

TÍTULO: **REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA**

ÍNDICE GENERAL

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **ANDRÉS BELLO MÉNDEZ**

Fdo.:

1 ÍNDICE GENERAL

2 MEMORIA

2.1 TITULO DEL TRABAJO

2.2 OBJETO DEL TRABAJO

2.3 ALCANCE

2.4 PETICIONARIO

2.5 EMPLAZAMIENTO

2.6 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE NECESIDADES

2.7 NORMAS Y REFERENCIAS

2.7.1 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

2.8 BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

2.9 RECURSOS WEB

2.10 PROGRAMAS DE CÁLCULO

2.11 ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

2.12 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

3 ANEXOS

3.0 ASIGNACIÓN DE TRABAJO FIN DE MÁSTER

3.0.1 OBJETO

3.0.2 ALCANCE

3.1 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA

3.1.1 OBJETO DEL ANEXO

3.1.2 PROCEDIMIENTO DE CERTIFICACIÓN

3.1.3 NORMATIVA ENERGÉTICA DE APLICACIÓN

3.1.4 DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

3.1.5 CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA ESTADO ACTUAL

3.1.6 EFICIENCIA ENERGÉTICA

3.1.7 CÁLCULO DEMANDA ENERGÉTICA

3.1.8 ETIQUETA ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA

3.1.9 REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

3.1.10 INTERVENCIÓN EN FACHADA

3.1.11 INTERVENCIÓN EN CUBIERTA

3.1.12 INTERVENCIÓN EN CARPINTERÍA EXTERIOR

3.1.13 INTERVENCIÓN EN LAS INSTALACIONES

3.1.14 CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA ESTADO REHABILITADO

3.1.15 DEMANDA POR ESPACIOS

3.1.16 DEMANDA POR ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

3.1.17 ETIQUETA ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA

3.1.18 COMPARATIVA ESTADO ACTUAL - ESTADO REHABILITADO

3.1.19 ESTUDIO ECONÓMICO Y DE VIABILIDAD

3.1.20 COSTES DE REHABILITACIÓN

3.1.21 SUBENCIONES XUNTA DE GALICIA

3.1.22 AHORRO ENERGÉTICO Y ECONÓMICO

3.1.23 PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN

3.2 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

3.2.1 OBJETO DEL ANEXO

3.2.2 NORMATIVA

3.2.3 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

3.2.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

3.2.5 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

3.2.6 CÁLCULO DE CONSUMOS ESTIMADOS

3.2.7 CÁLCULO DEL CAMPO FV

3.2.8 REGULADOR / INVERSOR

3.2.9 DISTRIBUCIÓN MODULOS

3.2.10 PÉRDIDAS MÓDULOS

3.2.11 ESTRUCTURA SOPORTE

3.2.12 CAPACIDAD ACUMULADORES

3.2.13 CABLEADO

3.2.14 CABLEADO DE PROTECCIÓN

3.2.15 TUBOS O CONDUCTOS PROTECTORES

3.2.16 PROTECCIONES

3.2.17 PRESUPUESTO

3.2.18 PERÍODO DE AMORTIZACIÓN

3.3 INSTALACIÓN VMC DOBLE FLUJO CON RECUPERADOR

3.3.1 OBJETO DEL ANEXO

3.3.2 ESTADO DE LA TÉCNICA

3.3.3 VENTILACION (VMC) DOBLE FLUJO

3.3.4 NORMATIVA

3.3.5 DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

3.3.6 DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES

3.3.7 CÁLCULO VENTILACIÓN

3.3.8 CÁLCULO CAUDALES ADMISIÓN - EXTRACCIÓN

3.3.9 CALCULO CONDUCTOS

3.3.10 RECUPERADOR DE CALOR DE DOBLE FLUJO

3.3.11 ESQUEMA DE INSTALACIÓN

3.3.12 PRESUPUESTO

4 PLANOS

01. PLANO DE SITUACIÓN
02. SITUACIÓN EN PARCELA
03. DISTRIBUCIÓN PLANTA SÓTANO
04. DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA
05. PLANTA CUBIERTAS
06. ALZADO SUROESTE-NORDESTE
07. ALZADO SURESTE-NOROESTE
08. SECCIÓN A-A
09. SECCIÓN BB-SECCIÓN CC
10. DISTRIBUCIÓN PANELES
11. INSTALACIÓN ELÉCTRICA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
12. DISTRIBUCIÓN CONDUCTOS VMC SÓTANO
13. DISTRIBUCIÓN CONDUCTOS VMC PLANTA BAJA

5 PLIEGO DE CONDICIONES

- 5.1 OBJETO
- 5.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES
- 5.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS.
- 5.4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

6 ESTADO DE MEDICIONES

6.1 REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

6.2 INSTALACION FOTOVOLTAICA

6.3 INSTALACION VENTILACIÓN VMC

7 PRESUPUESTO

7.1 REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

7.2 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

7.1 INSTALACIÓN VENTILACION VMC DOBLE FLUJO

8 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.2 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.4 DESCRIPCION DE LA OBRA Y SITUACION

8.5 INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA

8.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

8.7 PREVENCIÓN DE RIESGOS

8.8 ANÁLISIS DE RIESGOS

8.9 PLIEGO DE CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

TÍTULO: **REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA**

MEMORIA

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **ANDRÉS BELLO MÉNDEZ**

Fdo.:

ÍNDICE

2 MEMORIA.....	2
2.1 TÍTULO DEL TRABAJO.....	2
2.2 OBJETO DEL TRABAJO	2
2.3 ALCANCE	2
2.4 PETICIONARIO	3
2.5 EMPLAZAMIENTO	3
2.6 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE NECESIDADES.....	4
2.7 NORMAS Y REFERENCIAS.....	4
2.7.1 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS	4
2.8 BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA	8
2.9 RECURSOS WEB.....	9
2.10 PROGRAMAS DE CÁLCULO	10
2.11 ABREVIATURAS Y DEFINICIONES.....	10
2.12 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS BÁSICOS	12

2 MEMORIA

2.1 TÍTULO DEL TRABAJO

Rehabilitación energética de una vivienda unifamiliar aislada.

2.2 OBJETO DEL TRABAJO

El presente trabajo tiene como objeto el estudio del estado energético actual de la vivienda con los cerramientos e instalaciones existentes y posibles propuestas de intervención en la envolvente y en las instalaciones con la finalidad de reducción del consumo y la emisión de CO₂. Posteriormente se obtendrá la certificación energética final.

El trabajo está formado por la *memoria descriptiva* en la que justificamos las soluciones adoptadas y, conjuntamente con los planos y pliego de condiciones, describe de forma unívoca el objeto del trabajo.

2.3 ALCANCE

Partiendo según documentación de proyecto, donde se indica la solución constructiva de la envolvente de la vivienda, así como la distribución y utilización de espacios e instalaciones actuales, se realizará el estudio energético de la misma utilizando la Herramienta Unificada HULC (LIDER y CALENER VyP).

Las instalaciones de partida para la realización del trabajo son las siguientes:

- Caldera de gas-oil para calefacción.
- Radiadores de aluminio.
- Termo eléctrico para A.C.S.

Como propuestas de mejora se plantea actuar de la siguiente manera:

- Inyección de aislamiento térmico en la cámara de aire de la fachada exterior mediante espuma de poliuretano.
- Aislamiento, por el interior, de la cubierta inclinada mediante placas de yeso laminado y lana mineral.

- Sustitución de las ventanas existentes por otras de PVC (sistema monoblock) con RPT y doble acristalamiento con vidrios de baja emisividad.

Dentro de las instalaciones las mejoras propuestas serían:

- Instalar bomba de calor aire/agua para abastecer la demanda de calefacción y A.C.S.
- Instalación de paneles solares fotovoltaicos.
- Instalación de un sistema de ventilación mecánica controlada (VMC) de doble flujo con recuperación de calor.

Se realizará una segunda certificación de la vivienda para ver la ganancia obtenida. Finalmente se hará un estudio económico de las mejoras implantadas para ver el período de amortización de las mismas y la rentabilidad de la inversión.

2.4 PETICIONARIO

Este trabajo se redacta para la Escuela Universitaria Politécnica de Ferrol con domicilio en Avenida 19 de Febrero s/n, Ferrol, con objeto de que sirva como Trabajo Fin de Máster para el alumno D. Andrés Bello Méndez.

2.5 EMPLAZAMIENTO

La vivienda objeto de este trabajo está situada en el Término Municipal de Sada, en la Provincia de A Coruña, en el Lugar do Moucho de Samoedo S/Nº, en las coordenadas de latitud: 43,343459 y longitud:-8,264064. Su altura sobre el nivel del mar es de 55,4m. La fecha de construcción es el año 2015.

La finca en la que se encuentra emplazada proviene de una segregación de fincas. La parcela se corresponde con la denominada PARCELA E, con referencia catastral N° 9794810NH5999S0001OK. Linda al Norte con el resto de finca matriz; al Sur con la parcela F; al Este con camino público; y al Oeste con la parcela C. La parcela tiene una superficie de 657 m².

2.6 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Se redacta este trabajo asignado por la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Ferrol (EUP), con el Título " Rehabilitación energética de una vivienda unifamiliar aislada" para su presentación como Trabajo Fin de Máster en la citada Escuela Universitaria.

2.7 NORMAS Y REFERENCIAS

2.7.1 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

En la redacción de este Trabajo se han tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas en las Reglamentaciones y Normas que se relacionan a continuación.

A la vez se han incluido en los anexos correspondientes las normas que les afectan y que, en el caso de no figurar en la relación siguiente, se han tenido cuenta para el Trabajo y se tendrán en cuenta para la ejecución de aquellas partes que le afecten.

- Ordenanzas Municipales del Ayuntamiento de Sada, A Coruña.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Normas Particulares para las instalaciones de enlace en la suministro de energía eléctrica en baja tensión de GAS NATURA FENOSA.
- Recomendaciones UNESA.
- REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
RITE – Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007
Documento de 20 de octubre de 2009, referente a preguntas y respuestas sobre la Aplicación del RITE (R.D.1027/2007).
RITE - Modificaciones del 27 de Noviembre de 2009.

RITE - Modificaciones del 18 de Marzo de 2010.

RITE – Comentarios referentes al Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización.

RITE - Modificaciones de Septiembre de 2013.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y posteriores modificaciones.

- Código Técnico de la Edificación (CTE).

CTE - HS3

- Higiene, Salud y Protección del Medio Ambiente.
- Calidad del Aire Interior.
- CTE - DB SI-3
 - Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio.
 - Evacuación de Ocupantes.
 - Criterios para la interpretación y aplicación del CTE.
- Normas reglamentarias NIDE.
- Norma UNE 157001 de Criterios Generales para la elaboración de proyectos.
- Real decreto 314/2006 de 17 de marzo, teniendo en cuenta la Orden VIV/984/2009 de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del CTE.
- Ley y Reglamento de prevención de riesgos laborales
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Fotovoltaicas Conectadas a Red (PCT) establecidas por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE) en Julio de 2011.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto. 1663/2000, de 29 de Septiembre, que establece las normas de conexión a red de baja tensión de instalaciones fotovoltaicas.
- Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 1.215/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud

para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, publicado en el BOE nº 256, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 171/2004 sobre coordinación de actividades empresariales en materia de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 2.177/2004 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Normas UNE:
 - UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
 - UNE-EN 20450-5-523. (Intensidad máxima admisible según la ITC-BT-19, apartado 2.2.3., p.3).
 - UNE 20-460-90 parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobre intensidades.
 - UNE 20-460-90 parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta tierra y conductores de protección.
 - EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE – NP): Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.
 - EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE – NP) anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.

- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparata de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1 (UNE): Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898 (UNE – NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas.
- UNE 20460 – 7 – 712: 2006 Instalaciones eléctricas en edificios: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica.
- Norma UNE-HD 60364-5-52:2014
- Norma UNE-EN 50618 Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos
- UNE EN ISO 7200. Documentación técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos.
- UNE 1039. Dibujos Técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.

2.8 BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

- Instalaciones eléctricas en media y baja tensión. Autor José García Trasancos. Editorial Paraninfo. Este libro se ha empleado sobre todo para obtener formulas y métodos de cálculo.
- R.E.B.T. Editorial Paraninfo.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red (febrero 2009). IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- Guía Técnica para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los edificios. Soluciones de Aislamiento con Poliuretano (septiembre 2008). IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

- Guía Técnica para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los edificios. Soluciones de Aislamiento con Lana Mineral (septiembre 2008). IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- Guía Técnica para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los edificios. Soluciones de Acristalamiento y Cerramiento Acristalado (septiembre 2008). IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- Guía técnica Condiciones climáticas exteriores de proyecto, IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- Catálogo de Interruptores automáticos y diferenciales perteneciente al catálogo electrónico de SCHNEIDER.
- Catálogo de conductores eléctricos perteneciente a TOPCABLE.
- Catálogo de paneles solares de la marca AMERISOLAR.
- Catálogo de inversores fotovoltaicos de la marca VOLTRONIC POWER.
- Catálogo de baterías solares de la marca ENERSYS.
- Catálogo de acristalamiento CLIMALIT.
- Catálogo de ventilación SOLER&PALAU.

2.9 RECURSOS WEB

Se añaden los enlaces web a los que se ha hecho consulta para la realización del trabajo. Se omiten las páginas de donde solamente se han descargado los catálogos y guías técnicas, ya que se han descrito en el apartado anterior, es decir, solo se añaden las páginas web a las que se ha hecho consulta a mayores de las mencionadas anteriormente.

- <http://sigpac.mapa.es/fega/visor/>
- <https://www.google.es/maps>
- <http://www.boe.es/>
- <http://www.certificadosenergeticos.com/>

- <http://www.meteogalicia.gal>
- <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
- <http://www.aenor.es/aenor/inicio/home/home.asp>
- <http://www.codigotecnico.org/>
- <http://www.idae.es/>
- <http://es.goolzoom.com/>
- <http://ruc.udc.es/dspace/>
- <http://www.solerpalau.es/>

2.10 PROGRAMAS DE CÁLCULO

En la redacción de este Trabajo se han utilizado las herramientas informáticas y programas de cálculo que se indican a continuación:

- MICROSOFT WORD 2013 como tratamiento de textos.
- MICROSOFT EXCEL 2013 para confección de tablas y cálculos.
- ADOBE ACROBAT 10 PRO para convertir documentos a pdf.
- AUTOCAD 2014 para el desarrollo gráfico.
- HERRAMIENTA UNIFICADA (HULC) para el cálculo de la certificación energética.

2.11 ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

A todo lo largo del Proyecto se utilizan una serie de abreviaturas para simplificar la lectura. La primera vez que se utilice una abreviatura, se hará entre paréntesis siguiendo a la palabra que, en lo sucesivo, va a sustituir.

2.12 ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES

Para el estudio energético y posterior certificación de la vivienda se ha partido de una situación inicial en la que se han evaluado los cerramientos y las instalaciones existentes. Posteriormente se han estudiado las distintas actuaciones de mejora en el aislamiento actuando principalmente en los cerramientos de fachada, carpintería de puertas y ventanas, acristalamiento y en la sustitución de los generadores de energía (caldera y termo) por otros más eficientes energéticamente. En la fachada se ha elegido en este caso proyección de espuma de poliuretano en el interior de la cámara por ser una intervención que no requiere de gran obra civil y ser por lo tanto económicamente más asequible. Se actuará también en el interior bajo-

cubierta mediante la implantación de aislamiento de lana de roca y planchas de pladur. Se sustituirán las ventanas y puertas por otras de carpintería de PVC con rotura de puente térmico y acristalamiento bajo emisivo con control solar. En cuanto a las instalaciones se sustituye la caldera de gasoil junto con el termo eléctrico actuales por una bomba de calor que suplirá energéticamente a los anteriores sistemas. Se tiene la posibilidad también de utilizarla posteriormente para refrigeración en verano. Se estudia también la instalación de paneles solares que aporten la energía eléctrica necesaria para los consumos habituales de la vivienda manteniendo una reserva de energía de una semana en caso de falta de radiación solar. Con esto conseguimos la independencia total de la vivienda de la red de suministro eléctrico. Se realiza un cálculo del coste de estas mejoras en aislamiento e instalaciones y se calcula el período de retorno del total de la inversión. Se calculan también los ahorros energéticos así como el ahorro en las emisiones contaminantes de CO₂. Se realiza una comparativa energética entre la situación actual de la vivienda y las posteriores reformas así como la calificación obtenida en la certificación.

2.13 CONSIDERACIONES FINALES

Las medidas de reforma efectuadas en la vivienda suponen un importante ahorro en la demanda energética de la misma. En cuanto a la certificación energética conseguimos alcanzar una letra “A” partiendo de la letra más desfavorable que en nuestro caso era la letra “G”. Con la subvención que otorga el INEGA conseguimos abaratar la instalación de la bomba de calor, logrando así una disminución drástica en el consumo de energía primaria no renovable y por consiguiente en las emisiones de CO₂. La opción de mejorar el aislamiento de la envolvente mediante inyección en la cámara de la fachada de espuma de poliuretano supone un importante ahorro en la demanda de calefacción. Es la intervención más asequible técnica y económicamente. La inversión en la cubierta es en comparación más cara que la anterior consiguiendo menor ahorro energético. La vivienda consta de una gran superficie acristalada. Debido a su orientación las pérdidas por transmisión e infiltraciones son importantes. Se logra, mediante la sustitución de las puertas y ventanas por otras con perfilería en PVC y vidrio bajo emisivo con control solar, disminuir enormemente dichas pérdidas. La

colocación de persianas con capialzados con baja permeablilidad y transmitancia térmica también ayuda a mitigar las pérdidas anteriormente mencionadas.

En el caso de la instalación de paneles solares la inversión resulta económicamente viable pues obtenemos un retorno de inversión de 5 años. Habría, eso sí, que estudiar bien el coste de la acometida de la compañía eléctrica para dar servicio a nuestra vivienda pues con importes por debajo de 15.000€ ya no sería rentable la instalación solar.

Si contabilizamos el total de la inversión el período de retorno se eleva a 24 años por lo que acometer el total de las reformas resultaría económicamente inviable.

