7.1. Detalles constructivos.

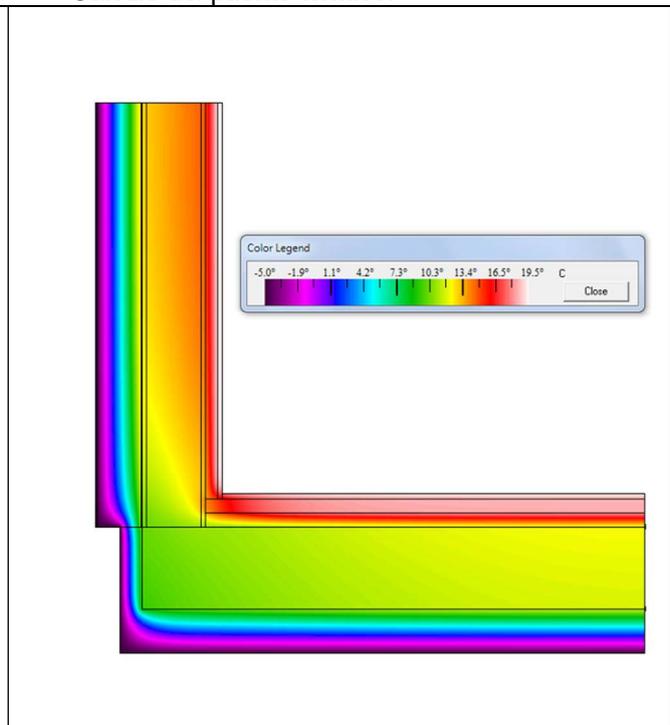
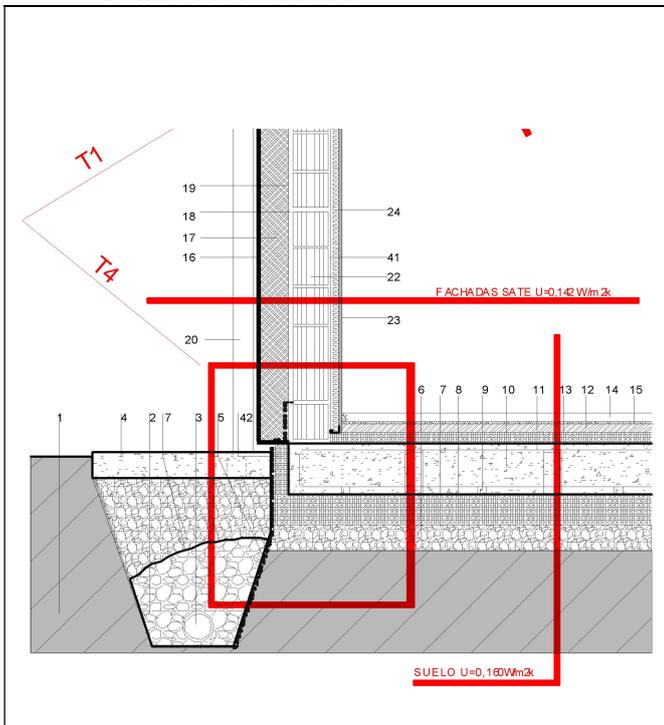
7.1.1. Encuentro del edificio con el suelo.

- T4 – puente térmico [$\text{PSI} = -0,0102 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$]

4 LOSA						
Assembly No. Building Assembly Description						
Heat Transfer Resistance [m ² K/W] interior R _s :: 0,17						
exterior R _s :: 0,00						
Area Section 1	λ [W/m·K]	Area Section 2 (optional)	λ [W/m·K]	Area Section 3 (optional)	λ [W/m·K]	Thickness [mm]
1. STYRODUR	0,036					160
2. HORMIGON HA-25	2,400					300
3. STYRODUR	0,036					50
4. RECRECIDO	1,300					50
5. TARIMA FLOTANTE	0,130	ceramica	0,810			15
6.						
7.						
8.						
		Percentage of Sec. 2		Percentage of Sec. 3		Total
		17,5%				57,5 cm
U-Value: 0,160 W/(m ² K)						

Detalle del encuentro.

Cálculo del puente térmico.



1. TERRENO EXISTENTE
2. ARIDO DRENANTE
3. TUBO DRENANTE Ø. 160
4. SOLERA DE HORMIGON ARMADO, ESPESOR VARIABLE MAX. 15 CMS. PENDIENTE 2%
5. LAMINA EPDM PARA IMPERMEABILIZACION
6. TODO-LINO COMPACTADO CON PISON E. 15 CMS.
7. LAMINA GEOTEXTIL
8. AISLAMIENTO DE POLESTIRENO EXTRUIDO DE ALTA DENSIDAD XPS E. 10 CMS.
9. SEPARADORES DE ARMADURAS DE LOSA DE CIMENTACION
10. LOSA DE CIMENTACION DE HORMIGON ARMADO HA25/B/20/Ita. E. 30 CMS.
11. ARMADO DE LOSA DE CIMENTACION, MALLAZO #5.15.8.8.
12. NORTERO DE NIVELACION E. 5 CMS.
13. AISLAMIENTO DE POLESTIRENO EXTRUIDO DE ALTA DENSIDAD XPS E. 5 CMS.
14. RODAPIE DE MADERA CONTRACHAPADA E. 1,5 CMS.
15. TARIMA FLOTANTE DE MADERA DE ROBLE E. 1,5 CMS. SOBRE LAMINA ANTIMPACTO
16. CARA BASE SATE SOBRE AISLAMIENTO DE FACHADA E. 0,6 CMS
17. AISLAMIENTO DE FACHADA DE POLESTIRENO EXPANDIDO NEOPOR E. 18 CMS.
18. RASEO DE NORTERO DE CEMENTO HIDROFUGO E. 1,5 CM.
19. ADHESIVO SATE E. 0,8 CMS.
20. BAJANTE DE PLUVIALES # 110 CMS.
21. VERTICAJAS A BASE DE COMPOSITE DE ALUMINO 0,5/3/0,5 MMS.
22. BLOQUE DE ARUTA E. 20 CMS

23. PLACA DE CARTON-YESO DE 15 MMS. DE ESPESOR
24. AISLAMIENTO DE LANA DE ROCA DE E. 5 CMS.
25. CARPINTERIA MIXTA DE ALUMINIO-MADERA DE ROBLE LAMINADO O SINLAR
26. ACERSTALAMIENTO, MIMO 33.1/18(ARGON)/4/18(ARGON)/4 BAJO EXHIBAL
27. PDMARCO DE MADERA
28. CARGADERO DE HORMIGÓN PREFABRICADO
29. RENATE DE VENTANAS MEDIANTE TABLERO DE ØM DE 1 CM. DE ESPESOR
30. REVESTIMIENTO DE VUELOS CON CHAPA DE ZINC-TITANIO SOBRE LAMINA DE POLIPROPILENO Y TABLERO DE FIBRAS ORIENTADAS SOBRE RASTREL DE MADERA 6X6
31. AISLAMIENTO EN TECHOS DE POLESTIRENO EXPANDIDO NEOPOR E. 16 CMS
32. AISLAMIENTO RIGIDO DE POLESTIRENO EXPANDIDO NEOPOR DE E. 12 CMS.
33. LOSA DE HORMIGON ARMADO HA25/B/20/Ita DE ESPESOR 16 CMS.
34. CANALON DE RECOGIDA DE PLUVIALES DE CHAPA DE ZINC-TITANIO
35. TEJA CERAMICA PLANA TIPO TB Flat
36. CONTRARRASTREL DE MADERA VASCULAZADA DE 3X4 CMS.
37. LAMINA ANTINEVE.
38. RASTREL DE MADERA VASCULAZADA DE 3X4 CMS.
39. LOSA DE HORMIGON ARMADO HA25/B/20/Ita DE ESPESOR 22 CMS.
40. AISLAMIENTO RIGIDO DE POLESTIRENO EXPANDIDO DE E. 8 CMS.
41. LUCIDO DE YESO DE ESPESOR 1,50 CMS.
42. AISLAMIENTO DE POLESTIRENO EXTRUIDO DE ALTA DENSIDAD XPS E. 8 CMS.
43. TABLERO DE MADERA VISO DE ESPESOR 1,50 CMS.