2.12 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

El Trabajo se estructura en varias unidades de modo que los distintos documentos básicos, con sus documentos unitarios, son los que se enumeran a continuación:

- Índice General
- Memoria General
- Anexos relativos a:
 - Certificación Energética
 - Instalación fotovoltaica
 - Instalación ventilación mecánica controlada (VMC)
- Planos
- Pliego de Condiciones
- Estado de Mediciones
- Presupuesto
- Estudio de seguridad y Salud

Ferrol, Septiembre de 2017

El Autor

Fdo. Andrés Bello Méndez

**TÍTULO: REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA**

**ANEXO 0: ASIGNACIÓN DE TRABAJO FIN DE
MÁSTER**

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL**

FECHA: SEPTIEMBRE 2017

AUTOR: ANDRÉS BELLO MÉNDEZ

Fdo.:



ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

ASIGNACIÓN DE TRABAJO FIN DE MÁSTER

En virtud de la solicitud efectuada por:
En virtud da solicitude efectuada por:

APELLIDOS, NOMBRE: Bello Mendez, Andres
APELIDOS E NOME:

DNI: [REDACTED] **Fecha de Solicitud:** Abr2017
DNI: **Fecha de Solicitude:**

Alumno de esta escuela en la titulación de **Máster en Eficiencia y Aprovechamiento Energético**, se le comunica que la Comisión de Seguimiento del MEYAE ha decidido asignarle el siguiente Trabajo Fin de Máster:

O alumno de esta escola na titulación de Máster en Eficiencia y Aprovechamiento Energético, comunicaselle que a Comisión de Seguimento do MEYAE decideu asignarlle o seguinte Traballo Fin de Máster:

Título T.F.M.: REHABILITACION ENÉRGICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA

Número TFM: 4523M01A7

TUTOR: (Titor) Couce Casanova, Antonio

COTUTOR/CODIRECTOR:

La descripción y objetivos del Trabajo son los que figuran en el reverso de este documento:

A descrición e obxectivos do proxecto son os que figuran no reverso deste documento.

Ferrol a Sabado, 5 de Agosto del 2017

Retirei o meu Traballo Fin de Máster o día ____ de ____ do ano _____

Fdo: Bello Mendez, Andres

Documento Generado automaticamente el: 05/08/2017 a las: 19:49:56 desde <https://www.eup.udc.es/trabajos/indicador/>

3.0 ASIGNACIÓN DE TRABAJO FIN DE MÁSTER

3.0.1 OBJETO

Estudio del estado actual energético de una vivienda unifamiliar con los cerramientos e instalaciones existentes y posibles propuestas de intervención en la envolvente y en las instalaciones con la finalidad de reducción del consumo. Obtener certificación energética final.

3.0.2 ALCANCE

Partiremos según documentación de proyecto, donde se indica la solución constructiva de la envolvente de la vivienda, así como la distribución y utilización de espacios, e instalaciones actuales.

En este caso las instalaciones existentes serán las siguientes:

- Caldera gas-oil para calefacción.
- Radiadores aluminio.
- Termo eléctrico para a.c.s.

Utilizando la Herramienta Unificada HULC (LIDER y CALENER VyP) se realizará el estudio energético. Como propuestas de mejora se plantea actuar de la siguiente manera:

- En la envolvente:
 - Inyección de aislamiento térmico en la cámara de aire mediante espuma de poliuretano.
 - Aislamiento por el interior de la cubierta inclinada mediante placas de yeso laminado y aislamiento de lana mineral.
 - Sustituir las ventanas por otras de PVC (sistema monoblock) con RPT y doble acristalamiento con vidrios de baja emisividad.

- En las Instalaciones:
 - Instalar bomba de calor aire/agua.
 - Instalación de paneles solares fotovoltaicos.
 - Instalación de un sistema de ventilación mecánica controlada (VMC) doble flujo con recuperación de calor.

Se realizará también un estudio económico de las mejoras implantadas para ver el período de amortización de las mismas y la rentabilidad de la inversión.

TÍTULO: **REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA**

ANEXO I: CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **ANDRÉS BELLO MÉNDEZ**

Fdo.:

ÍNDICE

3.1 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA.....	5
3.1.1 OBJETO DEL ANEXO	5
3.1.2 PROCEDIMIENTO DE CERTIFICACIÓN	5
3.1.3 NORMATIVA ENERGÉTICA DE APLICACIÓN	6
3.1.4 DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA	7
3.1.5 CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA ESTADO ACTUAL.....	20
3.1.6 EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	22
3.1.7 CÁLCULO DEMANDA ENERGÉTICA	23
3.1.8 ETIQUETA ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA	28
3.1.9 REHABILITACIÓN ENERGÉTICA	30
3.1.10 INTERVENCIÓN EN FACHADA.....	31
3.1.11 INTERVENCIÓN EN CUBIERTA	33
3.1.12 INTERVENCIÓN EN CARPINTERÍA EXTERIOR	34
3.1.13 INTERVENCIÓN EN LAS INSTALACIONES	36
3.1.14 CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA ESTADO REHABILITADO.....	37
3.1.15 DEMANDA POR ESPACIOS	38
3.1.16 DEMANDA POR ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.....	39
3.1.17 ETIQUETA ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA	41
3.1.18 COMPARATIVA ESTADO ACTUAL - ESTADO REHABILITADO	43

3.1.19 ESTUDIO ECONÓMICO Y DE VIABILIDAD	44
3.1.20 COSTES DE REHABILITACIÓN.....	44
3.1.21 SUBENCIONES XUNTA DE GALICIA.....	49
3.1.22 AHORRO ENERGÉTICO Y ECONÓMICO	50
3.1.23 PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1.4.3.1 - Descripción cerramiento muro sótano	10
Figura 3.1.4.3.2 - Composición cerramiento fachada	11
Figura 3.1.4.3.3 - Composición cerramiento tabique interior	12
Figura 3.1.4.4.1 - Composición cerramiento solera	13
Figura 3.1.4.4.2 - Composición cerramiento forjado interior	14
Figura 3.1.4.4.3 - Composición cerramiento forjado bajo-cubierta	15
Figura 3.1.4.4.4 - Composición cerramiento forjado cubierta	16
Figura 3.1.4.5.1 - Propiedades acristalamiento	17
Figura 3.1.5.1.1 - Vista HULC fachada SE	20
Figura 3.1.5.1.2 - Vista HULC fachada NE	21
Figura 3.1.5.1.3 - Vista HULC fachada SO	21
Figura 3.1.7.1 - Demanda anual vivienda calefacción y refrigeración	24
Figura 3.1.7.2 - Demanda calefacción por elementos constructivos	26
Figura 3.1.7.3 - Demanda refrigeración por elementos constructivos	27
Figura 3.1.8.1 - Consumo energía primaria no renovable estado actual	30
Figura 3.1.10.1 - Composición cerramiento fachada	32
Figura 3.1.11.1 - Composición cerramiento cubierta	33
Figura 3.1.12.1 - Propiedades carpintería exterior	35
Figura 3.1.14.1 - Demanda anual calefacción-refrigeración	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1.4.1.1 - Distribución y superficies.....	8
Tabla 3.1.4.6.1 - Ubicación y potencia de los radiadores	19
Tabla 3.1.7.1 - Demandas anuales calefacción y refrigeración por espacios	25
Tabla 3.1.8.1 - Etiqueta energética estado actual	28
Tabla 3.1.8.2 - Resultados demandas, consumos y emisiones.....	29
Tabla 3.1.12.1 - Propiedades vidrio acristalamiento.....	35
Tabla 3.1.13.1 - Características técnicas bomba de calor	37
Tabla 3.1.15.1 - Demanda anual calefacción-refrigeración	39
Tabla 3.1.16.1 - Demanda calefacción-refrigeración elementos constructivos	40
Tabla 3.1.16.2 - Demanda calefacción-refrigeración elementos constructivos	40
Tabla 3.1.17.1 - Etiqueta energética	41
Tabla 3.1.17.2 - Resultados demandas, consumos y emisiones.....	42
Tabla 3.1.18.1 - Demandas estado actual y estado rehabilitado	43
Tabla 3.1.21.1.1 - Coste inversión rehabilitación.....	50
Tabla 3.1.22.1.1 - Ahorro energético.....	51
Tabla 3.1.22.1.2 - Emisiones CO ₂	51
Tabla 3.1.22.2.1 - Ahorro económico	52
Tabla 3.1.23.1 - Periodo amortización inversión	52

3.1 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA

3.1.1 OBJETO DEL ANEXO

Por objeto se entenderá la creación del certificado de eficiencia energética de una vivienda unifamiliar partiendo de unas condiciones iniciales (cerramientos e instalaciones existentes) con vistas a la rehabilitación energética de la misma. Se obtendrá una primera clasificación en su estado actual. Se realizará la simulación de la nueva envolvente e instalaciones implantadas para la mejora de su eficiencia energética y se obtendrá una segunda clasificación. Se emplearán nuevas tecnologías como la aerotermia para la producción de calefacción y A.C.S. Ese certificado será un documento oficial que describirá lo eficaz que será la vivienda en cuanto al consumo energético y las emisiones de dióxido de carbono emitidas a la atmósfera. Gracias a él podremos conocer también las opciones de mejora más viables y rentables para conseguir una reducción del consumo de energía primaria no renovable, en nuestro caso electricidad y gasoil. Posteriormente se realizará un estudio de viabilidad económica así como el cálculo del plazo de amortización de la inversión de rehabilitación efectuada.

3.1.2 PROCEDIMIENTO DE CERTIFICACIÓN

La determinación de la calificación de eficiencia energética se ha obtenido mediante el Programa informático de referencia, de iniciativa pública, Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC) versión 20151113. Este programa está reconocido por el Ministerio de Vivienda y el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo para la Calificación de Eficiencia Energética de Edificios de Viviendas unifamiliares.

La Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC) incluye la unificación en una sola plataforma de los anteriores programas generales oficiales empleados para la evaluación de la demanda y consumo energéticos y de los Procedimientos Generales para la Certificación energética de Edificios, así como los cambios necesarios para la convergencia de la certificación energética con el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), ambos actualizados en el año 2013.

Esta herramienta informática permite la verificación de las exigencias de la sección HE0 y HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE.

La herramienta genera el informe en formato oficial para la Certificación energética de Edificios, así como un archivo digital en formato XML, que contiene todos los datos del certificado.

3.1.3 NORMATIVA ENERGÉTICA DE APLICACIÓN

- Real Decreto 235/2013, de 5 Abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, mediante el cual se transpone parcialmente la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010.
- Resolución del 20 de mayo de 2013 por la que se aprueba el modelo de solicitud para la inscripción de los certificados de eficiencia energética de los edificios existentes en el Registro de Certificados de Eficiencia Energética de Edificios de Galicia.
- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. DB-HE Ahorro de Energía y R.D. 1371/2007, de 19 de octubre y la corrección de errores y erratas del R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, publicada en el BOE 22, de 25 de enero de 2008
- (Hasta el 29/02/2008) R.D. 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas y el R.D. 1218/2002, de 22 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 1751/1998
- (Desde el 29/02/2008) los proyectos que soliciten licencia de obras, R.D. 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias
- R.D. 275/1995, de 24 de febrero, por el que se dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42/CEE, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas

nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, modificada por la Directiva 93/68/CEE, del Consejo.

- R.D. 919/2006, de 28 de julio. Reglamento de utilización de combustibles y sus I.T.C.
- R.D. 1369/2007, de 19 de octubre, relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía.

3.1.4 DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

La vivienda consta de planta sótano y planta baja, comunicadas por escaleras interiores. En la planta sótano se encuentran los espacios de servicio, como el cuarto de calderas, el cuarto de lavadero-tendedero, la bodega-trastero, un aseo y garaje de hasta tres plazas. En la planta primera se disponen los espacios fundamentales de la vivienda, estableciéndose una clara diferenciación entre el área de día o esparcimiento y la zona de noche o de descanso, organizando esta estratégicamente de manera que pueda disfrutar de una mayor privacidad. A la casa se accede o bien desde el garaje situado en la planta sótano, o a través de un porche exterior cubierto situado en la planta baja. La entrada principal nos lleva a un pasillo, del que forma parte el vestíbulo, que nos comunica con cada una de las estancias: hacia la izquierda, el salón, el comedor y la cocina, comunicada con el comedor a través de puertas correderas y con salida directa a la parte trasera de la casa; hacia la derecha, la habitación principal dotada de vestuario y cuarto de baño propio, escaleras, un cuarto de baño general y dos dormitorios a los que se accede a través del mismo pasillo.

DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES

La vivienda tiene una superficie total construida de unos 336,18 m² distribuidos en planta sótano y planta baja. A continuación se muestran las distintas estancias que la componen así como su superficie útil.

PLANTA SOTANO		
REFERENCIA HULC	ESTANCIA	SUPERFICIE/m2
P01_E01	GARAJE	66,2
P01_E02	ESCALERA	4,8
P01_E03	ASEO	4,5
P01_E04	LAVADERO-TENDEDERO	9,9
P01_E05	CUARTO DE CALDERAS	17,6
P01_E06	DISTRIBUIDOR - PASILLO	13,7
P01_E07	BODEGA - TRASTERO	32,47
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL		149,17
PLANTA BAJA		
REFERENCIA HULC	ESTANCIA	SUPERFICIE/m2
P02_E01	DORMITORIO PRINCIPAL	21,1
P02_E02	CUARTO DE BAÑO	8,4
P02_E03	ESCALERA	7
P02_E04	CUARTO DE BAÑO	6,5
P02_E05	DORMITORIO 01	12,4
P02_E06	DORMITORIO 02	15,2
P02_E07	PASILLO	20,8
P02_E08	SALA DE ESTAR	19,6
P02_E09	COMEDOR	14,7
P02_E10	COCINA	17,6
TOTAL SUPERFIDCE ÚTIL		143,3
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUÍDA PLANTA SOTANO		165,31
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUÍDA PLANTA BAJA		160,65
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUÍDA EXTERIOR P.B (PORCHE)		10,22

Tabla 3.1.4.1.1 - Distribución y superficies

DEFINICIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

A continuación se muestran los cerramientos que componen la vivienda y que es necesario simular en la Herramienta Unificada para la obtención de la calificación energética. Se distinguen si son cerramientos verticales o cerramientos horizontales. Según su disposición, se observan las diferentes capas y espesores de cada uno, así como sus características principales (conductividad, densidad, Cp y resistencia térmica). Además, se muestra el valor de la transmitancia térmica global del cerramiento designado por la letra “U”, en unidades del Sistema Internacional ($W/m^2 \cdot K$). La transmitancia térmica “U”, es el calor que fluye por unidad de tiempo y superficie, transferido a través de un sistema constructivo, formado por una o varias capas de material, de caras planas o paralelas cuando hay un gradiente térmico entre los ambientes en contacto con ambas partes de $1^\circ K$, se calcula según:

$$U \left(\frac{W}{m^2 \times K} \right) = \frac{1}{R_{TERMICA\ TOTAL} \times (m^2 \times K \times W^{-1})}$$

CERRAMIENTOS VERTICALES

- MURO DE CARGA (SÓTANO):**

Este cerramiento cumple dos funciones, la de muro de carga y la de separación con el terreno. Se compone de hormigón armado y se encuentra aislado térmicamente. Su espesor total es de 35 cm. A continuación se muestran los valores característicos de los materiales que lo componen.

Grupo Cuerpos opacos

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,300	2,300	2400	1000	
2	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,030	0,029	30	1000	
3	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	
4						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

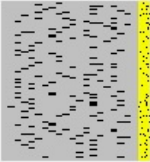


Figura 3.1.4.3.1 - Descripción cerramiento muro sótano

• **MURO EXTERIOR:**

La composición del cerramiento de fachada la conforma una solución multicapa sin aislamiento térmico (doble hoja con cámara de aire) compuesta de los siguientes materiales, definidos de exterior a interior, con un espesor de 35 cm. A continuación se muestran los valores característicos de los materiales que lo componen.

Grupo Cuerpos opacos

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
2	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80	0,115	0,567	1020	1000	
3	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
4	Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm					0,180
5	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80	0,115	0,567	1020	1000	
6	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
7	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
8						

Grupo Material

Material

Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U W/(m²K)

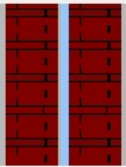


Figura 3.1.4.3.2 - Composición cerramiento fachada

• **CERRAMIENTO INTERIOR:**

Particiones interiores de tabiques de ladrillo, enfoscadas y pintadas, con un espesor de 10 cm. A continuación se muestran los valores característicos de los materiales que lo componen.

Grupo Cuerpos opacos

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015	0,570	1150	1000	
2	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070	0,432	930	1000	
3	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015	0,570	1150	1000	
4						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)




Figura 3.1.4.3.3 - Composición cerramiento tabique interior

CERRAMIENTOS HORIZONTALES

- SOLERA:**

La solera de hormigón es un elemento no estructural destinado a proporcionar un firme horizontal para recibir otro tipo de pavimentos y proporcionar un aislamiento del terreno. En este caso tenemos una solera no aislada multicapa. A continuación se muestran los distintos elementos que la componen.

Grupo Cuerpos opacos

Nombre

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,010	1,000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,040	0,550	1125	1000	
3	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,250	2,300	2400	1000	
4	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,250	2,000	1450	1050	
5	Tierra apisonada adobe bloques de tierra	0,020	1,100	1885	1000	
6						

Grupo Material

Material Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U W/(m²K)

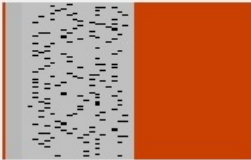


Figura 3.1.4.4.1 - Composición cerramiento solera

• **FORJADO INTERIOR:**

En este caso tenemos un forjado unidireccional con bovedillas cerámicas sobre viguetas de hormigón armado y capa de compresión, con un espesor total de 35 cm. A continuación se muestran los valores característicos de los materiales que lo componen.

Grupo Cuerpos opacos

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,010	1,000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,030	0,550	1125	1000	
3	FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0,250	0,908	1220	1000	
4	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
5						

Grupo Material

Material Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U W/(m²K)

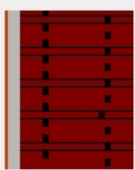


Figura 3.1.4.4.2 - Composición cerramiento forjado interior

FORJADO BAJO CUBIERTA:

Forjado unidireccional con bovedillas cerámicas sobre viguetas de hormigón armado y capa de compresión con un espesor total de 35 cm. A continuación se muestran los valores característicos de los materiales que lo componen.

Grupo Cuerpos opacos

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,040	0,550	1125	1000	
2	FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0,250	0,908	1220	1000	
3	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
4						

Grupo Material

Material

Espesor (m)

U W/(m²K)




Figura 3.1.4.4.3 - Composición cerramiento forjado bajo-cubierta

CUBIERTA:

En este caso tenemos una cubierta inclinada formada por teja cerámica curva apoyada en forjado de viguetas pretensadas autoportantes, sobre estructura de tabiques palomeros. Su espesor es de 26 cm. A continuación se muestran los valores característicos de los materiales que lo componen.

Grupo Cuerpos opacos

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Teja de arcilla cocida	0,020	1,000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
3	FU entrevigado cerámico con canto de 210	0,210	0,840	1338	800	
4	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,300	625	1000	
5						

Grupo Material

Material Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U W/(m²K)




Figura 3.1.4.4.4 - Composición cerramiento forjado cubierta

MATERIALES DE HUECOS (VENTANAS Y PUERTAS)

Es necesario conocer las características de la carpintería exterior del edificio, así como el material que la compone. Tanto las ventanas como las puertas son de perfilería metálica de aluminio natural sin rotura de puente térmico. El acristalamiento está formado por vidrio monolítico de 4mm.

En las siguientes imágenes se muestran las propiedades del vidrio utilizado, así como de los materiales que componen los marcos y los porcentajes de estos utilizados.

The figure consists of four screenshots of software property windows, arranged in a 2x2 grid. The top-left window is for a 'Ventana' (Window) with 'Monolíticos en posición vertical' glass and 'Metálicos en posición horizontal' frame. The top-right window is for a 'Puerta' (Door) with 'Monolíticos en posición vertical' glass and 'Metálicos en posición vertical' frame. The bottom-left window shows properties for 'Monolíticos en posición vertical' glass, including thermal transmittance (5.70 W/m²K) and solar factor (0.850). The bottom-right window shows properties for 'Metálicos en posición vertical' frame, including thermal transmittance (5.70 W/m²K) and absorptance (0.70).

Propiedad	Ventana	Puerta
Grupo Vidrio	Monolíticos en posición vertical	Monolíticos en posición vertical
Vidrio	VER_M_4	VER_M_4
Grupo Marco	Metálicos en posición horizontal	Metálicos en posición vertical
Marco	HOR_Normal sin rotura de puente térmico	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% hueco cubierto por el marco	10.00	70.00
¿Es una puerta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Permeabilidad al aire	20.00 m³/hm² a 100 Pa	20.00 m³/hm² a 100 Pa

Propiedad	Monolíticos en posición vertical	Metálicos en posición vertical
Nombre	VER_M_4	VER_Normal sin rotura de puente térmico
Transmitancia térmica (U)	5.70 W/m²K	5.70 W/m²K
Factor Solar (g)	0.850 Adimensional	Absortividad (α) 0.70 Adimensional

Figura 3.1.4.5.1 - Propiedades acristalamiento

Las medidas y disposición de las ventanas y puertas vienen especificadas en los planos anexos.

INSTALACIONES

La vivienda consta de una instalación de calefacción compuesta por una caldera de gasoil junto con radiadores de aluminio. Para el A.C.S se abastece de un termo eléctrico. Seguidamente se exponen las características de los distintos equipos:

- **CALDERA**

Tipo de caldera: caldera de gasóleo

Modelo: Roca Gavina 20 GTI-R

Potencia útil: 23.2 kW

Rendimiento útil: 88 %

Capacidad de agua: 27 litros

Pérdida de carga circuito humos: 1.5 mm c.a

Modelo de quemador de gasoleo: Kadet-tronic 3 RS

Modelo circulador: MYL-30

Producción de ACS: 11.1 l/min

Peso aproximado: 135 kg

Quemador: 140 W

Circulador: 90 W Válvula tres vías: 5 W

Total potencia máxima absorbida: 235 W

Potencia caldera: 23.2 Kw

- **TERMO ELÉCTRICO**

Marca: Junkers

Modelo: Elacell 200L

Potencia útil: 2.2 kW

Rendimiento útil: 38 %

Capacidad útil: 200 litros

Rango de temperatura: 5-62 °C

Presión máx. autorizada: 9 bar

- **RADIADORES**

Marca: Roca

Modelo: Dubal 70

Cotas en mm: A (671), B (600), C (80), D (82)

Capacidad agua (l): 0.43

Peso aproximado (kg): 1.63

Por elemento (frontal aberturas): 119.1 Kcal/h = 138.5 W

Por elemento (frontal plano): 113.7 Kcal/h = 132.2 W

En la vivienda existen 8 radiadores de aluminio. A continuación se indica la situación de los mismos así como su potencia.

PLANTA BAJA			
REFERENCIA HULC	ESTANCIA	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (KW)
P02_E01	DORMITORIO PRINCIPAL	1	2,2
P02_E05	DORMITORIO 01	1	1,2
P02_E06	DORMITORIO 02	1	1,5
P02_E07	PASILLO	2	2
P02_E08	SALA DE ESTAR	2	2
P02_E09	COMEDOR	1	1,5
TOTAL POTENCIA			10,4

Tabla 3.1.4.6.1 - Ubicación y potencia de los radiadores

ILUMINACIÓN

Al ser una vivienda de uso residencial la Herramienta Unificada establece unos valores predeterminados del C.T.E, que corresponden a una potencia instalada de iluminación de 15 W/m² con un valor de eficiencia energética de 7 W/m².

3.1.5 CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA ESTADO ACTUAL

GEOMETRÍA DE LA VIVIENDA

A continuación se muestra la geometría de la vivienda, creada por el programa, una vez insertadas las características higrotérmicas de los distintos elementos constructivos especificados.

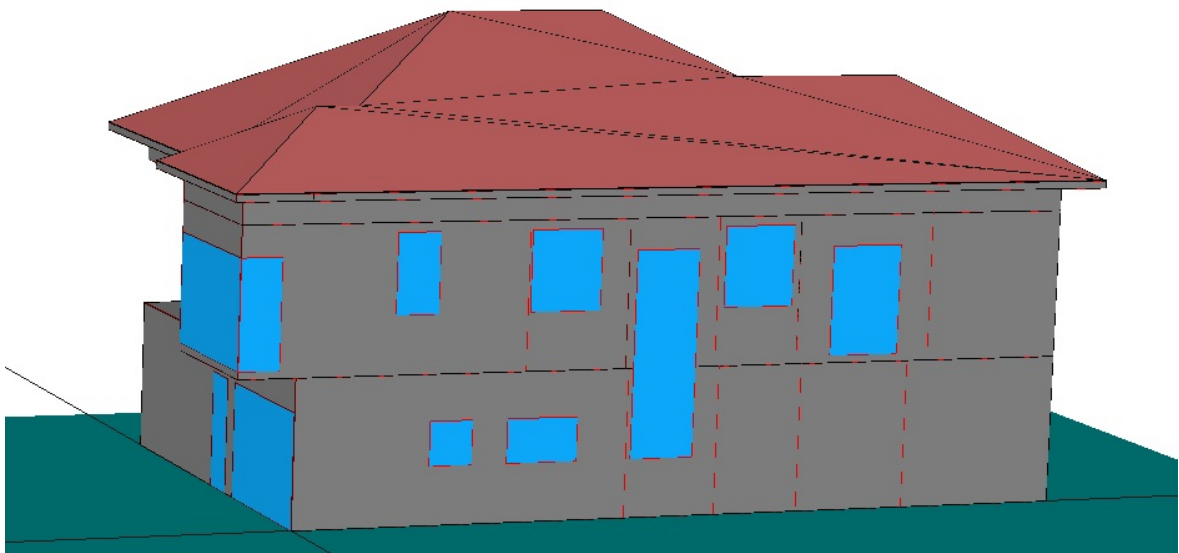


Figura 3.1.5.1.1 - Vista HULC fachada SE

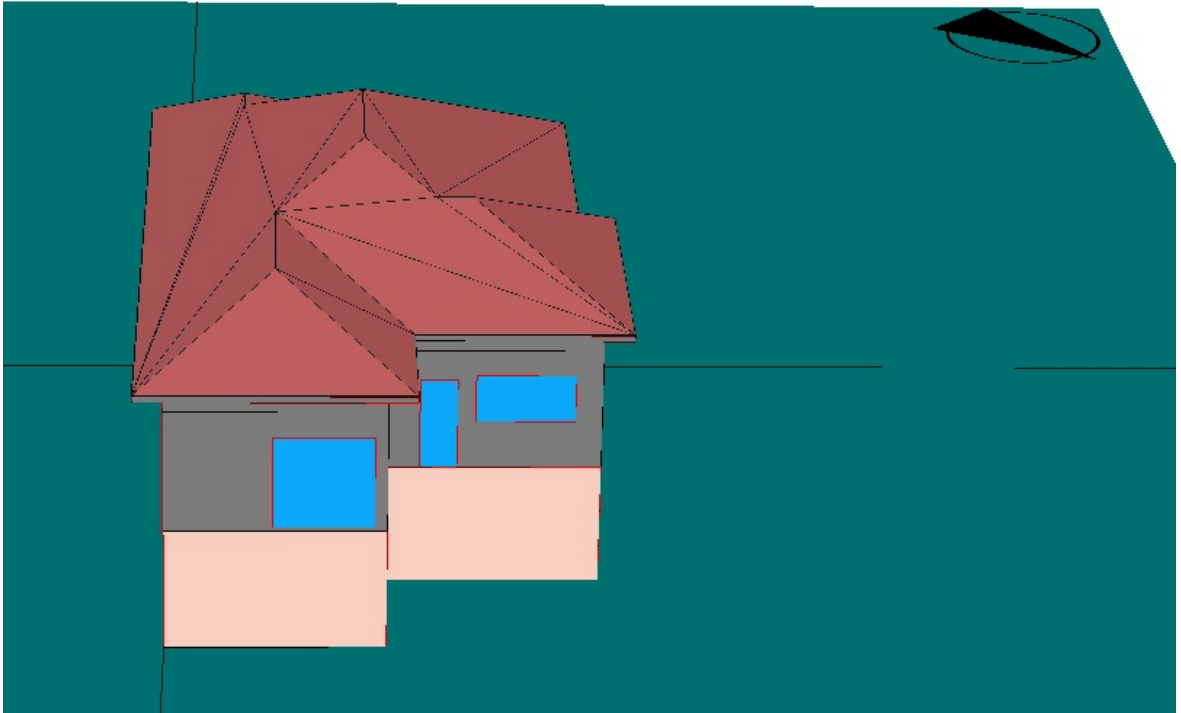


Figura 3.1.5.1.2 - Vista HULC fachada NE

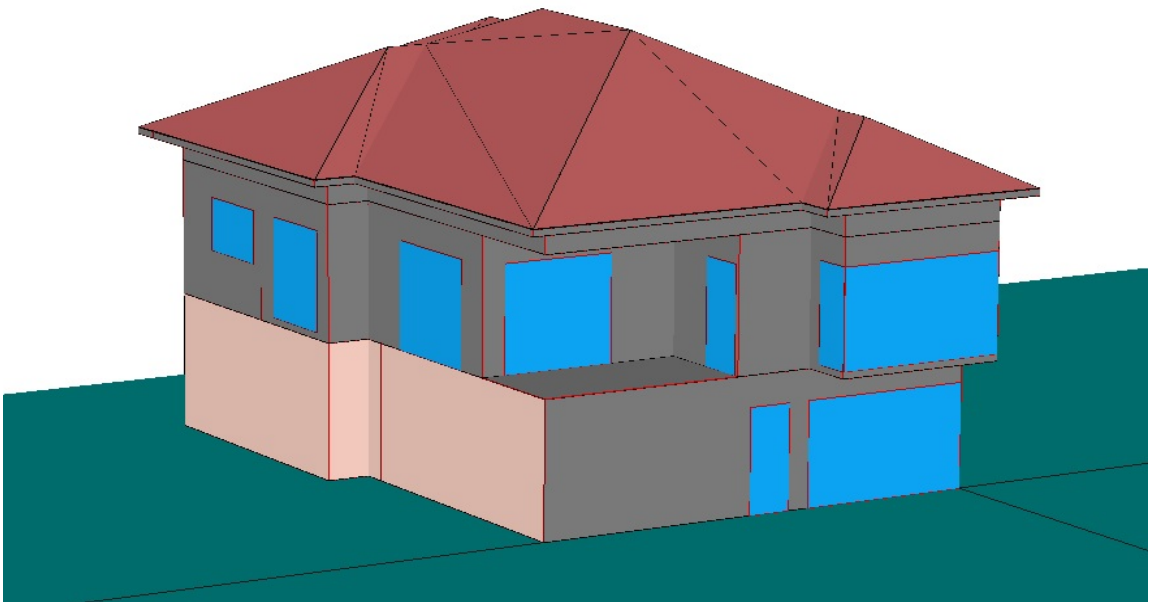


Figura 3.1.5.1.3 - Vista HULC fachada SO

3.1.6 EFICIENCIA ENERGÉTICA

La escala de calificación energética mide el consumo de energía que se considera necesario para satisfacer la demanda energética de nuestra vivienda, así como sus emisiones de CO₂, en condiciones normales de uso. Desde la aparición del RD 47/2007 que regulaba la certificación energética de los edificios de nueva construcción, y ahora con el nuevo RD235/2013 que incluye también los edificios existentes, la ley obliga a clasificar los inmuebles con una letra dentro de una escala. Dicha escala está relacionada con unos indicadores directamente relacionados con las emisiones de CO₂.

En la etiqueta de eficiencia energética se muestran los indicadores de emisiones de CO₂ por cada metro cuadrado del edificio objeto y del edificio de referencia. Se indican también los límites entre las diferentes clases de energía. En la parte inferior del formulario se muestran las calificaciones parciales de los sistemas de calefacción, refrigeración y ACS del edificio. Se indican así mismo las demandas de calefacción y refrigeración, en kWh/m², para el edificio objeto. En la parte de Resultados, se indican las demandas de calefacción y refrigeración, los consumos de energía primaria y final para las instalaciones de calefacción, refrigeración, ACS y totales y las emisiones de CO₂ debidas a las instalaciones de calefacción, refrigeración, ACS y totales.

La etiqueta nos proporciona tres valores que tienen alta importancia. Uno de esos valores es el consumo de energía anual, la cual es la energía final que es consumida por la vivienda, los kWh que consumen las instalaciones. Otro de los valores son las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) anuales, que hacen referencia a las emisiones de CO₂ difundidas a la atmósfera, derivadas por tanto, del uso del inmueble. Por último, nos encontramos con la letra asignada a la propiedad, también denominada letra del edificio, que va de la letra “A” a la letra “G” y se determina en función de las emisiones. Cuanto mayor sea la cantidad de emisión, más cercana será a la letra “G”.

3.1.7 CÁLCULO DEMANDA ENERGÉTICA

Una vez introducidos todos los datos de nuestra vivienda y realizado el modelado de la misma procedemos a mostrar los resultados obtenidos con la simulación energética en su estado actual.

Para la lectura de los archivos de resultados de la Herramienta Unificada LIDER-CALNER utilizaremos herramientas en formato excel que emplean el archivo "NewBDL_O.res" generado por HULC para ofrecer un desglose por componentes de las ganancias y pérdidas térmicas en calefacción y refrigeración.

Estos visores permiten visualizar, tanto para el total de la vivienda como para cada espacio, las demandas mensuales y anuales de calefacción y refrigeración, así como su descomposición por componentes (cubiertas, ventanas, fachadas, etc.)

Podremos ver de forma rápida el comportamiento de la vivienda en las temporadas de verano e invierno y detectaremos qué componentes de la demanda o qué elementos constructivos son los responsables de las ganancias o pérdidas de calor en el sistema.

En nuestro caso utilizaremos las aplicaciones "hulc_res_v2.2.xlsm" y "ViSol".

Las demandas energéticas de calefacción y refrigeración calculadas son las siguientes:

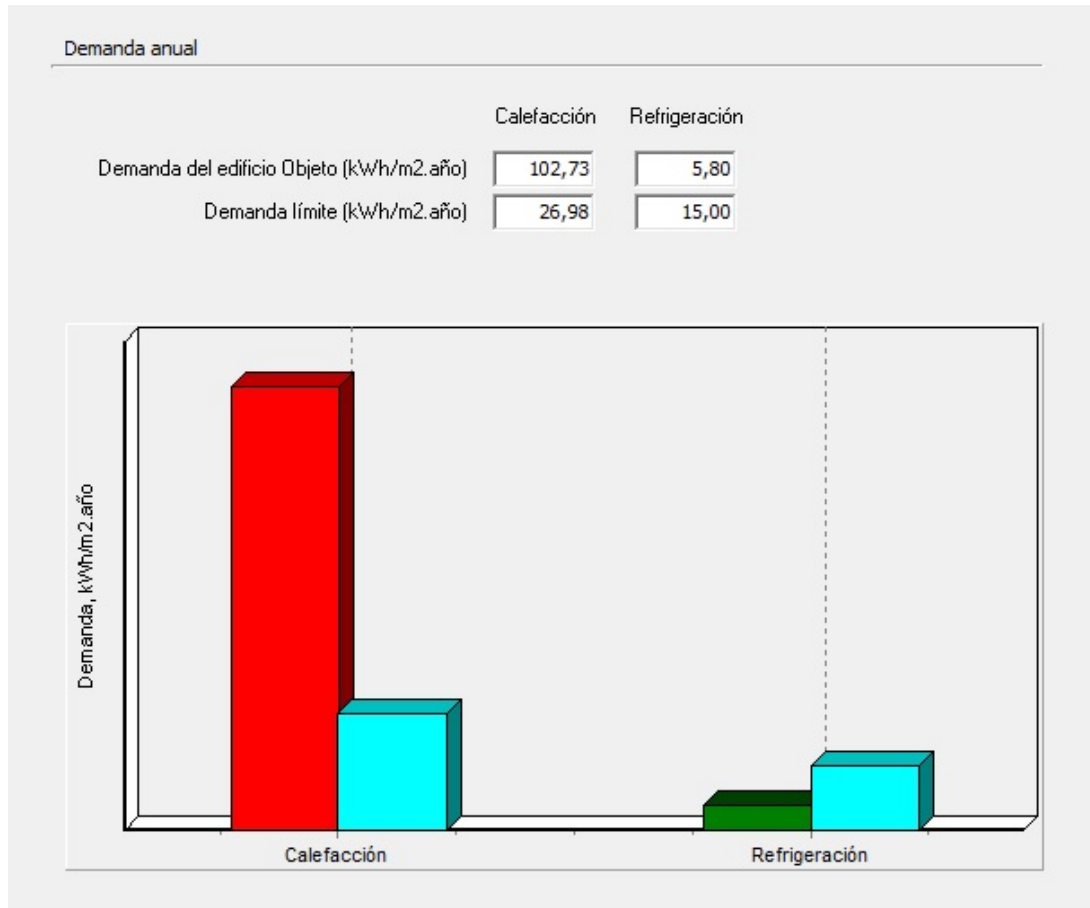


Figura 3.1.7.1 - Demanda anual vivienda calefacción y refrigeración

Los valores límite de demandas energéticas, estipulados en DB: HE-1 son:

- Demanda límite Calefacción (KWh/m²año)= 26,98.
- Demanda límite Refrigeración (KWh/m²año)= 15,00.

Se puede observar que en el caso de las demanda energética de calefacción se está 3,8 veces por encima de las demanda límite estipulada en el CTE. En el caso de la demanda de refrigeración se cumpliría con las demanda límite estipulada en la normativa.

A la vista de estos resultados vemos que se deberán estudiar distintas propuestas de reforma energética con el principal fin de disminuir la demanda de calefacción.