U-Factors

Edge	U-factor W/m2K	delta T C	Length mm	Rotation	Total Length
	0.1931	25.0	2957	N/A	

Display

U-factor
 R-value

% Error Energy Norm 3.57%

Export
OK

$\varphi = U_{factor} \cdot L_{2D} - [L_{x1} \cdot U_{x1} + L_{x2} \cdot U_{x2} + L_{x3} \cdot U_{x3} + L_{y1} \cdot U_{y1} + L_{y2} \cdot U_{y2} + L_{y3} \cdot U_{y3}] =$	-0,186
factor corrección ground	0,554
$\varphi_{total} = -0,186 \times f \text{ corrección ground} = -0,186 \times 0,554 =$	-0,1028934

FICHA 1 **CÁLCULO PUENTES TERMICOS**

LOCALIZACIÓN: SUELO-PARED T.4

Temp. exterior (T _e) (°C)	-5,00	T _{rsi} > 0,61	Vitoria-Gasteiz
Temp. interior (T _i) (°C)	20,00		
T _{sim} (°C)	17,40	T _{rsi} = (T _{sim} - T _e) / (T _i - T _e) =	0,8960

Cálculo del puente térmico, U-factor y Tsim.



- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

1. Aislamiento XPS bajo losa de cimentación.
2. Aislamiento bajo losa y en cantos de losa.
3. Impermeabilización frentes de losa antes de hormigonar la acera.
4. Impermeabilización frentes de losa después de hormigonar la acera.
5. Detalle aislamientos de fachada colocados, previo a al colocación de trasdosados y con aislamiento sobre losa de cimentación colocado.

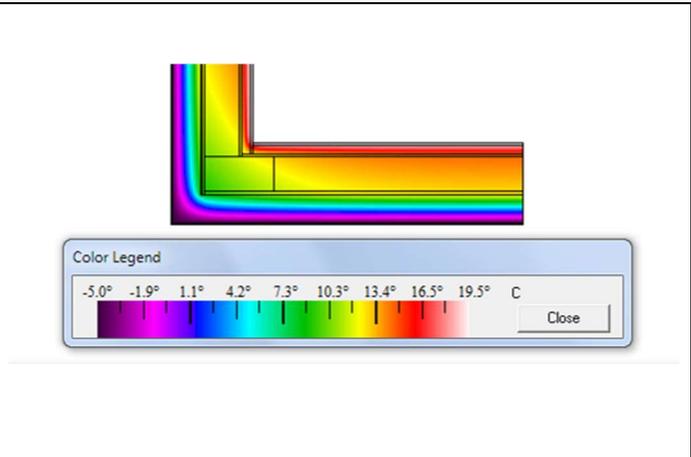
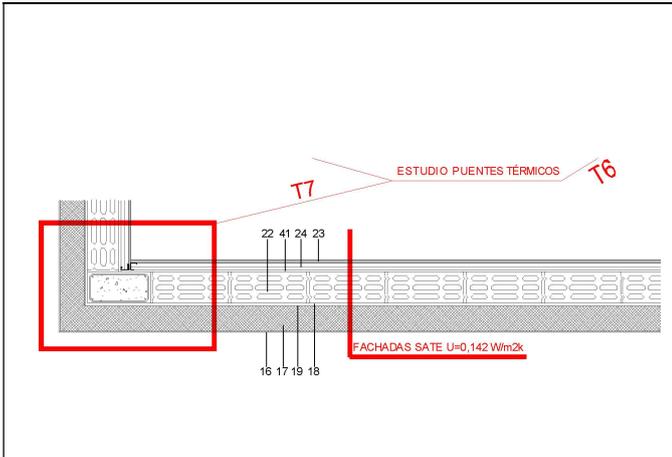
7.1.2. Fachada

• T7 – puente térmico [PSI = -0,0657 W / m² K]

1 FACHADA EXTERIOR						
Assembly No. Building Assembly Description						
Heat Transfer Resistance [m ² K/W] interior R _s : 0,13						
exterior R _s : 0,04						
Area Section 1	λ [W/m·K]	Area Section 2 (optional)	λ [W/m·K]	Area Section 3 (optional)	λ [W/m·K]	Thickness [mm]
1. REVOCO EXTERIOR	0,870					6
2. NEOPOR	0,032					160
3. ADHESIVO	0,870					5
4. RASEO HIDROFUGO	1,300					15
5. ARLIBLOCK 20	0,470	HORMIGON	2,400			200
6. YESO PROYECTADO	0,570					15
7. LANA ROCA	0,036					50
8. YESO LAMINADO	0,250					15
		Percentage of Sec. 2		Percentage of Sec. 3		Total
		12,0%				46,6 cm
U-Value: 0,143 W/(m ² K)						

Detalle del encuentro.

Cálculo del puente térmico.



1. TERRENO EXISTENTE
2. ARIDO DRENANTE
3. TUBO DRENANTE Ø. 160
4. SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO, ESPESOR VARIABLE MAX. 15 CMS. PENDIENTE 2%
5. LAMINA EPDM PARA IMPERMEABILIZACION
6. TODO-LINO COMPACTADO CON PISON E. 15 CMS.
7. LAMINA GEOTEXTIL
8. AISLAMIENTO DE PUESTIRENO EXTRUIDO DE ALTA DENSIDAD XPS E. 10 CMS.
9. SEPARADORES DE ARMADURAS DE LOSA DE CIMENTACION
10. LOSA DE CIMENTACION DE HORMIGÓN ARMADO HA25/B/20/10, E. 30 CMS.
11. ARMAO DE LOSA DE CIMENTACION, HALLAZO Ø5.15.Ø.Ø.
12. NORTERO DE NIVELACION E. 5 CMS.
13. AISLAMIENTO DE PUESTIRENO EXTRUIDO DE ALTA DENSIDAD XPS E. 5 CMS.
14. RODAPIE DE MADERA CONTRACHAPADA E. 1,5 CMS.
15. TARMA FLUTANTE DE MADERA DE ROBLE E. 1,5 CMS. SOBRE LAMINA ANTIPACTO
16. CAPA BASE SATE SOBRE AISLAMIENTO DE FACHADA E. 0,6 CMS
17. AISLAMIENTO DE FACHADA DE PUESTIRENO EXPANDIDO NEOPOR E. 18 CMS
18. RASEO DE NORTERO DE CEMENTO HIDROFUGO E. 1,5 CM.
19. ADHESIVO SATE E. 0,6 CMS.
20. BAJANTE DE PLUVIALES Ø 110 CMS.
21. VERTICAJAS A BASE DE COMPOSITE DE ALUMINO 0,5/3/0,5 MMS.
22. BLOQUE DE ARUTA E. 20 CMS

23. PLACA DE CARTÓN-YESO DE 15 MMS. DE ESPESOR
24. AISLAMIENTO DE LANA DE ROCA DE E. 5 CMS.
25. CARPINTERIA MIXTA DE ALUMINO-MADERA DE ROBLE LAMINADO O SINILAR
26. ADPESALAMIENTO, MINIMO 33.1/18(ARCOSN)/4/18(ARCOSN)/4 BAJO EMISIVO
27. PREDARDO DE MADERA
28. CARGADERO DE HORMIGÓN PREFABRICADO
29. RENATE DE VENTANAS MEDIANTE TABLERO DE ØM DE 1 CM. DE ESPESOR
30. REVESTIMIENTO DE VUELOS CON CHAPA DE ZINC-TITANIO SOBRE LAMINA DE POLIPROPILENO Y TABLERO DE FIBRAS ORIENTADAS SOBRE RASTREL DE MADERA ØXØ
31. AISLAMIENTO EN TECHOS DE PUESTIRENO EXPANDIDO NEOPOR E. 16 CMS
32. AISLAMIENTO RIGIDO DE PUESTIRENO EXPANDIDO NEOPOR DE E. 12 CMS.
33. LOSA DE HORMIGÓN ARMADO HA25/B/20/10 DE ESPESOR 16 CMS.
34. CANALON DE RECOGIDA DE PLUVIALES DE CHAPA DE ZINC-TITANIO
35. TEJA CERAMICA PLANA TIPO TB Flat
36. CONTRARRASTREL DE MADERA VACOLIZADA DE 3X4 CMS.
37. LAMINA ANTINEVE.
38. RASTREL DE MADERA VACOLIZADA DE 3X4 CMS.
39. LOSA DE HORMIGÓN ARMADO HA25/B/20/10 DE ESPESOR 22 CMS.
40. AISLAMIENTO RIGIDO DE PUESTIRENO EXPANDIDO DE E. 8 CMS.
41. LUGO DE YESO DE ESPESOR 1,50 CMS.
42. AISLAMIENTO DE PUESTIRENO EXTRUIDO DE ALTA DENSIDAD XPS E. 8 CMS.
43. TABLERO DE MADERA VISTO DE ESPESOR 1,50 CMS.