Se desglosan a continuación las distintas demandas entre los 10 espacios habitables de la planta baja obteniendo los siguientes resultados:

REFERENCIA HULC	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (m ²)	CALEFACCIÓN (Kwh/m ² año)	REFRIGERACIÓN (Kwh/m ² año)
P02_E01	DORMITORIO PRINCIPAL	21,15	-92,31	18,52
P02_E02	CUARTO DE BAÑO	8,37	-75,28	4,41
P02_E03	ESCALERA	7,02	-57,70	0,8
P02_E04	CUARTO DE BAÑO	6,48	-81,34	5,28
P02_E05	DORMITORIO 01	12,39	-67,30	3,39
P02_E06	DORMITORIO 02	15,23	-134,58	1,63
P02_E07	PASILLO	20,83	-125,68	0,40
P02_E08	SALA DE ESTAR	19,58	-113,73	9,73
P02_E09	COMEDOR	14,70	-86,84	4,18
P02_E10	COCINA	17,59	-125,4	1,97

Tabla 3.1.7.1 - Demandas anuales calefacción y refrigeración por espacios

Al analizar estos valores se puede observar que las estancias que presentan mayor demanda energética de calefacción son aquellas con orientación NO-NE y con grandes ventanales (sala de estar, cocina, dormitorio 02) así como el pasillo, por presentar este último gran superficie y gran cantidad de huecos en comunicación con el resto de habitaciones.

Los compartimentos con orientación S-SE tienen menor demanda de calefacción (dormitorio principal, cuartos de baño, dormitorio 01).

En cuanto a la demanda de refrigeración las habitaciones dormitorio principal, sala de estar y los cuartos de baño son las estancias que presentan un mayor valor, por tener gran superficie acristalada y orientaciones sur.

Otra información que podemos obtener de los resultados de la Herramienta Unificada es la distribución de las demandas energéticas por elementos constructivos. Estos valores indicarán qué importancia tiene cada elemento constructivo en las demandas totales de la vivienda. También nos ayudará para poder comparar con las rehabilitaciones proyectadas y poder calcular los ahorros energéticos.

La distribución de demandas energéticas por elementos constructivos es la siguiente:

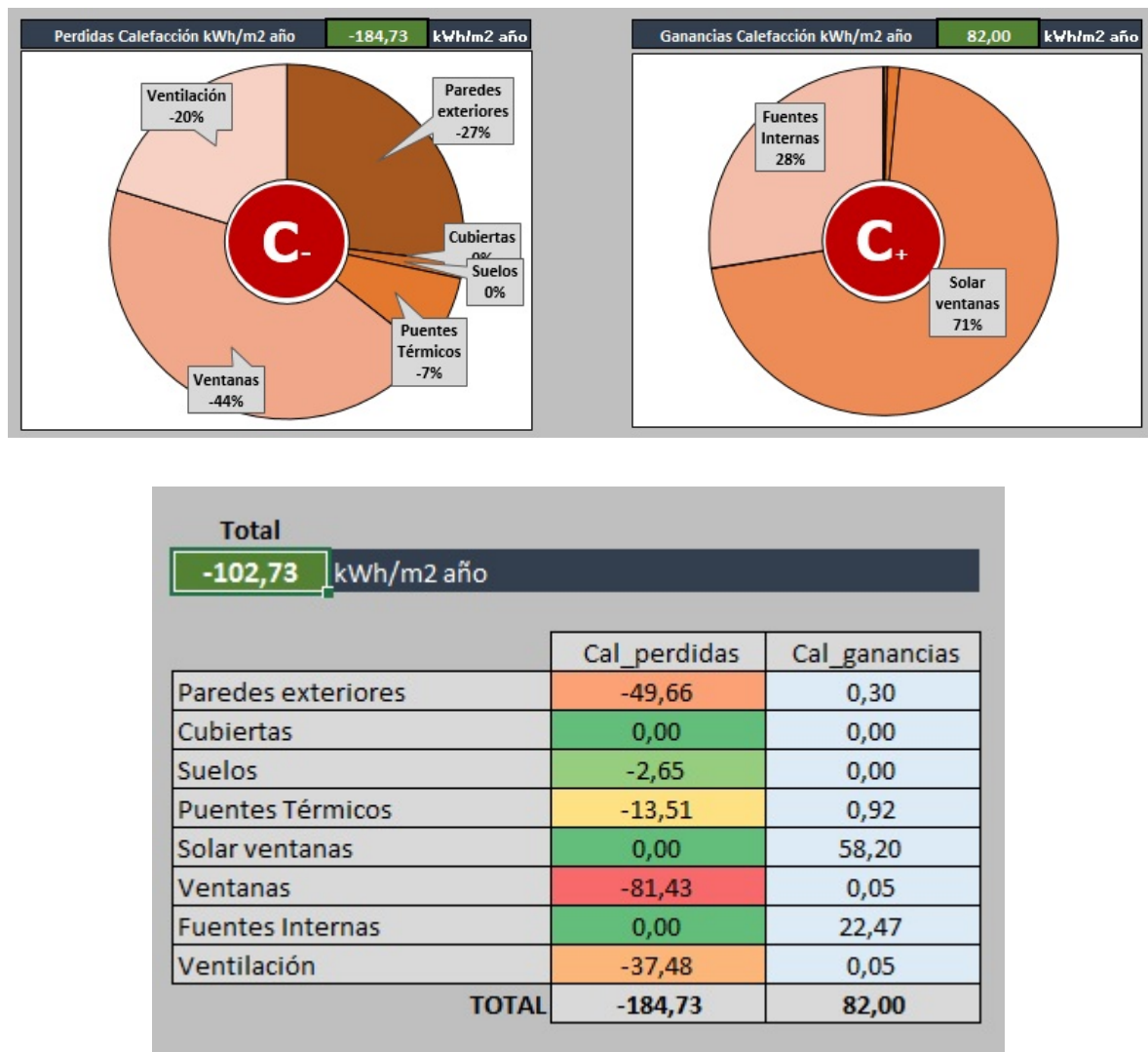
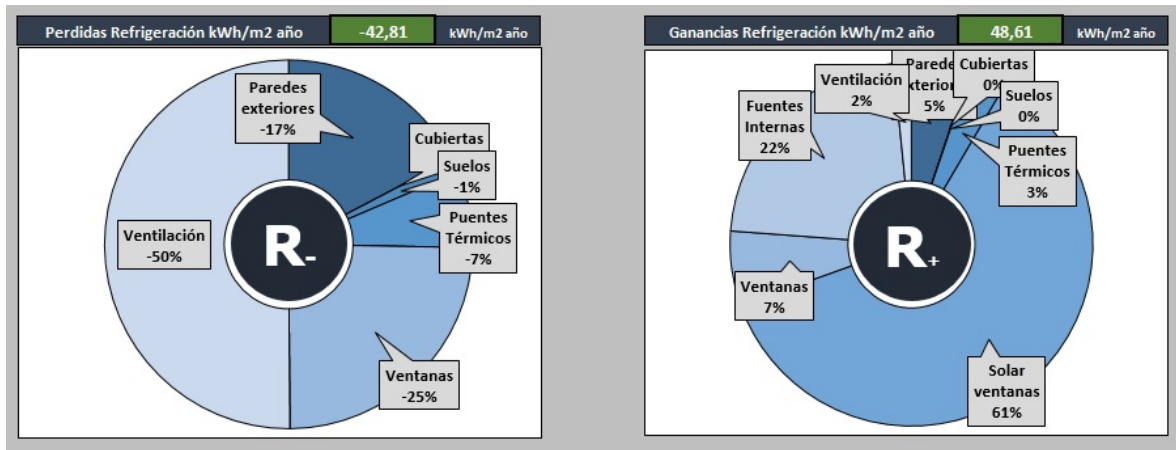


Figura 3.1.7.2 - Demanda calefacción por elementos constructivos



Total		
	5,80 kWh/m2 año	
	Ref_perdidas	Ref_ganancias
Paredes exteriores	-7,42	2,50
Cubiertas	0,00	0,00
Suelos	-0,54	0,03
Puentes Térmicos	-2,87	1,58
Solar ventanas	0,00	29,69
Ventanas	-10,54	3,23
Fuentes Internas	0,00	10,80
Ventilación	-21,45	0,78
TOTAL	-42,81	48,61

Figura 3.1.7.3 - Demanda refrigeración por elementos constructivos

Como se puede observar en la tabla y los gráficos, el 44% de las pérdidas térmicas se producen a través de las ventanas y un 27% a través de la fachada exterior. Un 20% de las pérdidas se producen debido a la ventilación, siendo determinante la permeabilidad de las carpinterías pues son las que favorecen las infiltraciones de aire.

Con un 1% de pérdidas caloríficas están los “suelos”. Esta denominación se refiere a los forjados que están en contacto con un espacio no habitable y por lo tanto no acondicionado como son, en este caso, el suelo y el techo de la planta baja. Ambos forjados carecen de aislamiento térmico lo que hace que las demandas de estos componentes aumenten.

Con un porcentaje de un 7% se encuentran las pérdidas caloríficas por puentes térmicos (PT). Los PT se convierten en partes vulnerables y sensibles de la vivienda al disminuir la resistencia térmica con respecto al resto del cerramiento, provocando en épocas frías la aparición, entre otros inconvenientes, de condensaciones superficiales.

3.1.8 ETIQUETA ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m ² año	Edificio Objeto		
<8,1 A			
8,1-13,1 B			
13,1-20,3 C			
20,3-31,1 D			
31,1-58,3 E	40,9 E		
58,3-73,4 F			
>73,4 G			
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	E	102,7	14724,2
Demanda refrigeración	G	5,8	830,8
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Consumo energía primaria no renovable calefacción	E	141,6	20291,0
Consumo energía primaria no renovable refrigeración	G	5,7	811,7
Consumo energía primaria no renovable ACS	G	39,2	5617,2
Consumo energía primario renovable totales	E	186,4	26719,8
	Clase	kgCO2/m ² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	E	35,6	5098,9
Emisiones CO2 refrigeración	G	1,0	137,5
Emisiones CO2 ACS	E	6,6	951,5
Emisiones CO2 totales	E	43,2	6187,9

Tabla 3.1.8.1 - Etiqueta energética estado actual

Esta es la calificación energética obtenida de la vivienda. La letra obtenida en la calificación es la “E”. Esto nos indica que nuestra vivienda no es eficiente energéticamente.

Además de la etiqueta de certificación, el programa nos proporciona una hoja de resultados en la que aparecen detalladamente demandas de calefacción y refrigeración, los consumos de energía primaria y final para las instalaciones de calefacción, refrigeración, ACS y totales y las emisiones de CO₂ debidas a las instalaciones de calefacción, refrigeración, ACS y totales.

	Edificio Objeto	
Demandas	kWh/m ² año	kWh/año
Calefacción	102,7	14724,2
Refrigeración	5,8	830,8

	Edificio Objeto	
Consumos Energía Final	kWh/m ² año	kWh/año
Calefacción	119,8	17172,1
Refrigeración	2,9	415,4
ACS	20,1	2874,7
Global	142,8	20462,2

	Edificio Objeto	
Consumos Energía Primaria No Renovable	kWh/m ² año	kWh/año
Calefacción	141,6	20291,0
Refrigeración	5,7	811,7
ACS	39,2	5617,2
Global	186,4	26719,8

	Edificio Objeto	
Emisiones	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Calefacción	35,6	5098,9
Refrigeración	1,0	137,5
ACS	6,6	951,5
Global	43,2	6187,9

Tabla 3.1.8.2 - Resultados demandas, consumos y emisiones

El programa también muestra si cumple el CTE DB HE-0. El Código Técnico de la Edificación es de aplicación en España con su documento básico de ahorro de energía HE0 (limitación de consumo energético), donde se establece el máximo consumo energético que debe tener una edificación en la que se esté trabajando. Este apartado está relacionado con el cumplimiento de la Limitación de Demanda Energética DB HE1.

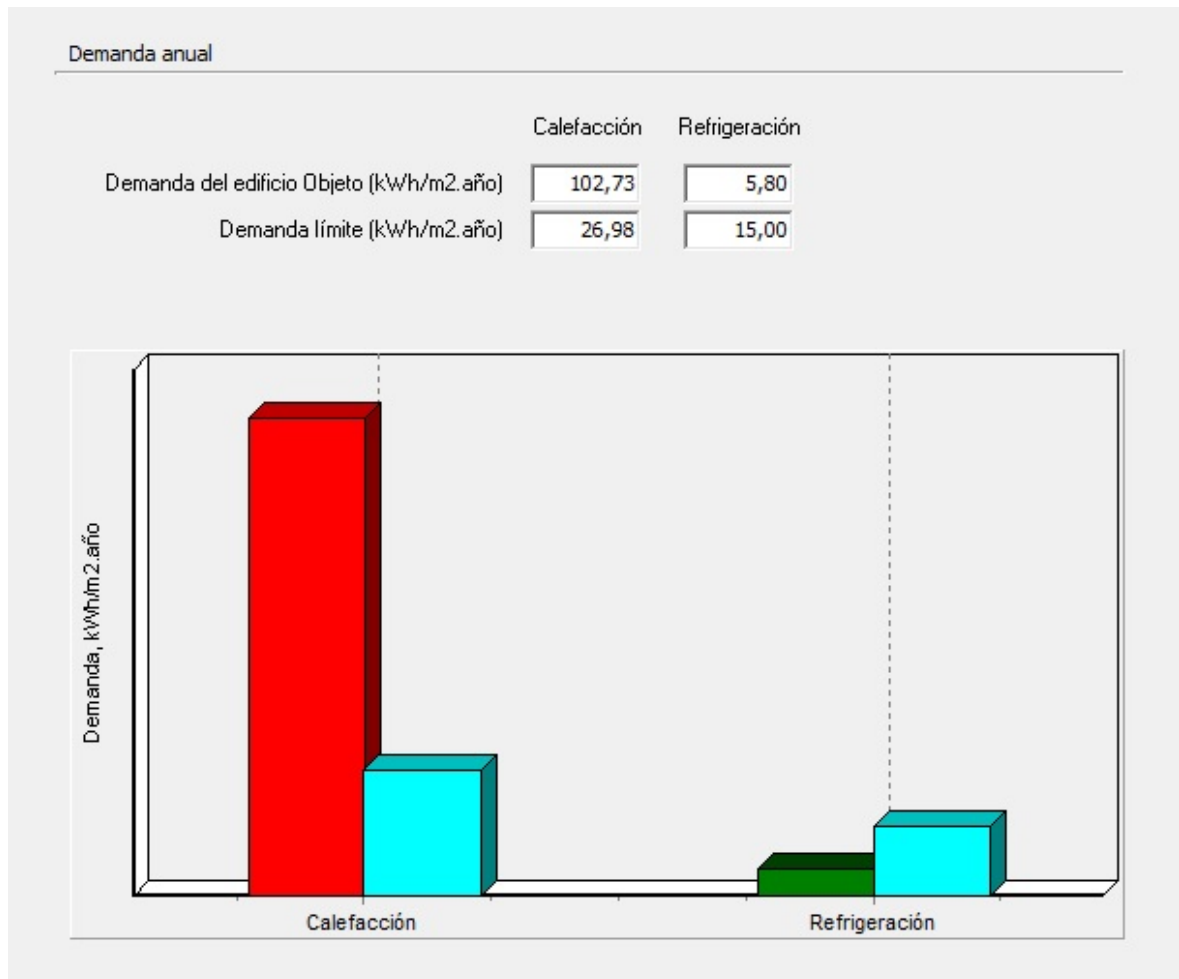


Figura 3.1.8.1 - Consumo energía primaria no renovable estado actual

Como se ve en la imagen anterior, la vivienda está por muy por encima del límite de consumo de energía primaria no renovable impuesta por el DB HE-0.

Entre las causas están la gran demanda de calefacción que presenta la vivienda así como el importante gasto de A.C.S. Esto provoca un aumento del consumo de los generadores de calor utilizados en la vivienda, que en este caso se alimentan de combustibles que penalizan altamente en la certificación energética como son el gasoil (caldera) y la energía eléctrica (termo).

3.1.9 REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

Se estima que mediante la aplicación de medidas de rehabilitación energética se pueden conseguir ahorros de más del 20% de la energía consumida y, al mismo tiempo, reducir las emisiones de dióxido de carbono hasta un 30%.

Con la rehabilitación energética lo que se pretende es corregir las deficiencias de la vivienda, optimizando el consumo y aumentando su confortabilidad.

En nuestro caso las propuestas de rehabilitación energética se han centrado en la mejora del aislamiento de la envolvente (fachada y cubierta). Se mejorará también la carpintería exterior sustituyendo las ventanas y puertas existentes por otras con perfilería de PVC con una menor permeabilidad y dotadas de vidrios de baja emisividad y con control solar.

En cuanto a las instalaciones se sustituirá la caldera actual de gasoil y el termo eléctrico por una bomba de calor aire/agua que suplirá la función los dos. Se instalará un sistema de ventilación mecánica controlada (VMC) de doble flujo con recuperación de calor que hará que disminuya la demanda de calefacción. Se instalarán también paneles fotovoltaicos para autoconsumo eléctrico.

3.1.10 INTERVENCIÓN EN FACHADA

La propuesta de mejora consiste en la inyección de espuma rígida de poliuretano (PUR), en la cámara de aire del cerramiento, con la ayuda de CO₂. Está considerada como una de las actuaciones más eficaces para reducir las pérdidas o ganancias energéticas y las emisiones contaminantes de las viviendas.

Se puede inyectar poliuretano en cualquier fachada de doble hoja de ladrillo siempre que disponga de un espacio hueco en el medio del cerramiento (cámara de aire). El poliuretano se inyecta en estado líquido en la cámara de aire de la fachada, expandiéndose en el interior y formando una espuma rígida de celda abierta de gran capacidad aislante y muy baja densidad, donde sólo el 2% es materia sólida.

En nuestro caso elegimos espuma de poliuretano de baja densidad inicial (18 kg/m³) pudiendo llegar a densidades de 25 kg/m³ una vez aplicada.

Se estimará una conductividad térmica de 0,040 W/mK. La fachada de la vivienda tiene una cámara de aire de 50 mm de espesor. Para poder realizar una buena ejecución en el relleno de la misma se deberán realizar taladros espaciados como máximo, 50 cm entre sí, sin que se sitúen sobre la misma vertical.

La inyección del aislante se realizará por los taladros inferiores, realizando el llenado de abajo a arriba, de una forma pausada, ya que el poliuretano inyectado es de expansión libre y con un periodo de espumación lento. Deberá rellenar el volumen de la cámara sin crear tensiones excesivas en las fábricas colaterales, ya que pueden llegar a fisurar.

A continuación se muestran los valores característicos de los elementos constructivos de la fachada una vez rehabilitada.

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
2	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80	0,115	0,567	1020	1000	
3	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
4	PUR Inyección en tabiquería con dióxido de	0,050	0,040	18	1000	
5	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80	0,115	0,567	1020	1000	
6	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
7	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
8						

Grupo Material

Material

Espesor (m)

U W/(m²K)

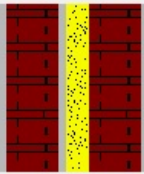


Figura 3.1.10.1 - Composición cerramiento fachada

Como podemos ver la transmitancia del muro pasa de 1,16 (W/m²K) a 0,51 (W/m²K), consiguiendo de esta manera una disminución en las pérdidas.

3.1.11 INTERVENCIÓN EN CUBIERTA

Para la rehabilitación energética de la cubierta se ha propuesto realizar el aislamiento por el interior de la misma mediante la colocación de planchas de aislamiento térmico de lanas minerales (MW), fijadas mediante adhesivos o sujeciones mecánicas, y recubiertas por un material de acabado formado por paneles de yeso laminado. La utilización de paneles semirrígidos o de mantas de lana de roca, presentan la ventaja de que además de incrementar el aislamiento térmico, mejoran también el aislamiento acústico.

Grupo Cuerpos opacos

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Teja de arcilla cocida	0,020	1,000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
3	FU entrevigado cerámico con canto de 210	0,210	0,840	1338	800	
4	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,300	625	1000	
5	MW Lana mineral [0.04 W/(mK)]	0,060	0,041	40	1000	
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	
7						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

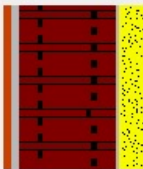


Figura 3.1.11.1 - Composición cerramiento cubierta

En este caso la transmitancia de la cubierta pasa de 1,96 (W/m²K) a 0,49 (W/m²K).

3.1.12 INTERVENCIÓN EN CARPINTERÍA EXTERIOR

Como mejora se intentará incrementar el aislamiento térmico de los marcos de las puertas y ventanas con objeto de disminuir las pérdidas que se producen a través de ellos. Para ello se sustituirá la carpintería exterior existente por una con perfilería de PVC de 5 cámaras interiores, en marco y hoja, de la casa CORTIZO modelo A70 con permeabilidad al aire clase 4, que le confiere una gran eficiencia energética con valores de transmitancia de $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$.

El tipo de apertura de la ventana seleccionada será abatible puesto que son más estancas que las de tipo corredera. También limitaremos las pérdidas producidas a través del acristalamiento. En este caso instalaremos un vidrio de doble acristalamiento reforzado bajo emisivo (ATR) de la marca CLIMALIT modelo SGG CLIMALIT PLUS junto con SGG PLANITHERM XN con una composición 4-16-4 cuya cámara de 16 mm estará rellena de argón al 90%.

A continuación se muestran las principales características de la carpintería de PVC así como del acristalamiento.

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Coefficiente de transmisión térmica
U_w desde 0,9 (W/m²K)
 Consultar tipología, dimensión y vidrio.

CTE- Apto para zonas climáticas*:
α A B C D E
 * En función de la transmitancia del vidrio.

AISLAMIENTO ACÚSTICO

Máximo acristalamiento: **40 mm.**
 Máximo aislamiento acústico: **Rw = 46 dB.**

CATEGORÍAS ALCANZADAS EN BANCO DE ENSAYOS

Protección frente a los agentes atmosféricos

Permeabilidad al aire (UNE-EN 12207:2000): **Clase 4**
 Estanqueidad al agua (UNE-EN 12208:2000): **Clase E1500**
 Resistencia al viento (UNE-EN 12210:2000): **Clase C5**
 Ensayo de referencia ventana 1,23 x 1,48 m. 2 hojas.

SECCIONES	Marco 70 mm Hoja 70 mm	JUNTAS	Doble junta de EPDM
CLASIFICACIÓN	Espesores de perfil Clase A ≥ 2,8 mm Clima Clima Severo Impacto Clase II	POSIBILIDADES DE APERTURA	
DIMENSIONES MÁXIMAS	Ancho (L) = 1.000 mm Alto (H) = 2.150 mm	INTERIOR	Practicable, oscilo-batiente, oscilo-paralela y abatible.
PESO MÁXIMO/ HOJA	100 Kg.	ACABADOS	Posibilidad bicolor Blanco Foliado color Foliado imitación madera

Consultar peso y dimensiones máximas según tipología.

Figura 3.1.12.1 - Propiedades carpintería exterior

Doble acristalamiento sgg CLIMALIT PLUS® con sgg PLANITHERM® XN

Composición (mm)	4-12-4		4-16-4		6-12-4	
Posición de la capa	3	2	3	2	3	2
Factores luminosos						
TL (%)	82				81	
R ext (%)	12	13	12	13	12	13
Factor solar (g)	0.65	0.63	0.65	0.63	0.64	0.62
Coefficiente de sombra (SC)	0.75	0.72	0.75	0.72	0.73	0.71
Valor U						
Aire (W/m²K)	1.6		1.4		1.6	
Ar 90% (W/m²K)	1.3		1.1		1.3	

Tabla 3.1.12.1 - Propiedades vidrio acristalamiento


3.1.13 INTERVENCIÓN EN LAS INSTALACIONES

Otra de las mejoras que se proponen es el cambio de caldera de gasoil por una bomba de calor aire/agua. Esta última se encargaría de abastecer el suministro de agua caliente para la instalación de calefacción y de A.C.S. De este modo estaríamos eliminando también el termo eléctrico.

Los sistemas aerotérmicos se basan en el aprovechamiento de la energía térmica existente en el aire para calentar la vivienda o el agua caliente sanitaria. La bomba de calor aire-agua transporta el calor del aire exterior al interior de la vivienda, o cede el calor del interior de la vivienda al exterior en modo frío, utilizando un fluido refrigerante como elemento de transporte de energía, dicho calor se transmite o se cede mediante un intercambiador al fluido de la instalación de calefacción, de refrigeración o de ACS.

Con la instalación de bombas de calor aire-agua se alcanzan ahorros de más de un 75% respecto a otros sistemas que tienen como fuente de energía la electricidad.

El modelo elegido es una bomba de calor DAIKIN ALTHERMA HT ALTA TEMPERATURA modelo ERSQ014AV1. A continuación se muestran las principales características del equipo.

UNIDADES EXTERIORES				ALIMENTACIÓN MONOFÁSICA		
				ERSQ011AV1	ERSQ014AV1	ERSQ016AV1
COMBINACIÓN				EKHBRD011ADV1	EKHBRD014ADV1	EKHBRD016ADV1
Temperatura ambiente	impulsión					
Calefacción	7	65/55	Capacidad Nominal/Consumo kW COP	11 / 3,57 3,08	14 / 4,66 3,00	16 / 5,57 2,88
	7	35/30	Capacidad Nominal/Consumo kW COP	11 / 2,61 4,22	14 / 3,55 3,94	16 / 4,31 3,72
	7	80/70	Capacidad Nominal/Consumo kW COP	11 / 4,40 2,50	14 / 5,65 2,48	16 / 6,65 2,41
Refrigerante				R-410A	R-410A	R-410A
Dimensiones			Al.xAn.xF. mm	1.345 x 900 x 320	1.345 x 900 x 320	1.345 x 900 x 320
Peso			Kg	120	120	120
Compresor				SCROLL	SCROLL	SCROLL
Potencia sonora			Calef. dB(A)	68	69	71
Presión sonora			Calef. dB(A)	52	53	55
Alimentación eléctrica				1N~/ 230V / 50Hz	1N~/ 230V / 50Hz	1N~/ 230V / 50Hz
Conexión Refrigerante			Líquido - Gas mm	Ø9,5 (3/8") - Ø15,9 (5/8")	Ø9,5 (3/8") - Ø15,9 (5/8")	Ø9,5 (3/8") - Ø15,9 (5/8")
Distancias línea refrigerante			m	3<d<50	3<d<50	3<d<50
Clase de eficiencia energética 55°C LOT1				A+	A+	A+

UNIDADES INTERIORES			ALIMENTACIÓN MONOFÁSICA		
			EKHBRD011ADV1	EKHBRD014ADV1	EKHBRD016ADV1
Función			Solo calefacción		
Dimensiones	Al.xAn.xF.	mm	705 x 600 x 695	705 x 600 x 695	705 x 600 x 695
Peso		Kg	144	144	144
Refrigerante			R-134a	R-134a	R-134a
Presión sonora / Modo silencioso			43 / 40	45 / 43	46 / 45
Diámetro tubería agua			Ø 31,8 (1-1/4")	Ø 31,8 (1-1/4")	Ø 31,8 (1-1/4")

Nota: Condiciones de medición presión sonora 65 / 55°C Impulsión.


ACUMULADORES			EKHTS200AC	EKHTS260AC
Volumen de agua		l	200	260
Temperatura máxima del agua		Cº	75°C	75°C
Dimensiones	Al.xAn.xF.	mm	1.335 x 600 x 695	1.610 x 600 x 695
Dimensiones del conjunto (unidad interior + depósito)	Al.xAn.xF.	mm	2.010 x 600 x 695	2.285 x 600 x 695
Color			Gris metalizado	Gris metalizado
Peso en vacío			70	78
Depósito	Material		Acero inoxidable	Acero inoxidable
Clase de eficiencia energética LOT2			 B	B

Tabla 3.1.13.1 - Características técnicas bomba de calor

3.1.14 CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA ESTADO REHABILITADO

Una vez introducidos los cambios correspondientes de los cerramientos e instalaciones volvemos a realizar el cálculo de la demanda con la Herramienta Unificada, obteniendo los siguientes resultados:

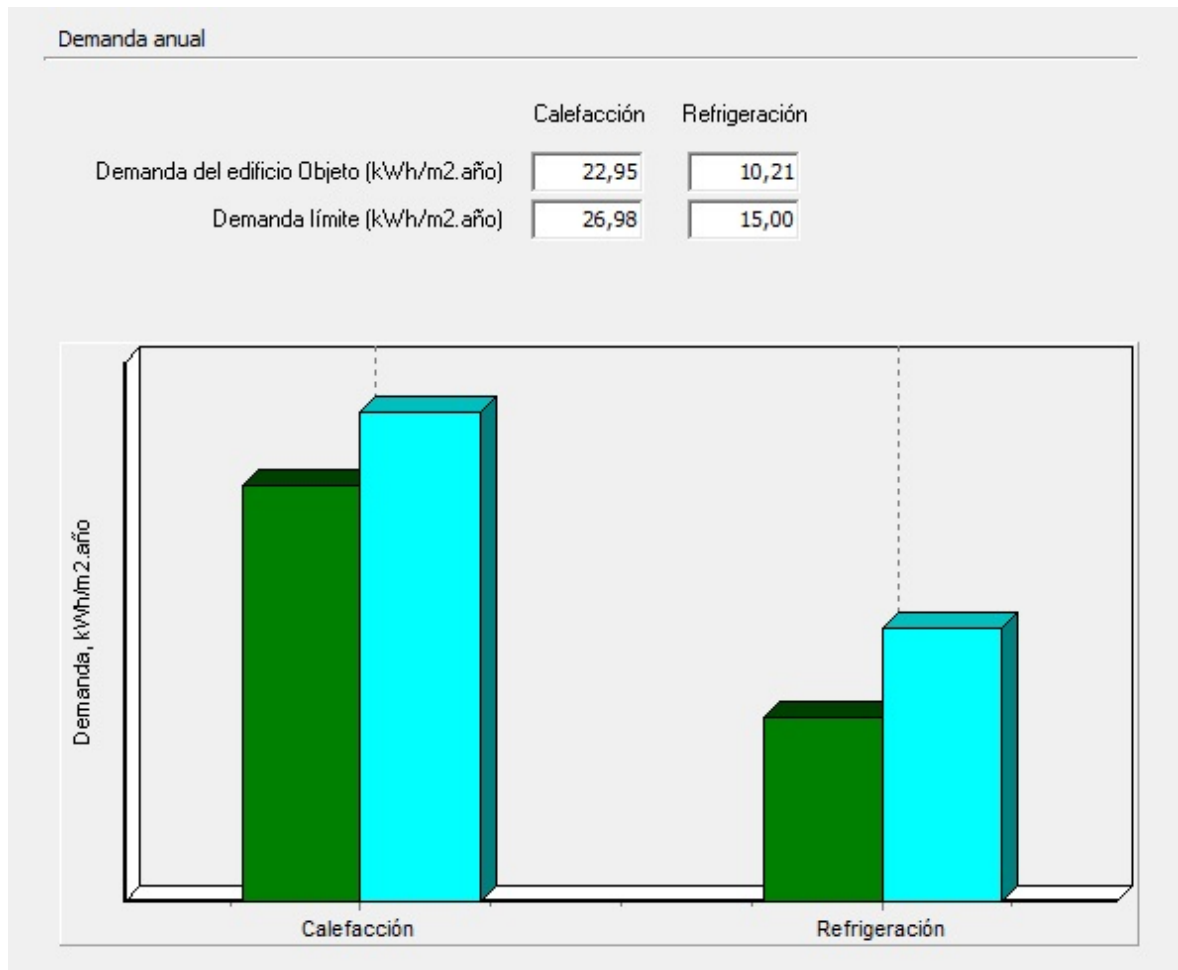


Figura 3.1.14.1 - Demanda anual calefacción-refrigeración

Como podemos observar con las mejoras efectuadas hemos conseguido disminuir la demanda de calefacción a valores por debajo del límite estipulado en el CTE.

En el caso de la demanda de refrigeración ha aumentado con relación al estado anterior pero seguimos por debajo de la demanda límite estipulada en la normativa.

3.1.15 DEMANDA POR ESPACIOS

Los resultados obtenidos por espacios nos permiten determinar cuál es el más desfavorable y así poder hallar una mejora de manera más concreta. Como se aprecia en la siguiente tabla, los espacios que demandan más calefacción son los orientados al NO y los de menor los que tienen orientación SE.

REFERENCIA HULC	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (m ²)	CALEFACCIÓN (Kwh/m ² año)	REFRIGERACIÓN (Kwh/m ² año)
P02_E01	DORMITORIO PRINCIPAL	21,15	-13,65	30,80
P02_E02	CUARTO DE BAÑO	8,37	-13,75	8,12
P02_E03	ESCALERA	7,02	-10,46	1,87
P02_E04	CUARTO DE BAÑO	6,48	-16,27	8,91
P02_E05	DORMITORIO 01	12,39	-13,89	5,66
P02_E06	DORMITORIO 02	15,23	-37,26	3
P02_E07	PASILLO	20,83	-25,32	1,32
P02_E08	SALA DE ESTAR	19,58	-24,59	17,89
P02_E09	COMEDOR	14,70	-21,2	6,81
P02_E10	COCINA	17,59	-36,79	4,47

Tabla 3.1.15.1 - Demanda anual calefacción-refrigeración

Se observa una disminución importante en la demanda de calefacción en todas las estancias con el consiguiente ahorro de energía. En cuanto a la demanda de refrigeración, en este caso, obtenemos un aumento en la misma.

3.1.16 DEMANDA POR ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Seguidamente se muestra una comparativa gráfica entre los resultados obtenidos con la simulación energética en el estado actual y una vez aplicadas las propuestas de mejora energética.

Estado actual:

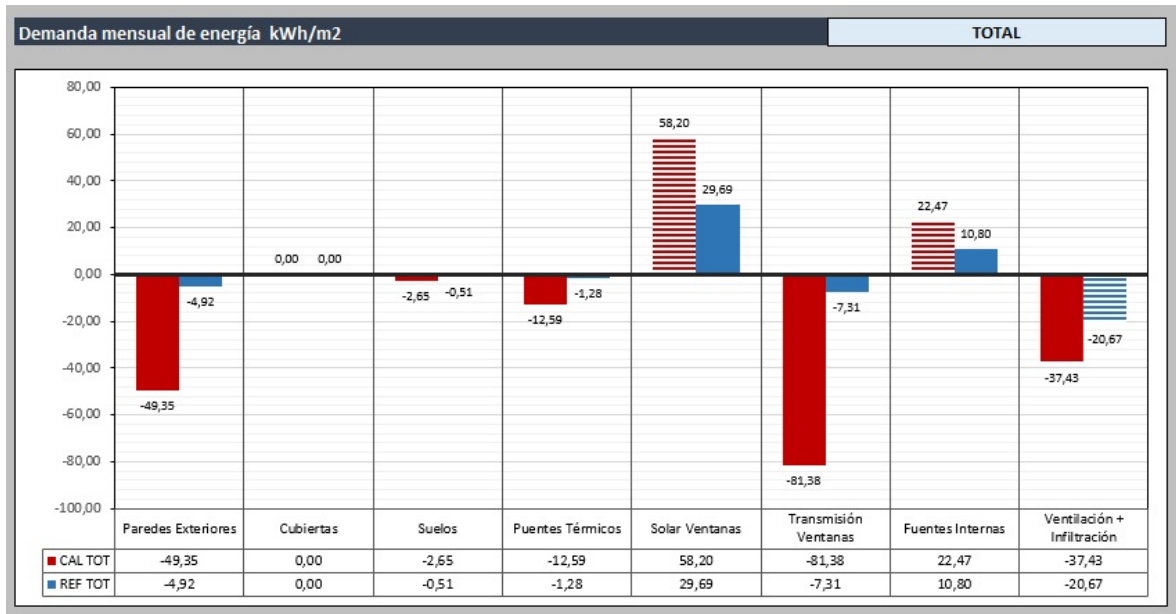


Tabla 3.1.16.1 - Demanda calefacción-refrigeración elementos constructivos

Estado rehabilitado:

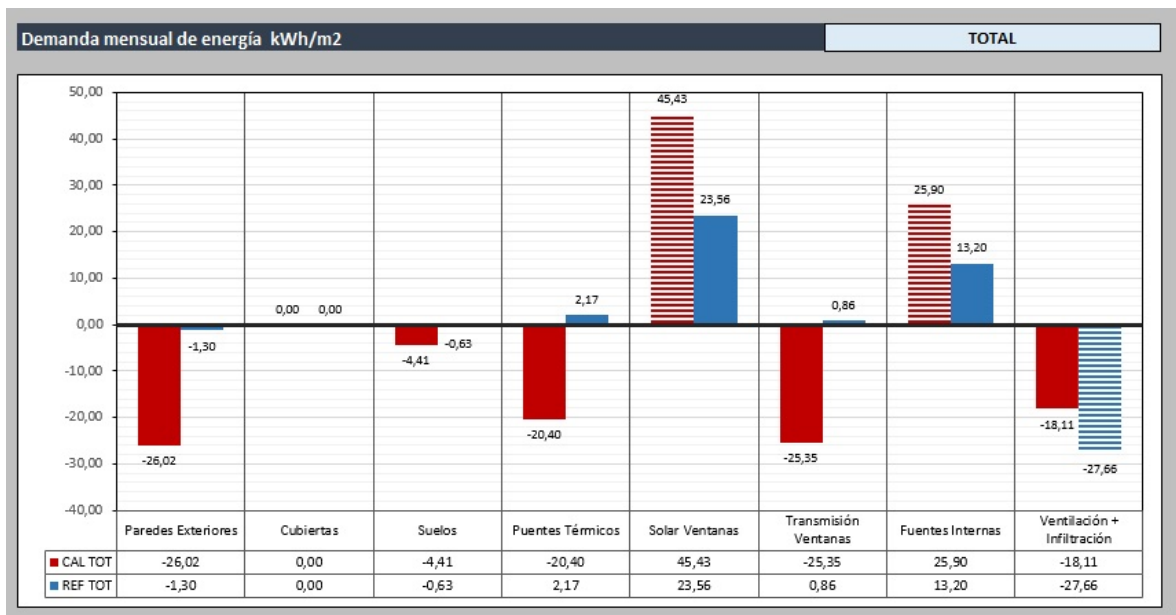


Tabla 3.1.16.2 - Demanda calefacción-refrigeración elementos constructivos

Se puede observar que con las mejoras implementadas hemos logrado disminuir las pérdidas de calefacción a través de las paredes exteriores al aumentar el aislamiento de la fachada. Han disminuido las pérdidas de calefacción y refrigeración por transmisión en los huecos (puertas y ventanas) debido a la elección de una perfilaría con un menor valor de transmitancia térmica y permeabilidad. Hemos bajado un poco la ganancia solar a través de las ventanas al elegir un cristal con un menor factor solar. Por el contrario ha aumentado la demanda en refrigeración debido a la instalación del recuperador de calor. Por el contrario en los puentes térmicos así como en los forjados de la planta baja y bajo cubierta aumentan las transferencias térmicas debido a ser los elementos constructivos con menor aislamiento.