U-Factors

U-factor W/m2K	delta T C	Length mm	Rotation
Edge 0.1633	25.0	3075.78	N/A

Display: U-factor R-value

% Error Energy Norm: 1.85%

Export OK

$$\psi = U_{factor} \cdot L_{2D} - [L_{x1} \cdot U_{x1} + L_{x2} \cdot U_{x2} + L_{x3} \cdot U_{x3} + L_{y1} \cdot U_{y1} + L_{y2} \cdot U_{y2} + L_{y3} \cdot U_{y3}] = -0,0657$$

FICHA 1		CÁLCULO PUENTES TERMICOS	
LOCALIZACIÓN	T-7	SECCION HORIZONTAL FACHADA GENERAL	
Temp. exterior (T _e) (°C)	-5,00	T _{rsi} > 0,61	Vitoria-Gasteiz
Temp. interior (T _i) (°C)	20,00		
T _{sim} (°C)	18,20	T _{rsi} = (T _{sim} - T _e) / (T _i - T _e) =	0,9280

Cálculo del puente térmico, U-factor y Tsim.



Arliblock de fachada colocado



Raseo con mortero hidrófugo



Hermeticidad enlucido yeso y juntas de neopreno entre bloque de arliblock y losas



Arranque colocación NEOPOR.



Paño de fachada norte.



Detalle de colocación de Neopor



Raseo mortero para SATE.



Terminación pasta acrílica de SATE.

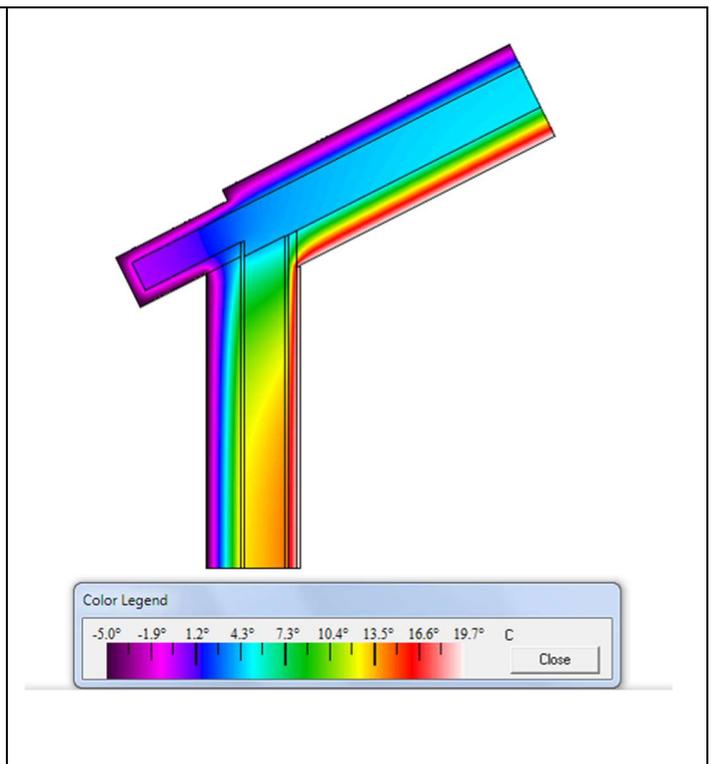
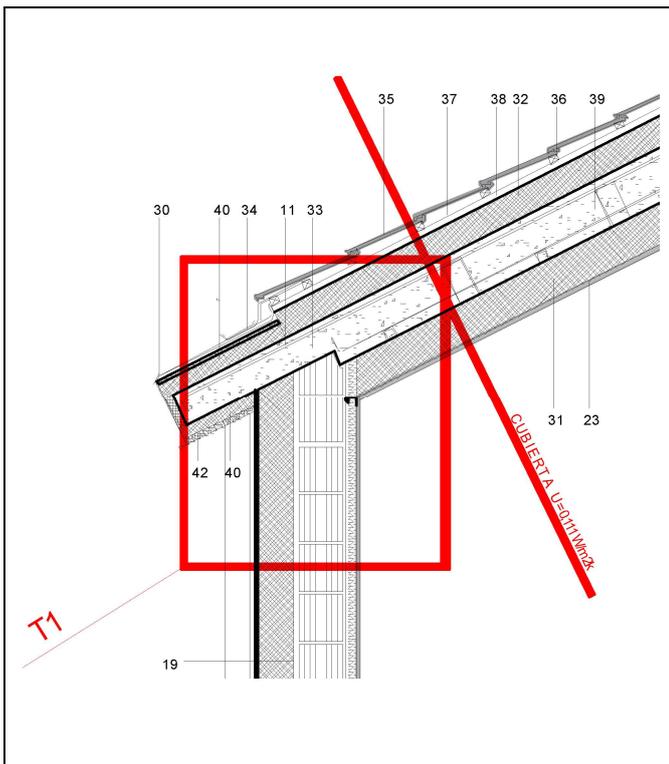
7.1.3. Cubierta

- T1 – puente térmico [PSI = 0,0364 W / m² K]

5 CUBIERTA						
Assembly No. Building Assembly Description						
Heat Transfer Resistance [m ² K/W] interior R _{si} : 0,10						
exterior R _{se} : 0,04						
Area Section 1	λ [W/(mK)]	Area Section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area Section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
1. NEOPOR	0,032					120
2. HORMIGON	2,400					220
3. NEOPOR	0,032					160
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
		Percentage of Sec. 2		Percentage of Sec. 3		Total
						50,0 cm
U-Value: 0,111 W/(m ² K)						

Detalle del encuentro.

Cálculo del puente térmico.



1. TERRENO EXISTENTE
2. ARIDO ORIENTANTE
3. TUBO DRENANTE D. 160
4. SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO, ESPESOR VARIABLE MAX. 15 CMS. PENDIENTE 2%
5. LAMINA EPDM PARA IMPERMEABILIZACIÓN
6. TODO-LINO COMPACTADO CON PISÓN E. 15 CMS.
7. LAMINA GEOTEXTIL
8. AISLAMIENTO DE PUESTIRENO EXTRUIDO DE ALTA DENSIDAD XPS E. 10 CMS.
9. SEPARADORES DE ARMADURAS DE LOSA DE CIMENTACION
10. LOSA DE CIMENTACION DE HORMIGÓN ARMADO HA25/B/20/10, E. 30 CMS.
11. ARMAJO DE LOSA DE CIMENTACION, MALLAZO #5.15.A.B.
12. NORTERO DE NIVELACION E. 5 CMS.
13. AISLAMIENTO DE PUESTIRENO EXTRUIDO DE ALTA DENSIDAD XPS E. 5 CMS.
14. RODAPIE DE MADERA CONTRACHAPADA E. 1,5 CMS.
15. TARMA FLOTANTE DE MADERA DE ROBLE E. 1,5 CMS. SOBRE LAMINA ANTIMPACTO
16. CAPA BASE SATE SOBRE AISLAMIENTO DE FACHADA E. 0,6 CMS
17. AISLAMIENTO DE FACHADA DE PUESTIRENO EXPANDIDO NEOPOR E. 18 CMS.
18. RASEO DE NORTERO DE CEMENTO HIDROFUGO E. 1,0 CM.
19. ADHESIVO SATE E. 0,8 CMS.
20. BAIANTE DE PLUVIALES # 110 CMS.
21. VIERTEAGUAS A BASE DE COMPOSITE DE ALUMINIO 0,5/3/0,5 MMS.
22. BLOQUE DE ARUTA E. 20 CMS