3.1.17 ETIQUETA ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA

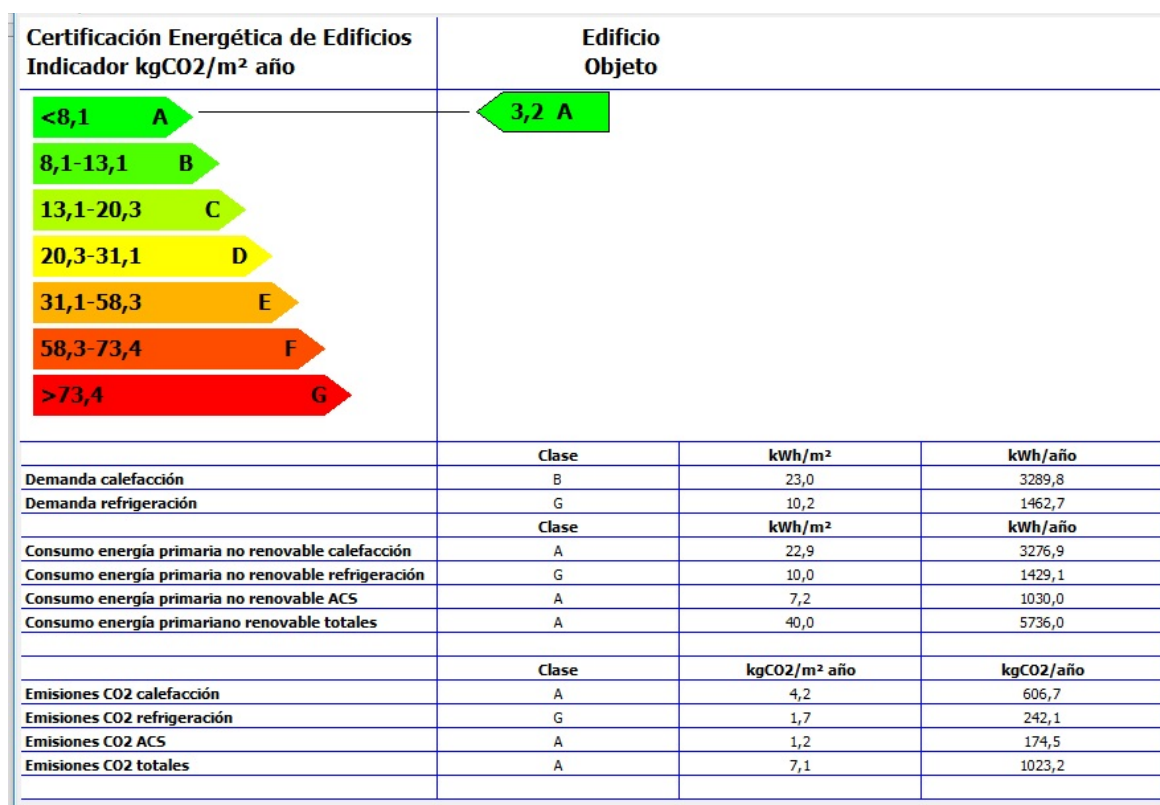


Tabla 3.1.17.1 - Etiqueta energética

Con las reformas aplicadas conseguimos que la etiqueta energética pase de una letra “G” a una letra “A”, siendo esta última la más alta que podemos obtener. Esto es un indicativo de que hemos logrado disminuir de una manera significativa las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

A continuación se muestran los resultados obtenidos detallando las demandas de calefacción y refrigeración, los consumos de energía primaria y final para las instalaciones de calefacción, refrigeración, ACS y totales y las emisiones de CO₂ debidas a las instalaciones de calefacción, refrigeración, ACS y totales.

Edificio Objeto		
Demandas	kWh/m² año	kWh/año
Calefacción	23,0	3289,8
Refrigeración	10,2	1462,7

Edificio Objeto		
Consumos Energía Final	kWh/m² año	kWh/año
Calefacción	14,5	2076,9
Refrigeración	5,1	731,4
ACS	3,7	527,1
Global	23,3	3335,4

Edificio Objeto		
Consumos Energía Primaria No Renovable	kWh/m² año	kWh/año
Calefacción	22,9	3276,9
Refrigeración	10,0	1429,1
ACS	7,2	1030,0
Global	40,0	5736,0

Edificio Objeto		
Emisiones	kgCO₂/m² año	kgCO₂/año
Calefacción	4,2	606,7
Refrigeración	1,7	242,1
ACS	1,2	174,5
Global	7,1	1023,2

Tabla 3.1.17.2 - Resultados demandas, consumos y emisiones

3.1.18 COMPARATIVA ESTADO ACTUAL - ESTADO REHABILITADO

En este apartado se pretende comparar los resultados obtenidos antes y después de efectuar las mejoras de rehabilitación energética. A continuación se muestra una tabla de los datos obtenidos:

EDIFICIO OBJETO			
DEMANDAS	ANTES REHABILITACION (Kwh/año)	DESPUÉS REHABILITACIÓN (Kwh/año)	VARIACION (%)
Calefacción	14724,2	3298,8	-77,60
Refrigeración	830,8	1462,7	156,80
CONSUMOS ENERGÍA			
Calefacción	17172,1	2076,9	-87,91
Refrigeración	415,4	731,4	156,80
A.C.S	2874,7	527,1	-81,66
Global	20462,2	3335,4	-83,70
CONSUMOS ENERGIA			
Calefacción	20291,0	3276,9	-83,85
Refrigeración	811,7	1429,1	156,80
A.C.S	5617,2	1030,0	-81,66
Global	26719,8	5736,0	-78,53
EMISIONES			
Calefacción	5098,9	606,7	-88,10
Refrigeración	137,5	242,1	156,79
A.C.S	951,5	174,5	-81,66
Global	6187,9	1023,2	-83,46

Tabla 3.1.18.1 - Demandas estado actual y estado rehabilitado

Se puede apreciar que con las medidas adoptadas hemos disminuido notablemente la demanda en calefacción (77%). La instalación de la bomba de calor ha traído consigo una disminución importante en el consumo de energía primaria en calefacción (84%) y A.C.S. (82%). Todo esto conlleva una mengua en las emisiones de CO₂ totales de un 83%. Por el contrario hemos aumentado la demanda de refrigeración así como el consumo de energía primaria y emisiones de CO₂ debido a este término en un 157%, aunque siguen siendo valores pequeños en el cómputo anual.

3.1.19 ESTUDIO ECONÓMICO Y DE VIABILIDAD

En este apartado realizaremos un estudio económico y de viabilidad de la inversión efectuada en la rehabilitación energética de la vivienda.

3.1.20 COSTES DE REHABILITACIÓN

Para empezar a hallar los costes de rehabilitación calcularemos los gastos efectuados en cada una de las mejoras realizadas siendo estas:

1. Mejora aislamiento envolvente térmica.
2. Sustitución de ventanas y puertas.
3. Instalación bomba calor aire/agua.

ENVOLVENTE TÉRMICA

Descripción			
Aislamiento en cerramiento de doble hoja de fábrica, rellenando el interior de la cámara de aire de 50 mm de espesor medio, mediante inyección de espuma de poliuretano de baja densidad, de 12 a 18 kg/m ³ y conductividad térmica 0,038 W/(mK).			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m ²	113	7,65 €	864 €

Descripción			
Aislamiento por el interior sobre espacio no habitable en cubierta inclinada, formado por fieltro aislante de lana mineral, según UNE-EN 13162, revestido por una de sus caras con un complejo de papel kraft con polietileno que actúa como barrera de vapor, de 60 mm de espesor			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m ²	203	7 €	1.421 €

Descripción			
Trasdosado directo, realizado con placa de yeso laminado de 16mm tipo estándar, anclado en la parte interior de la cubierta mediante maestras; 30 mm de espesor total; separación entre maestras 600 mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m ²	203	17,74 €	3.601 €

SUSTITUCIÓN PUERTAS Y VENTANAS

Descripción			
Suministro y colocación de ventanas y puertas Sistema Cortizo A70 Abisagrada PVC, abisagradas de canal 16 compuestas por perfiles de PVC con espesor de pared exterior de 2,8 mm (clasificación A según la norma UNE-EN 12608) y perfil para clima severo (clase S según la norma UNE-EN 12608). 5 cámaras interiores, tanto en marco como en hoja. Profundidad de 70 mm en marco y de 70 / 80 mm en hoja. Capacidad de acristalamiento de 40 mm. Posibilidad de estética recta o achaflanada. Refuerzos interiores de acero galvanizado y juntas de EPDM. Incluidas mecanizaciones para desagüe y aireación, p/p de garras de fijación, sellado perimetral de juntas por medio de cordón de silicona neutra y ajuste final. Elaborada en taller y totalmente montada en obra.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	15	600 €	9000 €

Descripción			
Persiana enrollable de lamas de PVC con doble enganche de 50 mm con cajón térmico mejorado (monoblock), equipada con eje, discos, cápsulas y todos sus accesorios, con accionamiento manual mediante cardán con manivela.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	15	300 €	4500 €

INSTALACIÓN BOMBA CALOR AIRE/AGUA

Descripción			
Bomba de Calor aerotérmica para calefacción de Alta Temperatura (hasta 80°C) y producción de ACS,			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	10.370 €	10.370 €

INSTALACIÓN VENTILACIÓN MECÁNICA CONTROLADA

Descripción			
Instalación de central VMC serie IDEO 325 ECOWATT marca S&P de doble flujo para viviendas unifamiliares, con intercambiador de calor del tipo contraflujo de alto rendimiento (hasta el 92%) y motor EC de corriente continua a caudal constante de muy bajo consumo (menos de 40w), conductos y bocas de impulsión y extracción. Totalmente montada y funcionando.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	6.334 €	6.334 €

Una vez calculado el coste de cada mejora instalada, se va a proceder a calcular el coste total de rehabilitación de la vivienda.

ENVOLVENTE	VENTANAS	BOMBA CALOR	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	VMC	TOTAL INVERSIÓN
5.886 €	13.500	10.370 €	22.259 €	6.334	84.017 €

El coste total de la rehabilitación energética de la vivienda es de **OCHENTA Y CUATRO MIL DIECISIETE EUROS.**

3.1.21 SUBENCIONES XUNTA DE GALICIA

SUBVENCIONES PARA EL AÑO 2017 A PROYECTOS DE ENERGÍAS RENOVABLES

“Concepto: Esta resolución ten por obxecto regular a concesión de subvencións, en réxime de concorrencia competitiva, ás actuacións e proxectos de enerxías renovables que utilicen enerxía xeotérmica, aerotérmica ou solar térmica, que cumpran cos requisitos e condicións establecidos no seu articulado e anexos.

O investimento mínimo para que a actuación sexa subvencionable deberá superar os 3.000 euros.

Beneficiarios:

- a) Administración Autonómica e Local.*
- b) Persoas físicas e institucións sen ánimo de lucro.*
- c) As pequenas e medianas empresas, as súas agrupacións e asociacións.*

Contía da axuda:

A contía máxima de axuda será calculada en función da potencia instalada (salvo para os paneis solares de tubo de baleiro que será por superficie) e do tipo de instalación, cos límites que se establecen nas bases reguladoras:

1. A intensidade de axuda segundo o tipo de beneficiario será a seguinte:

- 75 % para administracións públicas.*
- Outros beneficiarios, a intensidade da axuda será do 30% incrementándose en 10 puntos porcentuais para as medianas empresas, e en 20 puntos porcentuais para as pequenas empresas e persoas físicas.*

2. A contía máxima de axuda por proxecto será de 50.000 € no caso das bombas de calor xeotérmicas e de 20.000 € na aerotermia e solar térmica.

3. A contía total de axuda establecida para as axudas de minimis concedidas a unha única empresa, nun período máximo de 3 anos, fíxase en 200.000 euros, agás para as empresas de transporte de mercadorías por estrada por conta allea que se establece en 100.000 €.”

En nuestro caso solo podremos beneficiarnos de la segunda subvención, es decir, de la subvención de proyectos de energía aerotérmica para personas físicas.

Teniendo en cuenta esta subvención, tendríamos que descontar un 50% a la instalación de la bomba de calor aire/agua, por lo que nos quedaría un coste de rehabilitación de la siguiente manera:

ENVOLVENTE	VENTANAS	BOMBA CALOR	VMC	FOTOVOLTAICA	TOTAL INVERSIÓN
5.886 €	13.500 €	5.185 €	6.334 €	22.259 €	63.265,16 €

Tabla 3.1.21.1.1 - Coste inversión rehabilitación

3.1.22 AHORRO ENERGÉTICO Y ECONÓMICO

En este apartado procederemos a calcular tanto el ahorro energético como el ahorro económico. Calcularemos también la inversión total efectuada así como el periodo de retorno simple de la misma. Por último hallaremos la reducción de emisiones de CO₂ conseguida con las mejoras de aislamiento implantadas.

AHORRO ENERGÉTICO

El ahorro energético, también denominado ahorro de energía o eficiencia energética, consiste en la optimización del consumo energético con el objetivo final de disminuir el uso de energía, aunque sin que por ello se vea resentido el resultado final.

En nuestro caso lo calcularemos restando del consumo total de energía primaria no renovable obtenida en la certificación en el estado actual de la vivienda de la obtenida en la certificación una vez efectuada la rehabilitación.

Obtenemos los siguientes datos:

VIVIENDA			
DEMANDA	ANTES REHABILITACION (Kwh/año)	DESPUÉS REHABILITACIÓN (Kwh/año)	AHORRO (Kwh/año)
CONSUMOS ENERGIA			
Calefacción	17.172,1	2076,9	15.095
Refrigeración	415,4	731,4	-316
A.C.S	2874,7	527,1	2.348
Global	20462,2	3335,4	17.127

Tabla 3.1.22.1.1 - Ahorro energético

Como se puede observar en la tabla obtenemos un ahorro energético de **17.127 Kwh/año**.

EMISIONES DE CO₂

Por último se calculan las emisiones de CO₂ que vertemos a la atmósfera antes y después de la rehabilitación.

VIVIENDA	
EMISIONES DE CO ₂ ESTADO ACTUAL (KgCO ₂ /año)	EMISIONES DE CO ₂ ESTADO REHABILITADO (kgCO ₂ /año)
6187,9	1.023,2

Tabla 3.1.22.1.2 - Emisiones CO₂

AHORRO ECONÓMICO

Se calcula como el precio de la energía €/kWh por el ahorro energético generado por las medidas de mejora.

VIVIENDA		
AHORRO (Kwh/año)	PRECIO ENERGÍA (€/KWh)	TOTAL AHORRO (€/año)
17.127	0,15	2.569,05

Tabla 3.1.22.2.1 - Ahorro económico

3.1.23 PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN

El período de retorno de la inversión, expresado en años, queda definido por el cociente entre el coste de la inversión y el ahorro anual generado por las medidas de mejora.

En nuestro caso obtenemos el siguiente valor:

VIVIENDA		
COSTE INVERSIÓN (€)	AHORRO ENERGETICO (€)	PERIODO RETORNO (años)
63.265,16	2.569,05	24,6

Tabla 3.1.23.1 - Periodo amortización inversión

**TÍTULO: REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA**

ANEXO II: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL**

FECHA: SEPTIEMBRE 2017

AUTOR: ANDRÉS BELLO MÉNDEZ

Fdo.:

NDICE

3.2 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	4
3.2.1 OBJETO DEL ANEXO	4
3.2.2 NORMATIVA	4
3.2.3 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	5
3.2.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	5
3.2.5 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	6
3.2.6 CÁLCULO DE CONSUMOS ESTIMADOS	8
3.2.7 CÁLCULO DEL CAMPO FV.....	10
3.2.8 REGULADOR / INVERSOR.....	14
3.2.9 DISTRIBUCIÓN MODULOS	17
3.2.10 PÉRDIDAS MÓDULOS.....	21
3.2.11 ESTRUCTURA SOPORTE	22
3.2.12 CAPACIDAD ACUMULADORES	25
3.2.13 CABLEADO	27
3.2.14 CABLEADO DE PROTECCIÓN.....	40
3.2.15 TUBOS O CONDUCTOS PROTECTORES	41
3.2.16 PROTECCIONES	41
3.2.17 PRESUPUESTO.....	48
3.2.18 PERÍODO DE AMORTIZACIÓN	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.2.4.2 - Esquema flujos energía instalación.....	6
Figura 3.2.5.1 - Esquema eléctrico de la instalación	7
Figura 3.2.5.2 - Componentes de la instalación	8
Tabla 3.2.7.1 - Coordenadas geográficas vivienda	11
Figura 3.2.11.1 - Estructura soporte módulos fotovoltaicos.....	23
Figura 3.2.11.2 - Estructura soporte módulos fotovoltaicos.....	24
Figura 3.2.11.3 - Estructura soporte módulos fotovoltaicos.....	24
Figura 3.2.12.1 - Batería seleccionada.....	26
Figura 3.2.13.1 - Cable TOPSOLAR PV ZZ-F.....	28
Figura 3.2.13.2 - Cable POWERFLEX RV-K.....	31
Figura 3.2.16.1.1 - Fusibles y bases portafusibles	42
Figura 3.2.16.1.2 - Protección sobretensión clase II.....	43
Figura 3.2.16.1.3 - Cuadro protección serie fotovoltaica	44
Figura 3.2.16.2.1 - Protecciones tramo inversor - cargas	44
Figura 3.2.16.3.1 - Protección tramo inversor - baterías	45
Figura 3.2.16.3.2 - Caja superficie estanca	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.2.6.1 - Consumo energético iluminación planta sótano	8
Tabla 3.2.6.2 - Consumo energético iluminación planta baja	9
Tabla 3.2.6.3 - Consumo energético electrodomésticos.....	9
Tabla 3.2.8.1 - Características técnicas inversor.....	16
Tabla 3.2.8.2 - Característica técnicas inversor	17
Tabla 3.2.12.1 - Características técnicas batería	26
Tabla 3.2.13.1 - Características cable TOPSOLAR PV ZZ.....	28
Tabla 3.2.13.2 - Caídas de tensión recomendadas.....	29
Tabla 3.2.13.3 - Secciones/intensidad cables instalaciones FV	30
Tabla 3.2.13.4 - Secciones normalizadas del cable cobre	30
Tabla 3.2.13.5 - Características cable POWERFLEX RV-K.....	31
Tabla 3.2.13.6 - Tipo de instalación y naturaleza aislamiento	32
Tabla 3.2.13.7 - Intensidades admisibles según tipo instalación	33
Tabla 3.2.13.8 - Diámetro exterior tubos protectores	34
Tabla 3.2.14.1 - Secciones mínimas cable protección	40
Tabla 3.2.14.2 - Secciones cable protección instalación	41

3.2 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

3.2.1 OBJETO DEL ANEXO

El objetivo del presente anexo es la realización del cálculo y el dimensionamiento de una instalación fotovoltaica para una vivienda unifamiliar aislada. La finalidad de la instalación es el autoconsumo de la energía generada por los paneles fotovoltaicos para alimentar un porcentaje de la demanda de la vivienda. Durante el día alimentaremos las cargas directamente del inversor y durante la noche el sistema se alimentará de las baterías. En el caso de que la energía almacenada no fuese suficiente para abastecer la demanda, consumiremos energía de la red y exportando a esta cuando haya energía sobrante.