23. PLACA DE CARTÓN-YESO DE 15 MMS. DE ESPESOR
24. AISLAMIENTO DE LANA DE ROCA DE E. 5 CMS.
25. CARPINTERIA MIXTA DE ALUMINIO-MADERA DE ROBLE LAMINADO O SIMILAR
26. ADOSALAMIENTO, MINIMO 33.1/18(ARGON)/4/18(ARGON)/4 BAJO EMISIVO
27. PSEMARCO DE MADERA
28. CARGADERO DE HORMIGÓN PREFABRICADO
29. RENATE DE VENTANAS MEDIANTE TABLERO DE DM DE 1 CM. DE ESPESOR
30. REVESTIMIENTO DE VUELOS CON CHAPA DE ZINC-TITANIO SOBRE LAMINA DE POLIPROPILENO Y TABLERO DE FIBRAS ORIENTADAS SOBRE RASTREL DE MADERA 6X6
31. AISLAMIENTO EN TECHOS DE PUESTIRENO EXPANDIDO NEOPOR E. 16 CMS
32. AISLAMIENTO RIGIDO DE PUESTIRENO EXPANDIDO NEOPOR DE E. 12 CMS.
33. LOSA DE HORMIGÓN ARMADO HA25/B/20/10 DE ESPESOR 18 CMS.
34. CANALON DE RECOGIDA DE PLUVIALES DE CHAPA DE ZINC-TITANIO
35. TEJA CERAMICA PLANA TIPO TB Flat
36. CONTRARRASTREL DE MADERA VACUOLIZADA DE 3X4 CMS.
37. LAMINA ANTINEVE.
38. RASTREL DE MADERA VACUOLIZADA DE 3X4 CMS.
39. LOSA DE HORMIGÓN ARMADO HA25/B/20/10 DE ESPESOR 22 CMS.
40. AISLAMIENTO RIGIDO DE PUESTIRENO EXPANDIDO DE E. 6 CMS.
41. LUGO DE YESO DE ESPESOR 1,20 CMS.
42. AISLAMIENTO DE PUESTIRENO EXTRUIDO DE ALTA DENSIDAD XPS E. 8 CMS.
43. TABLERO DE MADERA MISTO DE ESPESOR 1,50 CMS.

I-Factors

U-factor W/m ² K	delta T C	Length mm	Rotation	Total Length
Edge 0.1638	25.0	2884.24	N/A	

Display
 U-factor
 R-value

% Error Energy Norm 3.62%

Export
OK

$\phi = U_{factor} \cdot L_{2D} - [L_{x1} \cdot U_{x1} + L_{x2} \cdot U_{x2} + L_{x3} \cdot U_{x3} + L_{y1} \cdot U_{y1} + L_{y2} \cdot U_{y2} + L_{y3} \cdot U_{y3}] = 0,0364$

LOCALIZACIÓN		T.1 VUELO-FACHADA	
Temp. exterior (T _e) (°C)	-5,00	T _{res} > 0,61	Vitoria-Gasteiz
Temp. interior (T _i) (°C)	20,00		
T _{sim} (°C)	18,60	T _{res} = (T _{sim} - T _e) / (T _i - T _e) =	0,9440

Cálculo del puente térmico, U-factor y Tsim.



1.



2.



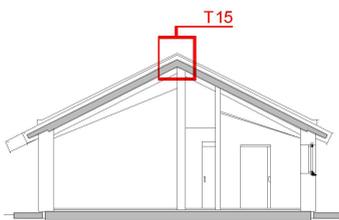
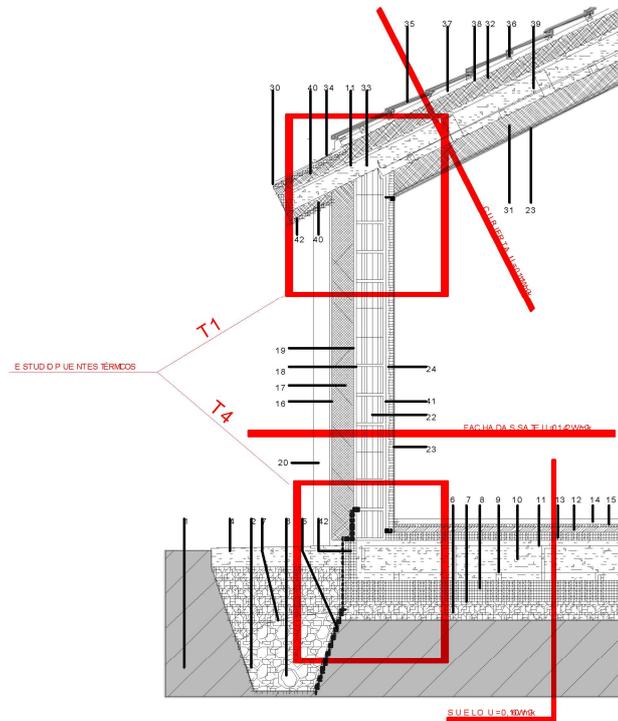
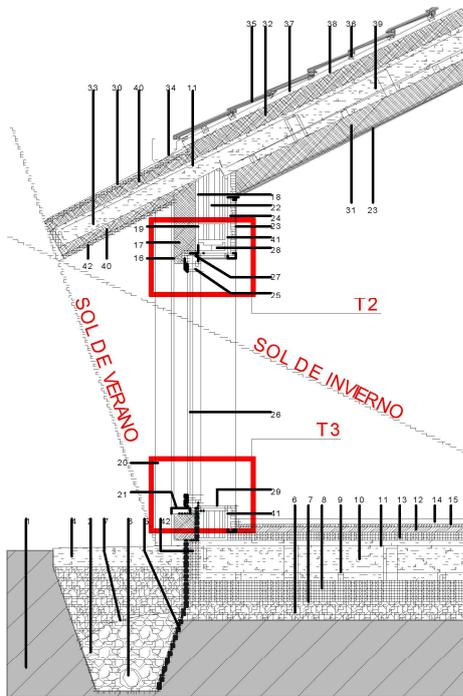
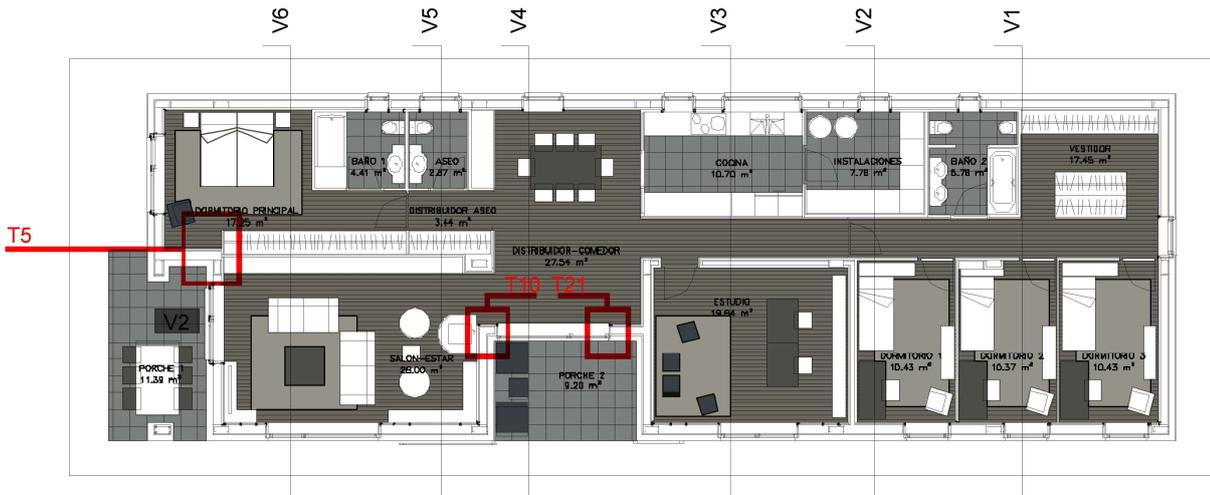
3.