3.2.2 NORMATIVA

- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- R.D. 1663/2000, de 29 de Septiembre, que establece las normas de conexión a red de baja tensión de instalaciones fotovoltaicas.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Fotovoltaiicas Conectadas a Red (PCT) establecidas por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE) en Julio de 2011.
- UNE 20460 – 7 – 712: 2006 Instalaciones eléctricas en edificios: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica.
- Norma UNE-HD 60364-5-52:2014.
- Norma UNE-EN 50618 Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos.
- Normas UNE para los materiales empleados
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por el R.D. 842/2002 de 2 de Agosto e Instrucciones Técnicas complementarias (ITC).

- Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Normas específicas de la compañía eléctrica suministradora

3.2.3 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La vivienda objeto de este trabajo está situada en el Término Municipal de Sada, en la Provincia de A Coruña, en el Lugar do Moucho de Samoedo S/Nº, en las coordenadas de latitud: 43,343459 y longitud:-8,264064. Su altura sobre el nivel del mar es de 6m. La fecha de construcción es el año 2015.

La finca en la que se encuentra emplazada proviene de una segregación de fincas. La parcela se corresponde con la denominada PARCELA E, con referencia catastral N° 9794810NH5999S0001OK. Linda al Norte con el resto de finca matriz; al Sur con la parcela F; al Este con camino público; y al Oeste con la parcela C. La parcela tiene una superficie de 657 m². Se puede ver la situación de la parcela y el emplazamiento de la vivienda en el anexo N°4 PLANOS.

3.2.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Una instalación fotovoltaica para autoconsumo está destinada a satisfacer las necesidades de consumo propio de electricidad, pudiendo estar respaldada por la red eléctrica. A continuación se muestra un esquema con los principales componentes de la instalación.

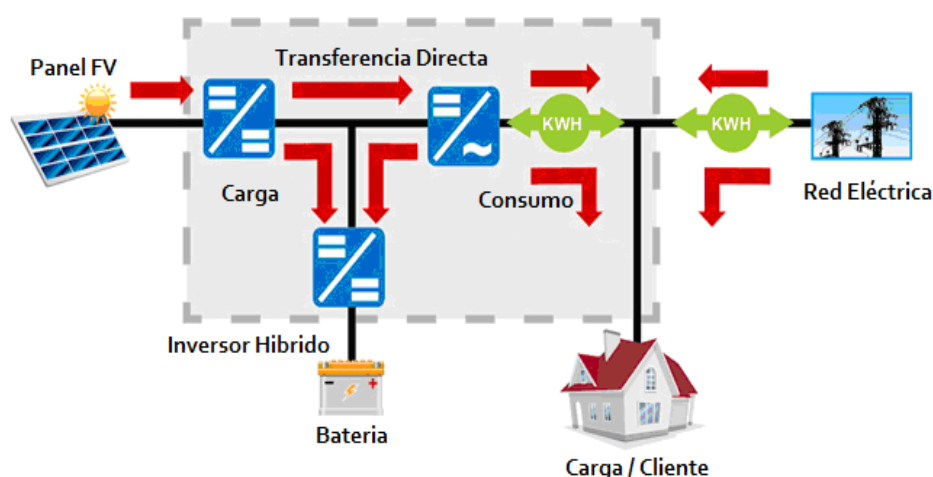


Figura 3.2.4.1 - Componentes de la instalación

En nuestro caso, al trabajar en modo autoconsumo, el inversor derivará toda la energía de los paneles para abastecer las cargas y con el sobrante cargará las baterías. En nuestro caso de no ser suficiente la energía de las baterías para alimentar dichas cargas, no podremos utilizar la red eléctrica como apoyo. Utilizaremos en este caso un grupo electrógeno portátil. Si la energía generada es mayor que la demandada, el excedente no será vertido a la red.

A continuación se muestra un pequeño esquema con el flujo de energía entre los distintos equipos.

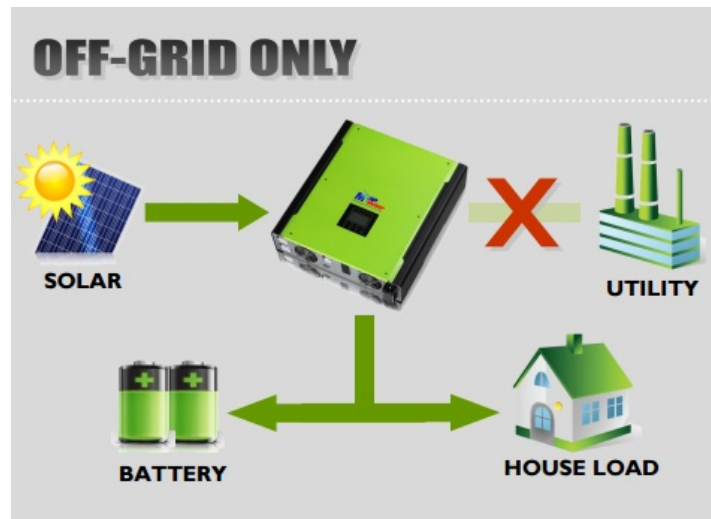


Figura 3.2.4.2 - Esquema flujos energía instalación

3.2.5 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

MÓDULO FOTOVOLTAICO:

Los paneles solares o módulos fotovoltaicos están formados por la interconexión de células solares encapsuladas entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie, son las encargadas de captar la energía procedente del sol en forma de radiación solar y transformarla en energía eléctrica por el efecto fotovoltaico.

ESTRUCTURA:

Los paneles fotovoltaicos se dispondrán encima de una estructura fija en la cubierta de la vivienda. Dicha estructura soporte deberá cumplir las especificaciones de

diseño de la instalación y las pautas descritas en el Pliego de Condiciones Técnicas del Instituto para la diversificación y Ahorro de Energía (IDAE).

INVERSOR:

El inversor es el equipo electrónico que permite inyectar en la red eléctrica de la vivienda la energía producida por el generador fotovoltaico. Su función principal es convertir la corriente continua procedente de los paneles fotovoltaicos en corriente alterna. El inversor tendrá sus propias protecciones internas para un óptimo funcionamiento.

PROTECCIONES:

Además de las protecciones integradas en el inversor, es necesario equipar la instalación con protecciones adicionales que preserven tanto la seguridad de la instalación y equipos como la seguridad de las personas responsables de su funcionamiento y mantenimiento.

La implantación de protecciones deberemos llevarla a cabo atendiendo a la reglamentación vigente para este tipo de instalaciones, artículo 11 del Real Decreto 1663/2000 y al Reglamento Electrotécnico de Baja tensión.

En la imagen siguiente se puede ver un esquema con la distribución eléctrica de las distintas partes de la instalación así como su conexión con el inversor.

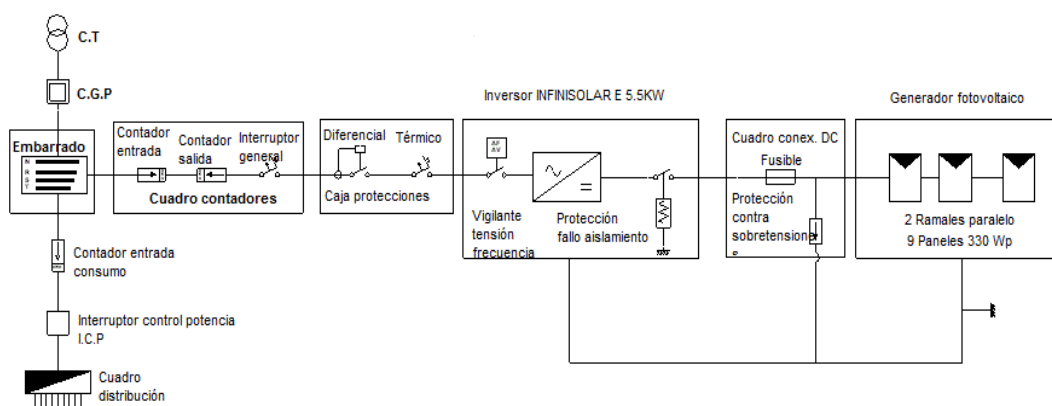


Figura 3.2.5.1 - Esquema eléctrico de la instalación

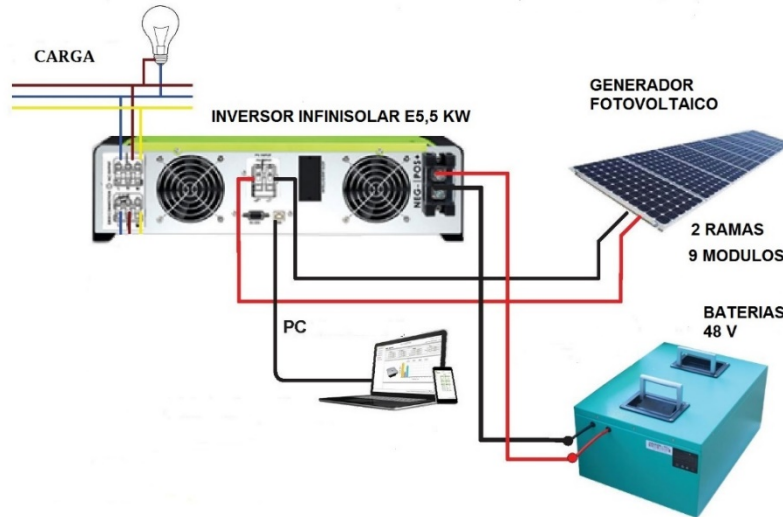


Figura 3.2.5.2 - Componentes de la instalación

3.2.6 CÁLCULO DE CONSUMOS ESTIMADOS

Para la estimación del consumo energético de la vivienda calcularemos la demanda mediante el producto de las potencias nominales de cada aparato y luminaria por las horas de funcionamiento previstas de cada uno de ellos, y posteriormente realizaremos su suma. Aplicaremos un factor de utilización máxima (F_u) y un factor de simultaneidad (F_s) al conjunto del sistema.

A continuación se detallan las distintas cargas (luminarias y electrodomésticos) que tendremos en cuenta para el cálculo de la instalación.

Nº Bombillas led	Potencia bombilla led (W)	Potencia total (W)	F_u	F_s	Horas trabajo al día	Energía (Kwh/día)	Energía (Kwh/año)
7	9	63	0,75	0,5	2	0,05	17,25
6	9	54	0,75	0,5	2	0,04	14,78
1	5	5	0,75	0,5	1	0,00	0,68
2	5	10	0,75	0,5	3	0,01	4,11
6	5	30	0,75	0,5	0,1	0,00	0,41
5	5	25	0,75	0,5	1	0,01	3,42
4	9	36	0,75	0,5	0,5	0,01	2,46
Total KWh						0,12	43,12

Tabla 3.2.6.1 - Consumo energético iluminación planta sótano

Nº Bombillas led	Potencia bombilla led (W)	Potencia total (W)	Fu	Fs	Horas trabajo al día	Energía (Kwh/día)	Energía (Kwh/año)
6	3	18	0,75	0,5	2	0,01	4,93
2	5	10	0,75	0,5	1	0,00	1,37
3	5	15	0,75	0,5	1	0,01	2,05
2	5	10	0,75	0,5	1	0,00	1,37
6	3	18	0,75	0,5	2	0,01	4,93
6	3	18	0,75	0,5	2	0,01	4,93
12	3	36	0,75	0,5	2	0,03	9,86
6	5	30	0,75	0,5	3	0,03	12,32
6	5	30	0,75	0,5	2	0,02	8,21
6	5	30	0,75	0,5	3	0,03	12,32
Total KWh						0,17	62,28

Tabla 3.2.6.2 - Consumo energético iluminación planta baja

CONSUMO ELECTRODOMÉSTICOS										
EQUIPO	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Fu	Fs	Potencia total	Ciclos/semana	Horas/ciclo	Semanas/año	Energía (Kwh/día)	Energía (Kwh/año)
TELEVISOR LED 32"	1	10	0,8	0,75	10	7	1	52	0,01	2,2
TELEVISOR LED 42"	1	10	0,8	0,75	10	7	1	52	0,01	2,2
TELEFONO	1	10	0,8	0,75	10	7	24	52	0,14	52,4
CONSOLA VIDEOJUEGOS	1	100	0,8	0,75	100	3	1	52	0,03	9,4
DVD	1	10	0,8	0,75	10	2	1	52	0,00	0,6
EQUIPO DE MÚSICA	1	200	0,8	0,75	200	2	1	52	0,03	12,5
COCINA INDUCCIÓN	1	1500	0,8	0,75	1500	7	1	52	0,90	327,6
LAVAVAJILLAS	1	700	0,8	0,75	700	1	1	52	0,06	21,8
FRIGORIFICO	1	20	1	1	20	7	24	52	0,48	174,7
CONGELADOR	1	20	1	1	20	7	24	52	0,48	174,7
LAVADORA	1	15	0,8	0,75	15	2	1	52	0,00	0,9
SECADORA	1	30	1	0,75	30	2	1	52	0,01	2,3
HORNO ELÉCTRICO	1	1200	0,8	0,75	1200	1	2	52	0,21	74,9
MICROONDAS	1	700	0,8	0,75	700	7	0,1	52	0,04	15,3
CAFETERA	1	500	0,8	0,75	500	7	0,1	52	0,03	10,9
CAMPANA EXTRACTORA	1	200	0,8	0,75	200	7	1	52	0,12	43,7
PLANCHA	1	1000	0,8	0,75	1000	2	1	52	0,17	62,4
BATIDORA	1	750	0,8	0,75	750	2	0,5	52	0,06	23,4
PC	1	150	0,8	0,75	150	4	1	52	0,05	18,7
IMPRESORA	1	120	0,8	0,75	120	1	0,5	52	0,01	1,9
SECADOR DE PELO	1	100	0,8	0,75	100	7	0,05	52	0,00	1,1
ASPIRADORA	1	500	0,8	0,75	500	1	0,5	52	0,02	7,8
DESHUMIDIFICADOR	1	450	0,8	0,75	450	1	1	52	0,04	14,0
CALDERA	1	300	0,8	0,75	300	7	3	52	0,54	196,6
BOMBA POZO	1	450	0,8	0,75	450	7	2	52	0,54	196,6
MOTOR PUERTA GARAJE	1	70	0,8	0,75	70	7	0,2	52	0,01	3,1
Total KWh									3,98	1451,67

Tabla 3.2.6.3 - Consumo energético electrodomésticos

Una vez realizados los cálculos y sumando las distintas partidas obtenemos el consumo total de la vivienda.

$$E = 0,12 \text{ Kwh/día} + 0,17 \text{ Kwh/día} + 3,98 \text{ Kwh/día} = 4,27 \text{ Kwh/día}$$

El anterior valor no tiene en cuenta las pérdidas localizadas en los componentes y equipos situados entre los paneles fotovoltaicos y la instalación eléctrica interior de la vivienda, esto es, las baterías y el inversor de corriente.

A continuación se indican los rendimientos considerados para cada uno de los dispositivos anteriores.

- Rendimiento baterías = 0,94.

- Rendimiento inversor = 0,96.

Obtenemos por tanto un consumo estimado diario (Ced) de:

$$\text{Ced} = (4,27 \text{ Wh/día} / 0,94 \times 0,96) = 4,73 \text{ Kwh/día}$$

Por su parte tomaremos una potencia máxima prevista de consumo instantáneo (PCI) de 5500 W.

3.2.7 CÁLCULO DEL CAMPO FV

3.2.7.1 RADIACIÓN SOLAR DISPONIBLE

Para obtener la radiación solar incidente, se pueden utilizar tablas con estimaciones ya existentes. Una buena fuente de estas estimaciones es la aplicación PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System – European Commission, Joint Research Center), que tiene una plataforma on-line desde donde se pueden obtener los datos de insolación para toda Europa de forma fácil y rápida.

La aplicación nos pide una serie de datos como son las coordenadas geográficas del edificio, inclinación y orientación de la cubierta y potencia pico del módulo fotovoltaico.

Para hallar las coordenadas geográficas utilizaremos la aplicación

“<http://maps.pixelis.es>”.

A continuación se muestran los datos obtenidos:

Decimales (Latitud, Longitud)	43.34351342038562 , -8.264105916023254
DMM (Grados, Minutos)	43° 20.610805223137163' N , 8° 15.846354961395264' W
DMS (Grados, Minutos, Segundos)	43° 20' 36.648313388229845" N , 8° 15' 50.78129768371582" W
UTM (Este, Norte, Huso, Hemisferio)	559646.3866972652 m , 4799225.44337502 m , 29 , Norte
MGRS/NATO (Zona, Precisión en m², Este, Norte)	29T, NH, 59646.4, 99225.4
Altitud (sobre el nivel del mar)	55.400615692 (metros) , 181.714019470 (pies/feet)

Tabla 3.2.7.1 - Coordenadas geográficas vivienda

La cubierta presenta una inclinación en todas sus vertientes de 28°. La más favorable para la ubicación de los paneles será la cubierta con orientación SE.