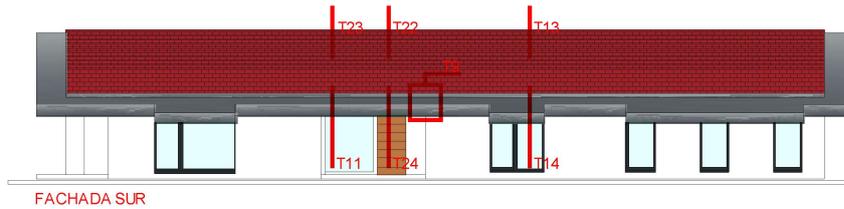


4.

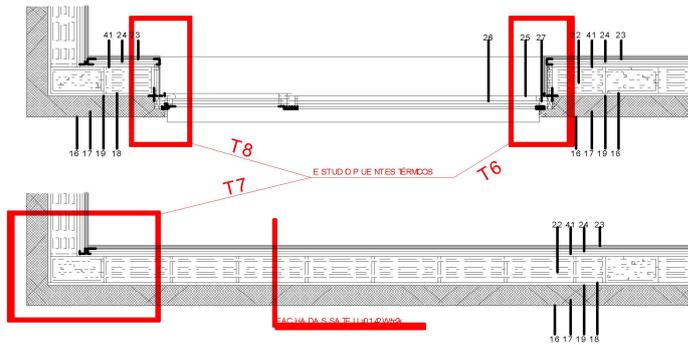
1. Colocación de aislamiento en cubierta
2. Aislamiento en cubierta y vuelos de cubierta colocado
3. Aislamiento, Neopor, bajo cubierta y lana de roca de aislamiento de trasdós de fachada y tabiquería. Aislamiento bajo alero.

7.1.4. Localización puentes térmicos lineales principales.





FACHADA SUR



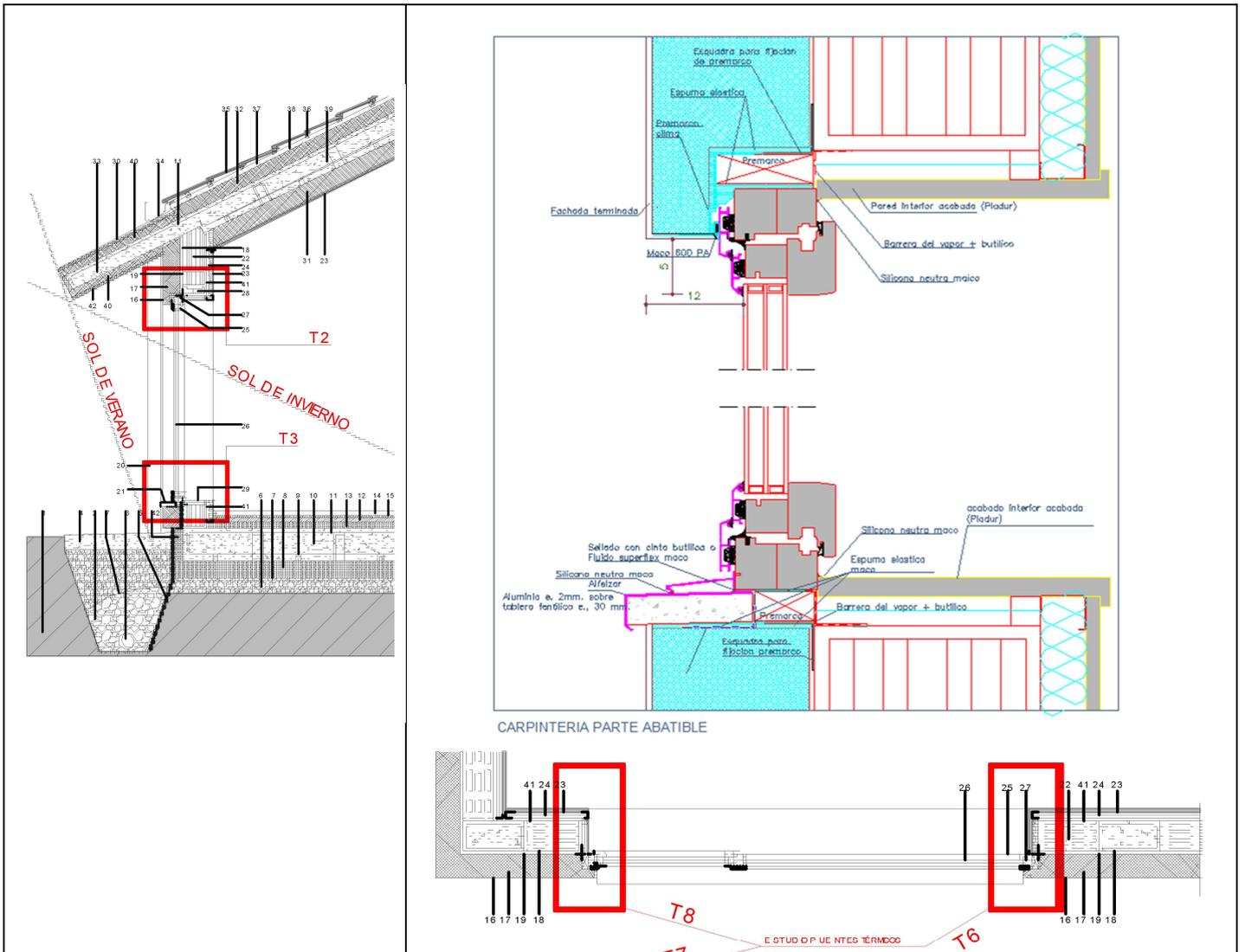
Thermal Bridge Inputs											
Thermal Bridge Description	Group No.	Assigned to Group	Quantity	x (	User Determined Length [m]	User subtraction length [m]	)=	Length ℓ [m]	Input of Thermal Bridge Heat Loss Coefficient W/(mK)	Ψ W/(mK)
Anclajes Neopor	15	Thermal Bridges Ambient		x (		-	)=	0,00	Anclajes Neopor	
losa-porche	16	Perimeter Thermal Bridges	1	x (	14,49	-	)=	14,49	losa-porche	0,049
vuelo	15	Thermal Bridges Ambient	1	x (	78,22	-	)=	78,22	vuelo	0,036
entrantes	15	Thermal Bridges Ambient	2	x (	3,89	-	)=	7,78	entrantes	0,031
entrantes	15	Thermal Bridges Ambient	1	x (	4,84	-	)=	4,84	entrantes	0,031
esq salientes	15	Thermal Bridges Ambient	6	x (	2,62	-	)=	15,72	esq salientes	-0,066
cumbrera	15	Thermal Bridges Ambient	1	x (	26,28	-	)=	26,28	cumbrera	-0,032
losa-fachada	16	Perimeter Thermal Bridges	1	x (	63,73	-	)=	63,73	losa-fachada	-0,010
esq saliente porche O	15	Thermal Bridges Ambient	1	x (	4,65	-	)=	4,65	esq saliente porche O	-0,066
PUERTA ENTRADA suelo	15	Thermal Bridges Ambient	1	x (	1,05	-	)=	1,05	PUERTA ENTRADA suelo	0,124
PUERTA ENTRADA FACHADA	15	Thermal Bridges Ambient	1	x (	2,10	-	)=	2,10	PUERTA ENTRADA FACHADA	0,025
PTA ENTRADA TECHO	15	Thermal Bridges Ambient	1	x (	1,05	-	)=	1,05	PTA ENTRADA TECHO	0,023
FIJO ENTRADA SUELO	15	Thermal Bridges Ambient	1	x (	1,88	-	)=	1,88	FIJO ENTRADA SUELO	0,131
FIJO ENTRADA FACHADA	15	Thermal Bridges Ambient	1	x (	2,10	-	)=	2,10	FIJO ENTRADA FACHADA	0,029
FIJO ENTRADA TECHO	15	Thermal Bridges Ambient	1	x (	1,88	-	)=	1,88	FIJO ENTRADA TECHO	0,018

7.1.5. Puertas y ventanas.

Se han colocado unas ventanas de Ventaclim-Carpintería Llodiana, de 94 mm de sección. Las ventanas corresponden al modelo Super Confort, mixtas de madera y aluminio con triple vidrio de Guardian y cámara de argón 90%. La colocación de las ventanas se realizó a haces exteriores siguiendo los criterios del PHI y con diversos sellados. Este aspecto ha sido quizás uno de los más delicados de la ejecución del proyecto, por lo novedoso y diferente en cuanto a la forma de ejecución para los carpinteros. Sin embargo, las pruebas de estanqueidad al aire han dado unos resultados estupendos. Los marcos tienen las siguientes características:

Tipo ventana	U_g W/m ² K	U_f W/m ² K	ψ_g W/mK	$\psi_{install}$ W/mK
madera/aluminio	0,6	1,00	0,05	Lat. 0,032/inf.0,033/sup. 0,036

Secciones y encuentros ventanas/cerramientos.



Vista de la sección de la ventana

Quantity	Description	Deviation from North	Height m	Inclination from the Horizontal	Orientation	Window Rough Openings		Select area from the three worksheets	Installed		Glazing		Frame		g-Value	U-Value		Window Frame Dimensions				Installation			Ψ-Value		Results		Glass U-Value	Frame U-Value
						Width	Height		m	m	m	m	m	m		Glazing	Frame	Width Left	Width Right	Width Bottom	Width Top	Leaf 1/0	Leaf 2/0	Sill 1/0	Sill 2/0	Head 1/0	Head 2/0	Window Area			Glass Area	U-Value	U-Value
1	V1-S-I	180	30	South	0,920	1,830	FACHADASUP	1	1,5/16...EX2	2	Practicable	1	0,50	0,60	1,00	0,05	0,15	0,11	0,05	1	0	1	1	0,040	0,036	1,7	1,26	0,90	72%	
1	P1-S-D	180	30	South	1,170	2,050	INVERNADES	7	1,5/16...EX2	2	Fija	3	0,50	0,60	0,90	0,02	0,02	0,07	0,02	1	0	1	1	0,040	0,029	3,6	3,39	0,75	93%	
1	V2-S-I	180	30	South	0,920	1,830	FACHADASUP	1	1,5/16...EX2	2	Practicable	1	0,50	0,60	1,00	0,05	0,15	0,11	0,05	1	0	1	1	0,040	0,036	1,7	1,26	0,90	72%	
3	V3-S	180	30	South	1,020	1,830	FACHADASUP	1	1,5/16...EX2	2	Practicable	4	0,50	0,60	1,00	0,05	0,05	0,11	0,05	1	1	1	1	0,040	0,036	5,8	4,78	0,89	83%	
1	V4-E	90	30	East	0,920	1,830	FACHADASUP	4	1,5/16...EX2	2	Practicable	4	0,50	0,60	1,00	0,05	0,05	0,11	0,05	1	1	1	1	0,040	0,036	1,7	1,42	0,91	82%	
2	V5-N	0	30	North	0,940	0,340	FACHADAROL	3	1,5/16...EX2	2	Practicable	4	0,50	0,60	1,00	0,05	0,05	0,11	0,05	1	1	1	1	0,040	0,036	0,8	0,55	1,19	65%	
1	V6-N	0	30	North	0,680	0,460	FACHADAROL	3	1,5/16...EX2	2	Practicable	4	0,50	0,60	1,00	0,05	0,05	0,11	0,05	1	1	1	1	0,040	0,036	0,3	0,18	1,26	56%	
1	V8-N	0	30	North	1,870	0,340	FACHADAROL	3	1,5/16...EX2	2	Practicable	4	0,50	0,60	1,00	0,05	0,05	0,11	0,05	1	1	1	1	0,040	0,036	1,8	1,38	0,92	79%	
1	V9-N	0	30	North	0,680	0,340	FACHADAROL	3	1,5/16...EX2	2	Practicable	4	0,50	0,60	1,00	0,05	0,05	0,11	0,05	1	1	1	1	0,040	0,036	0,6	0,45	1,07	71%	
1	V10-N	0	30	North	0,920	1,830	FACHADAROL	4	1,5/16...EX2	2	Practicable	4	0,50	0,60	1,00	0,05	0,05	0,11	0,05	1	1	1	1	0,040	0,036	1,7	1,42	0,91	82%	
1	V2-O-I-H	270	30	West	0,940	1,830	FACHADAROL	2	1,5/16...EX2	2	Practicable	1	0,50	0,60	1,00	0,05	0,15	0,11	0,05	1	0	1	1	0,040	0,036	1,8	1,29	0,90	73%	
1	V1-S-D	180	30	South	1,880	1,830	FACHADASUP	1	1,5/16...EX2	2	Fija	3	0,50	0,60	0,90	0,02	0,02	0,07	0,02	0	1	1	1	0,040	0,029	3,6	3,31	0,75	93%	
1	V2-S-D	180	30	South	0,940	1,830	FACHADASUP	1	1,5/16...EX2	2	Fija	3	0,50	0,60	0,90	0,02	0,02	0,07	0,02	0	1	1	1	0,040	0,029	1,8	1,62	0,81	91%	
1	V2-O-D-H	270	30	West	0,940	1,830	FACHADAROL	2	1,5/16...EX2	2	Fija	3	0,50	0,60	0,90	0,02	0,02	0,07	0,02	0	1	1	1	0,040	0,029	1,8	1,62	0,81	91%	
1	V2-O-I-P	270	30	West	0,920	1,830	FACHADAROL	2	1,5/16...EX2	2	Practicable	1	0,50	0,60	1,00	0,05	0,15	0,11	0,05	1	0	1	1	0,040	0,036	1,7	1,26	0,90	72%	
1	V2-O-D-P	270	30	West	0,940	1,830	FACHADAROL	2	1,5/16...EX2	2	Fija	3	0,50	0,60	0,90	0,02	0,02	0,07	0,02	0	1	1	1	0,040	0,029	1,8	1,62	0,81	91%	
1	V7-N	0	30	North	0,680	0,460	FACHADAROL	3	1,5/16...EX2	2	Practicable	4	0,50	0,60	1,00	0,05	0,05	0,11	0,05	1	1	1	1	0,040	0,036	0,4	0,26	1,21	59%	
1	V6-N	0	30	North	0,680	0,460	FACHADAROL	3	1,5/16...EX2	2	Practicable	4	0,50	0,60	1,00	0,05	0,05	0,11	0,05	1	1	1	1	0,040	0,036	0,3	0,18	1,26	56%	

Puerta de entrada a vivienda: Para realizar el cálculo de la transmitancia de la puerta, Ud, nos basamos en el criterio y formulación por el que se realiza el cálculo de transmitancia de las ventanas, Uf.

En este caso consideramos el marco como en el caso de las ventanas, Uf, la hoja de la puerta sería el vidrio, Ug, y como elemento espaciador separador, Ψ spacer, consideraremos la conductividad de una junta de PVC, en todo el perímetro de unión entre marco y hoja de puerta.

Calculamos las transmitancias del marco y de la hoja de la puerta:

9 PUERTA

Assembly No. Building Assembly Description

Heat Transfer Resistance [m²/K/W] interior R_{si}: **0,13**
 exterior R_{se}: **0,04**

Area Section 1	λ [W/m·K]	Area Section 2 (optional)	λ [W/m·K]	Area Section 3 (optional)	λ [W/m·K]	Thickness [mm]
1. MADERA	0,130					11
2. XPS	0,036	MADERA	0,130			77
3. MADERA	0,130					11
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						

Percentage of Sec. 2: **10,0%** Percentage of Sec. 3:

U-Value: 0,481 W/(m²·K)

10 MARCO

Assembly No. Building Assembly Description

Heat Transfer Resistance [m²/K/W] interior R_{si}: **0,13**
 exterior R_{se}: **0,04**

Area Section 1	λ [W/m·K]	Area Section 2 (optional)	λ [W/m·K]	Area Section 3 (optional)	λ [W/m·K]	Thickness [mm]
1. MADERA	0,130					99
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						

Percentage of Sec. 2: Percentage of Sec. 3:

U-Value: 1,073 W/(m²·K)

Aplicamos la fórmula:

$$\begin{aligned} U_d &= (A_d \times U_d + A_f \times U_f + \dot{V} \text{ spacer} \times L \text{ spacer}) / A_d + A_f = \\ &= (1,666 \times 0,481 \times 0,63 \times 1,073 \times 0,163 \times 6) / 1,666 \times 0,63 = \\ &= 1,069 \text{ W/(m}^2\text{k)} \end{aligned}$$

Incrementamos, por seguridad, la transmitancia del conjunto en un 15%, tomando para los cálculos del PHPP, una **Ud= 1,25 W/(m²k)**.

7.1.6. La hermeticidad al aire

Para conseguir la estanqueidad al aire, aprovechamos la estanqueidad que ya aporta el hormigón en la losa y en la cubierta y confiamos al yeso la estanqueidad de la fachada. Sin embargo, antes de proyectar el yeso sobre la fábrica de ladrillo se sellaron adecuadamente los encuentros entre distintos materiales: ladrillo con hormigón en losa, cubierta y pilares o ladrillo con ladrillo.

Tras esta experiencia, y teniendo en cuenta que sobre la losa se colocó otra capa de aislamiento de 5 cm y luego un recrecido de mortero de otros 5 cm, creemos que el sellado realizado en el encuentro entre el ladrillo y la losa de cimentación no es necesario, ya que además el ladrillo ahí tiene un buen apoyo (no es como en el encuentro con la losa de cubierta, donde la última hilada de ladrillos nunca entra perfecta).

- **Fachada, sellado en encuentros con losa de cimentación, losa de cubierta y zona de pilares.**



1.-



1.-



2.-

1. Sellado mediante bandas de caucho en encuentros horizontales y verticales de fábrica de bloque con estructura de hormigón, losas y pilares.
2. Sellado de paramentos verticales, bloque y pilares mediante enlucido de yeso.

• Ventanas y puertas



Sellado del premarco a fábrica de bloque previo al enlucido de yeso.



Sellado del premarco en zona de vierteaguas.



Sellado de premarcos mediante enlucido de yeso.

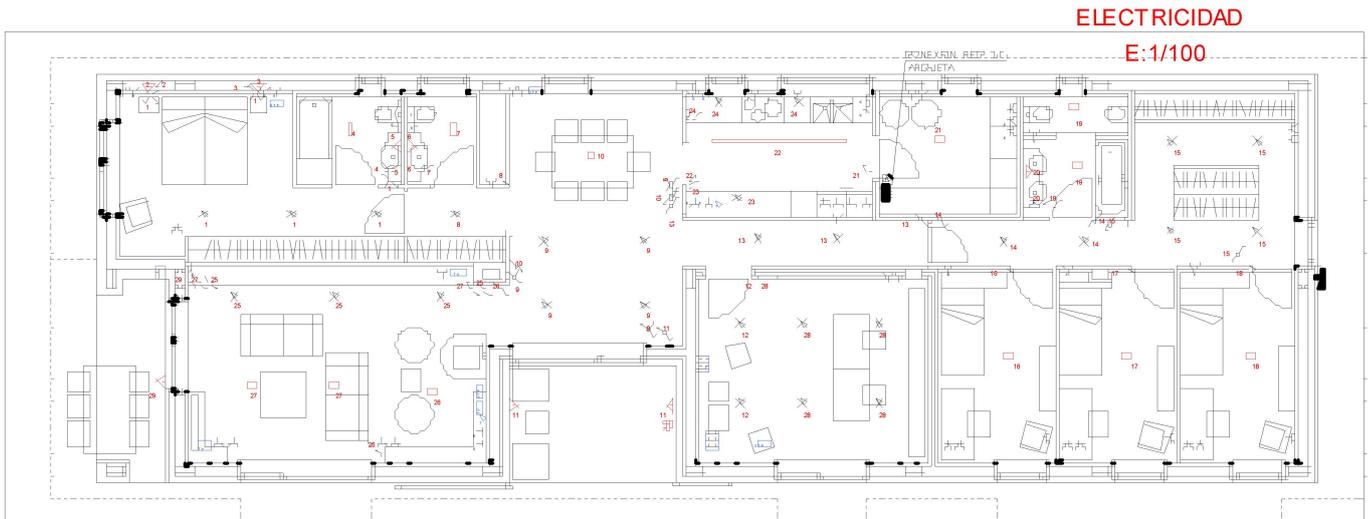


Carpintería colocada

• Instalación eléctrica

La acometida al edificio se realiza en un único punto en el cuarto de instalaciones, minimizando así los puntos en los que se rompe la estanqueidad al aire. Entramos con cinco tubos corrugados: tres para telecomunicaciones, uno para la toma de tierra y otro para la electricidad.

Para sacar puntos de luz y de fuerza al exterior (en los porches o en la fachada) salimos directamente con manguera, evitando así el paso de tubo y cable en su interior. El paso de la manguera, que sólo es un taladro, se selló por el interior con caucho antes de proyectar el yeso. Este mismo sistema se utilizó para el paso de la antena de TV y radio y para la instalación solar.



LEYENDA ELECTRICIDAD

	PUNTO DE LUZ APLIQUE EN PARED	8 Ud
	PUNTO DE LUZ COLGADO	13 Ud
	PUNTO DE LUZ EMPOTRADO (downlight?)	25 Ud
	ENSE B ENCHUFES	2 Ud
	CAJA ESTANCA	2 Ud
	ENCHUFE 10/16A	33 Ud
	ENCHUFE 10/16A ENCIMERA	23 Ud
	25 AMPERIOS ENCHUFE	2 Ud
	TOMA INFORMATICA	4 Ud
	TELEVISION RADIO	3 Ud
	TELÉFONO	2 Ud
	DETECTOR DE PRESENCIA	1 Ud
	INTERRUPTOR SENCILLO	20 Ud
	INTERRUPTOR CONMUTADO	5 Ud
	INTERRUPTOR DE CRUZAMIENTO	1 Ud



Salida para alumbrado exterior con manguera



Caja estanca para enchufe exterior

• Ventilación – conexiones con el exterior

Los conductos de aire de la Ventilación Mecánica Controlada se sacan a la fachada con tubo de PE evitando así la generación de un puente térmico y condensaciones. Se hicieron los agujeros de fachada mediante una corona de la medida exterior del tubo y posteriormente se sellaron por lámina de caucho adherida al bloque de ladrillo. Este sellado después se cubrió con el proyectado de yeso (se taparon los tubos para evitar la entrada de suciedad durante el proyectado de yeso y hasta el final de la obra).



Sellado de tubos de VMC con caucho



Proyectado de sello con los tubos protegidos

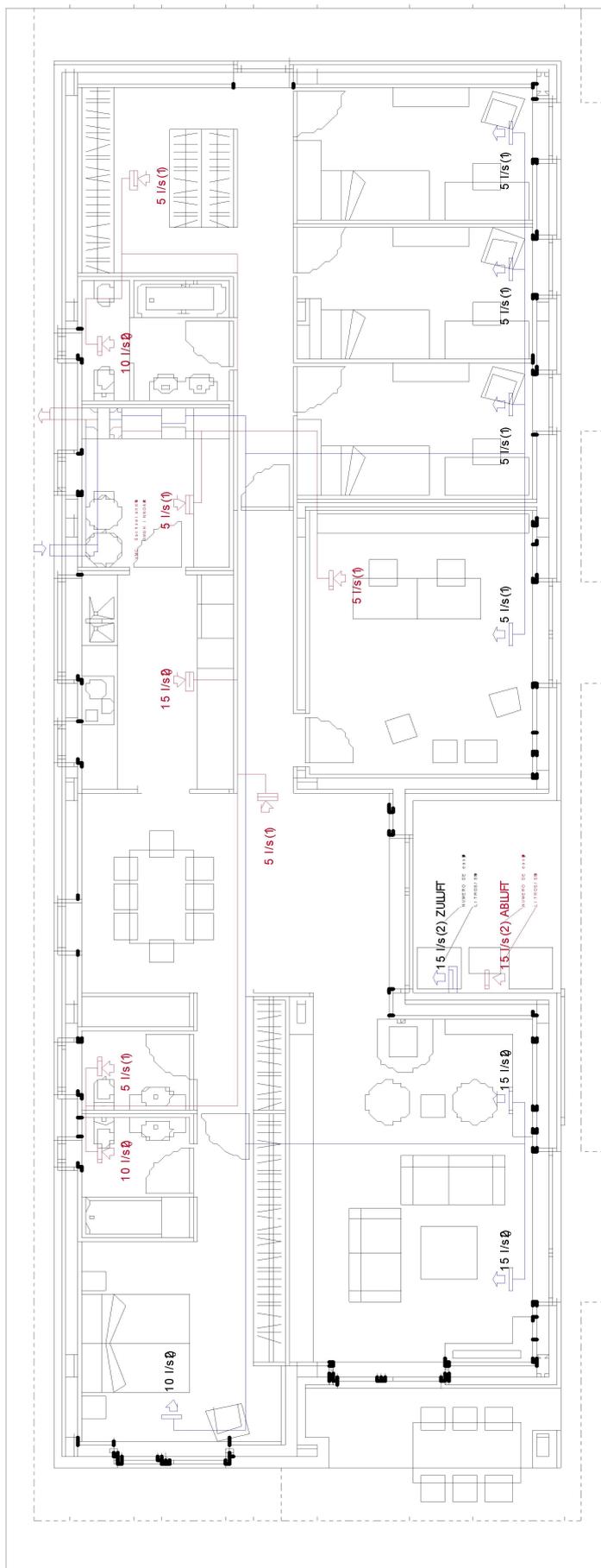
7.2. El sistema de ventilación

El edificio está equipado con un sistema de ventilación mecánica controlada de doble flujo con recuperador de calor. La máquina es el **modelo Innoair NOVUS 300** fabricada por la empresa PAUL y certificada por el PHI de Alemania con un **rendimiento del 93% y una potencia eléctrica de 0,24 Wh/m³**. Los conductos de comunicación con el exterior, como ya se ha indicado, son de PE y los del interior se han realizado con el sistema "Octopus" con conductos flexibles y bocas de plato. Los conductos se han llevado sujetos al interior de la losa de cubierta, entre el neopor interior y el falso techo.

La ventilación, como norma general, se impulsa en los cuartos secos y se recoge en cuartos húmedos. No obstante, para conseguir el correcto equilibrado, existe una boca de extracción en la parte más alta del comedor con el fin de aprovechar la bolsa de aire caliente que pueda formarse al usar la estufa; otra extracción en el vestidor de la zona Este y una tercera en el estudio ya que esta habitación está acústicamente tratada y suele trabajarse en ella con la puerta cerrada.

Los conductos de admisión y expulsión de la VMC se encuentran en la sala técnica, junto con los del aerotermo. Evidentemente, se han colocado las admisiones de ambas en un extremo de la sala y las expulsiones en el extremo contrario, habiendo entre ellas más de 3 metros de distancia.

**VEN IILACION
E:1/100**



Esquema del proyecto VMC

CALCULOS VENTILACIÓN

Dependencia	Sup. (m ²)	Ocup. (pers)	pasive house	
			Adm. (M ³ /H)	Ext (M ³ /H)
LOCALES SE COS				
Dormitorio principal	17,25	2	36,0	
Dormitorio 1	10,43	1	18,0	
Dormitorio 2	10,37	1	18,0	
Dormitorio 3	10,43	1	18,0	
Estudio	19,64	2	18,0	
Salón-Estar	28,00	6	108,0	
LOCALES HÚMEDOS				
Cocina	10,70			54,0
Baño 1	4,41			36,0
Baño 2	5,76			36,0
Aseo	2,87			18,0
Estudio	19,40			36,0
Local Instalaciones	7,76			18,0
Vestidor	17,45			18,0
Distribuidorcomedor	27,54			18,0
Caudal admisión de vivienda (M ³ /H):				216,0
Caudal extracción de vivienda (M ³ /H):				216,0



Colocación de conductos de ventilación, impulsión y extracción, previa ejecución del falso techo de cartón-yeso



Colectores y silenciadores de impulsión y extracción en cuarto de instalaciones.



Máquina de la VMC en el cuarto de instalaciones incluso todos los tubos de la instalación

7.3. El sistema de calefacción.

A la vista de los resultados arrojados por el PHPP y la confianza de los usuarios en los datos obtenidos, no se ha dispuesto un sistema de calefacción convencional, ni una batería de post calentamiento,. El argumento utilizado es por una parte la confianza en el cálculo (si cuando un cálculo convencional nos dice que tenemos que utilizar un número determinado de elementos en los radiadores nos lo creemos, ¿Por qué no vamos a creernos que no necesitamos calefacción?) y por otra parte, el desembolso económico es muy similar si se realizaba en obra o posteriormente, así que ¿por qué gastar dinero en algo que a priori no es necesario? Además, ya hemos escuchado a otros usuarios de viviendas pasivas decir que han montado un sistema de calefacción “por si acaso” que después no usan. Conclusión: para cubrir la pequeña demanda de calor de las viviendas se ha optado por colocar una estufa de pellet de la casa RIKA, modelo “Como”, con una potencia variable y regulable de entre 2,4 y 9 kW, que además es programable o puede funcionar mediante termostato ambiente, junto con un pequeño radiador eléctrico de 400 W en la zona Este para evitando desequilibrios de temperatura que puedan generar discomfort



Entrada de aire a la estufa para la combustión en la fachada



Entrada de aire a la estufa para la combustión sellado en el interior de la vivienda



Estufa en funcionamiento invernadero.



Porche Sur acristalado: produce un efecto

No se ha tenido en cuenta en los cálculos del PHPP, dejándolo como factor de seguridad

8. Resumen de resultados del PHPP

Specific Demands with Reference to the Treated Floor Area				
Treated Floor Area:		176,1 m ²		
	Applied:	Monthly method	PH Certificate:	Fulfilled?
Specific Space Heating Demand:	13	kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)	Yes
Heating Load:	10	W/m ²	10 W/m ²	Yes
Pressurization Test Result:	0,2	h ⁻¹	0,6 h ⁻¹	Yes
Specific Primary Energy Demand (DHW, Heating, Cooling, Auxiliary and Household Electricity):	69	kWh/(m ² a)	120 kWh/(m ² a)	Yes
Specific Primary Energy Demand (DHW, Heating and Auxiliary Electricity):	27	kWh/(m ² a)		
Specific Primary Energy Reduction through Solar Electricity:		kWh/(m ² a)		
Frequency of Overheating:	0	%	over 25 °C	
Specific Useful Cooling Energy Demand:		kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)	
Cooling Load:	4	W/m ²		

9. Los costos

El costo de construcción fue de alrededor de 1.900 € / m² de superficie útil climatizada (PHPP), o 1.500 €/m² de superficie construida (sin IVA). El sobrecosto por ejecución del estándar ha resultado del orden del 15%

A día de hoy, la existencia de muchos materiales específicos y certificados para Passivhaus en España, nos permite afirmar que este sobrecoste no debería superar el 5%

10. Año de construcción

La construcción se inició el 11 de enero de 2012 y se terminó a mediados de julio de 2012, logrando el permiso de primera ocupación concedido por el Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, el 8 de agosto de 2012. Las viviendas correspondientes a Jungitu 40 y 46 están habitadas desde el 10 de agosto y Jungitu 42 desde el 13 de octubre.

11. Comentarios posteriores

A fecha agosto de 2017, los usuarios están plenamente satisfechos con la vivienda y el confort existente. La calidad de aire interior así como la simetría de temperaturas y la ausencia de ruidos, se valoran especialmente bien. El gasto de calefacción en los cinco inviernos vividos ha oscilado entre 130 y 180 € IVA incluido, con un nivel de confort nunca antes disfrutado.