Procedemos a calcular la irradiación para dicha cubierta.

Como tipo de panel elegimos uno policristalino de 72 células, con una potencia de 330Wp.

Obtenemos así los siguientes resultados:

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 43°20'36" North, 8°0'0" West, Elevation: 614 m a.s.l.,
Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 0.3 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 7.8% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.0%

Other losses (cables, inverter etc.): 5.0%

Combined PV system losses: 15.0%

Fixed system: inclination=28 deg., orientation=-45 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	0.51	15.8	1.74	53.9
Feb	0.83	23.2	2.82	79.0
Mar	1.20	37.3	4.23	131
Apr	1.30	39.1	4.63	139
May	1.44	44.8	5.17	160
Jun	1.57	47.0	5.68	170
Jul	1.57	48.6	5.77	179
Aug	1.53	47.4	5.61	174
Sep	1.38	41.5	5.00	150
Oct	0.92	28.7	3.28	102
Nov	0.59	17.7	2.04	61.1
Dec	0.52	16.1	1.79	55.6
Year	1.12	33.9	3.99	121
Total for year		407		1460

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Tabla 3.2.7.2 - Datos radiación solar mensual

Observamos en la tabla que el mes en el que obtenemos menos radiación es el mes de enero con un valor de con 1,74 kWh·m²/día. Tomaremos por lo tanto este dato como base para el dimensionamiento de la instalación por ser el mes más desfavorable.

Conocida la radiación solar incidente, obtendremos la cantidad de horas sol pico (HSP) al dividirla entre la radiación solar incidente que utilizamos para calibrar los módulos (1kW/m²).

HSP = radiación solar tabla / 1kW/m2 = 1,74 HSP.

NÚMERO DE MODULOS

Predefinimos el módulo fotovoltaico seleccionado para establecer las características estándar necesarias para los cálculos posteriores y la elección del inversor.

Elegimos un panel de la marca AMERISOLAR modelo AS-6P. Son módulos policristalinos de 72 células con una potencia fotovoltaica de 330 Wp.

Las dimensiones del panel son de 1956 x 992 x 50 mm.

Las características técnicas del panel fotovoltaico son las siguientes:

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT STC								
Nominal Power (P _{max})	295W	300W	305W	310W	315W	320W	325W	330W
Open Circuit Voltage (V _{oc})	45.2V	45.3V	45.4V	45.5V	45.6V	45.7V	45.8V	45.9V
Short Circuit Current (I _{sc})	8.60A	8.68A	8.76A	8.85A	8.93A	9.00A	9.08A	9.16A
Voltage at Nominal Power (V _{mp})	36.6V	36.7V	36.8V	36.9V	37.0V	37.1V	37.2V	37.3V
Current at Nominal Power (I _{mp})	8.07A	8.18A	8.29A	8.41A	8.52A	8.63A	8.74A	8.85A
Module Efficiency (%)	15.20	15.46	15.72	15.98	16.23	16.49	16.75	17.01
Operating Temperature	-40°C to +85°C							
Maximum System Voltage	1000V DC							
Fire Resistance Rating	Type 1(UL1703)/Class C(IEC61730)							
Maximum Series Fuse Rating	15A							

STC: Irradiance 1000W/m², Cell temperature 25°C, AM1.5

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT NOCT								
Nominal Power (P _{max})	217W	221W	224W	228W	232W	236W	239W	243W
Open Circuit Voltage (V _{oc})	41.6V	41.7V	41.8V	41.9V	42.0V	42.0V	42.1V	42.2V
Short Circuit Current (I _{sc})	6.97A	7.03A	7.10A	7.17A	7.23A	7.29A	7.35A	7.42A
Voltage at Nominal Power (V _{mp})	33.3V	33.4V	33.5V	33.6V	33.7V	33.8V	33.9V	34.0V
Current at Nominal Power (I _{mp})	6.52A	6.62A	6.69A	6.79A	6.89A	6.98A	7.05A	7.15A

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

MECHANICAL CHARACTERISTICS	
Cell type	Polycrystalline 156x156mm (6x6inches)
Number of cells	72 (6x12)
Module dimensions	1956x992x50mm (77.01x39.06x1.97inches)
Weight	27kg (59.5lbs)
Front cover	4.0mm (0.16inches) low-iron tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy
Junction box	IP67, 3 diodes
Cable	4mm ² (0.006inches ²), 1000mm (39.37inches)
Connector	MC4 or MC4 compatible

TEMPERATURE CHARACTERISTICS	
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45°C±2°C
Temperature Coefficients of P _{max}	-0.43%/°C
Temperature Coefficients of V _{oc}	-0.33%/°C
Temperature Coefficients of I _{sc}	0.056%/°C

PACKAGING	
Standard packaging	21pcs/pallet
Module quantity per 20' container	210 pcs
Module quantity per 40' container	462 pcs

Tabla 3.2.7.3 - Características técnicas panel AMERISOLAR AS-6P

En función de las características de los módulos fotovoltaicos y de la energía necesaria, determinaremos el número máximo de paneles que podremos instalar:

$$\text{Número módulos} = \frac{\text{Energía necesaria}}{(\text{HSP} \times \text{Rendimiento de trabajo} \times \text{Wp del módulo})}$$

El rendimiento de los paneles fotovoltaicos depende, en gran medida, de su limpieza y buen estado de mantenimiento. Las pérdidas producidas por la suciedad depositada en los colectores varían entre el 10% y el 15%. En este caso el fabricante nos garantiza un rendimiento del 80% durante 30 años.

Número de módulos:

$$N = (4730) / (1,74 \times 0,8 \times 330) = 10,29 \approx 11 \text{ módulos.}$$

3.2.8 REGULADOR / INVERSOR

Según el CTE sección HE 5, los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente
- Autoconmutado.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionará en isla o modo aislado.
- La potencia del inversor será como mínimo el 80% de la potencia pico real del generador fotovoltaico.

A la hora de dimensionar el inversor adecuado, además de conocer la tensión de servicio de la batería, como tensión de entrada en continua y de la potencia demandada por las cargas, debemos calcular también la tensión y corriente generada en el punto de máxima potencia de funcionamiento de los paneles solares.

Para hallar la tensión de máxima potencia que ofrece el campo fotovoltaico ($V_{mptotal}$), debemos multiplicar el valor de la tensión de máxima potencia (V_{mp}) de cada panel por el número de paneles conexiados en serie (N_{serie}), en cada string del generador:

$$V_{mptotal} = V_{mp} \times N_{serie}$$

En nuestro caso,

$V_{mp} = 45,9 \text{ V}$ (ver características del módulo seleccionado en el apartado anexo)

$N_{serie} = 9$ paneles, para la configuración obtenida.

Por lo tanto,

$$V_{mptotal} = 45,9 \times 9 = 413,1 \text{ V}$$

Para el cálculo de la corriente que suministra el generador fotovoltaico cuando proporciona la máxima potencia ($I_{mptotal}$), multiplicaremos la intensidad de corriente máxima (I_{mp}) en el punto de máxima potencia o potencia pico del módulo instalado por el número de paneles colocados en paralelo ($N_{paralelo}$), es decir,

$$I_{mptotal} = I_{mp} \times N_{paralelo}$$

siendo en este caso,

$I_{mp} = 9,16 \text{ A}$

$N_{paralelo} = 1$ panel, para la configuración obtenida.

Por lo tanto,

$$I_{mptotal} = 9,16 \times 1 = 9,16 \text{ A}$$

En cuanto a la potencia nominal que debe tener el inversor, se debe tener en cuenta que éste debe satisfacer la potencia máxima prevista de consumo instantáneo de 5500 W. Elegimos para nuestra instalación un inversor monofásico marca VOLTRONICPOWER modelo "INFINISOLAR E 5.5KW".

Las características técnicas del inversor son las siguientes:

Model	InfiniSolar E5.5KW
Maximum PV Input Power	6500W
Rated Output Power	5500W
Maximum Charging Power	2880W
GRID-TIE OPERATION	
PV INPUT (DC)	
Nominal DC Voltage/Max. DC Voltage	360 VDC/500 VDC
Start-up Voltage/Initial Feeding Voltage	116 VDC/ 150 VDC
MPP Voltage Range	120 VDC~450 VDC
Number of MPP Trackers/Max. Input Current	2/2x 13A
GRID OUTPUT (AC)	
Nominal Output Voltage	202/208/220/230/240 VAC
Output Voltage Range	184-264.5 VAC*
Max. Output Current	23.9A*
Power Factor	>0.99
EFFICIENCY	
Maximum Conversion Efficiency (DC/AC)	96%
European Efficiency@Vnominal	95%

Tabla 3.2.8.1 - Características técnicas inversor

HYBRID OPERATION	
PV INPUT (DC)	
Nominal DC Voltage/Max. DC Voltage	360 VDC/ 500 VDC
Start-up Voltage/Initial Feeding Voltage	116 VDC/ 150 VDC
MPP Voltage Range	120 VDC~450 VDC
Number of MPP Trackers/Max. Input Current	2/2x13A
GRID OUTOUT (AC)	
Nominal Output Voltage	202/208/220/230/240 VAC
Output Voltage Range	184-264.5 VAC*
Max. Output Current	23.9 A*
AC INPUT	
AC Start-up Voltage/Auto Restart Voltage	120-140 VAC/180 VAC
Acceptable Input Voltage Range	170-280 VAC
Max. AC Input Current	40 A
BATTERY MODE OUTPUT (AC)	
Nominal Output Voltage	202/208/220/230/240 VAC
Efficiency (DC to AC)	93%
BATTERY& CHARGER	
Nominal DC Voltage	48 VDC
Max. Solar Charging Current	60 A
GENERAL	
PHYSICAL	
Dimension, D x W x H (mm)	110 x 450 x 445
Net weight (kgs)	16
INTERFACE	
External Safety Box (Optional)	RS-232/USB
Communication	Optional SNMP, Modbus and AS-400 cards available
ENVIRONMENT	
Humidity	0~90% RH (Non-condensing)
Operating Temperature	0 to 40 °C
Altitude	0-1000 m**

Tabla 3.2.8.2 - Característica técnicas inversor

3.2.9 DISTRIBUCIÓN MODULOS

En función de las características de los módulos fotovoltaicos e inversor seleccionados, determinaremos el número máximo de paneles a conectar en serie y paralelo. Las características eléctricas de los paneles solares están medidas en Condiciones de Test Standard (STC), definidas como: Irradiación de 1000 w/m², espectro solar AM 1.5 y temperatura de 25° C.

Por lo tanto debemos hallar la variación de tensión en función de las temperaturas de trabajo extremas.

De la hoja de características del panel, que nos proporciona el fabricante, obtendremos el valor del coeficiente de variación de la tensión con respecto a la temperatura, β , referido a condiciones estándar de medida de 25°C.

En nuestro caso utilizaremos como temperaturas extremas 0°C en invierno y 70°C en verano.

3.2.9.1 CANTIDAD MÁXIMA MÓDULOS SERIE

Para calcular el número máximo de módulos en serie que pueden alimentar al inversor, deberemos tener en cuenta la máxima tensión de entrada del mismo.

$$\text{Máximo número paneles en serie} = \left(\frac{V_{\text{máx entrada inversor}}}{V_{\text{OC módulos}}} \right)$$

donde,

$$V_{\text{máx entrada inversor}} = 500 \text{ VDC.}$$

$$V_{\text{OC módulos}} (25^\circ\text{C}) = 45,9 \text{ VDC}$$

$$V_{\text{OC módulo}} (T_{\text{trabajo}} = 0^\circ\text{C}) = V_{\text{OC módulo, STC}} + \Delta V = 45,9 + ((-0,33/100) \times (0-25) \times 45,9) = 49,68 \text{ Vdc}$$

$$\text{Máximo número paneles en serie} = \left(\frac{V_{\text{máx entrada inversor}}}{V_{\text{OC módulos}}} \right) = \frac{500}{49,68} = 10,06 \approx$$

10 paneles

3.2.9.2 CANTIDAD MÍNIMA MÓDULOS SERIE

Para calcular el número mínimo de módulos en serie que pueden alimentar al inversor, deberemos tener en cuenta la mínima tensión de arranque del inversor.

$$\text{Mínimo número paneles en serie} = \left(\frac{V_{\text{mín arranque inversor}}}{V_{\text{mpp módulos}}} \right)$$

donde,

$V_{\text{mín arranque inversor}} = 150 \text{ VDC}$

$V_{\text{mpp módulos}} (25^\circ\text{C}) = 37,3 \text{ VDC}$

$$V_{\text{mpp módulo}} (T_{\text{trabajo}} = 70^\circ\text{C}) = V_{\text{mpp módulo,STC}} + \left[\left(37,3 \times \frac{(-0,33)}{100} \right) \times (70 - 25) \right] = 31,76 \text{ Vdc}$$

$$\text{Número mínimo paneles en serie} = \left(\frac{V_{\text{mín arranque inversor}}}{V_{\text{mpp módulos}}} \right) = \frac{150}{31,76} = 4,72 \approx$$

5 paneles

3.2.9.3 CANTIDAD MÁXIMA STRINGS

El inversor seleccionado consta de dos entradas de Seguidor de Punto de Máxima Potencia (MPPT) que soportan una corriente máxima de entrada en continua de 13 A cada una. La intensidad máxima que se alcanzaría del lado de continua sería la corriente de cortocircuito del campo generador, la cual deberá ser inferior a este valor.

$$\text{Número máximo de strings} = \frac{I_{\text{máx entrada inversor}}}{I_{\text{cc módulos}}}$$

donde,

$I_{\text{máx entrada inversor}} (25^\circ\text{C}) = 13 \text{ A.}$

$I_{\text{cc módulos}} (25^\circ\text{C}) = 9,16 \text{ A}$

De la tabla de características de los paneles obtenemos el coeficiente de temperatura de I_{cc} , que para este módulo es igual a $0,056\%/^\circ\text{C}$.

$$I_{CC\text{módulos}} (70^{\circ}\text{C}) = I_{CC(\text{STC})} + ((0,056 / 100) \times (70-25) \times 9,16) = 9,39 \text{ A.}$$

$$\text{Número máximo de strings} = \frac{I_{\text{máx entrada inversor}}}{I_{CC \text{ módulos}}} = \frac{26}{9,39} = 2,76 \approx 2 \text{ strings}$$

3.2.9.4 CANTIDAD MÍNIMA MODULOS

Deberemos determinar el número mínimo de paneles del campo generador, para satisfacer la característica de potencia mínima/máxima del mismo.

$$\text{Número mínimo de paneles} = \left(\frac{\text{Potencia mínima campo generador}}{\text{Potencia del módulo}} \right)$$

donde,

$$\text{Potencia mínima del campo generador } (25^{\circ}\text{C}) = 4,73 \text{ kWp.}$$

$$\text{Potencia módulo } (25^{\circ}\text{C}) = 330 \text{ Wp.}$$

Este valor de potencia está medida en Condiciones de Test Standard (STC), por lo tanto debemos calcular la variación de dicha potencia en función de la temperatura de trabajo.

De la tabla de características de los paneles obtenemos el coeficiente de variación de la potencia con la temperatura, que para este módulo es igual a $-0,43\%/^{\circ}\text{C}$.

$$P_{\text{módulos}} (70^{\circ}\text{C}) = P_{(\text{STC})} + \Delta P = 330 + ((-0,43/100) \times (70-25) \times 330) = 266,14 \text{ Wp.}$$

$$\text{Número mínimo de módulos } FV = \frac{4730}{266,14} = 17,78 \cong 18 \text{ módulos}$$

De estos cálculos deducimos que tenemos que colocar como mínimo 18 módulos.

Al estar dotado el inversor de doble entrada MPPT se opta por instalar dos strings de 9 paneles en serie cada uno.

3.2.10 PÉRDIDAS MÓDULOS

3.2.10.1 PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN

Según el IDAE, la orientación se define por el ángulo llamado acimut α , que es el ángulo que forma la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Los valores típicos son 0° para los módulos al sur, -90° para módulos orientados al este y $+90^\circ$ para módulos orientados al oeste.

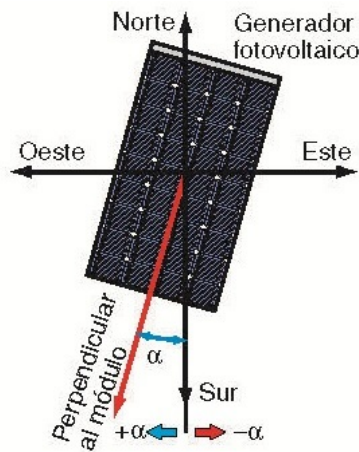


Tabla 3.2.10.1.1 - Representación del ángulo acimut

Para hallar la orientación óptima de los paneles solares debe considerarse la ubicación de los mismos, en este caso, los paneles captarán la mayor cantidad de radiación solar si se orientan al sur geográfico, donde $\alpha=0^\circ$.

En el caso de la instalación objeto de estudio, la orientación es $\alpha=-45^\circ$.

Al haber realizado los cálculos de irradiación mediante el PVGIS, estas pérdidas ya están consideradas para el dimensionamiento.

El valor de estas pérdidas, lo obtenemos realizando la diferencia de irradiación anual que tendría nuestra instalación con ángulo acimut $\alpha=0^\circ$ (pérdidas nulas); y ángulo instalado $\alpha=-45^\circ$. Ambos valores obtenidos del PVGIS.

Irradiación anual ($\alpha= 0^\circ$) = 1540 kWh/m²

Irradiación anual ($\alpha = -45^\circ$) = 1460 kWh/m²

Se comprueba que existe una pérdida de 80 kWh/m² anuales, lo que supone un 5,19%.

3.2.10.2 PERDIDAS POR INCLINACIÓN

Según el Pliego de Condiciones del IDAE, la inclinación de los módulos solares se define mediante el ángulo de inclinación β , que es el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0° para módulos horizontales y 90° para módulos verticales.

En la instalación proyectada, los paneles se instalarán en una estructura fija con una inclinación de 28°. Con el PVGIS calculamos la inclinación óptima que en nuestro caso coincide con la existente. Por lo tanto las pérdidas serán nulas.

Según el CTE Sección HE 5, las pérdidas límite, vienen definidas por la siguiente tabla:

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
<i>Superposición de módulos fotovoltaicos</i>	20%	15%	30%
<i>Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos</i>	40%	20%	50%

Tala 3.2.10.2.1 - Pérdidas paneles por orientación e inclinación

La suma de pérdidas por orientación e inclinación en nuestra instalación, es del 5,19% lo que supone que está holgadamente dentro de los márgenes exigidos.

3.2.11 ESTRUCTURA SOPORTE

Para conseguir instalaciones solares de calidad y que perduren a lo largo de los años, es necesario que las estructuras que se encargan de soportar los módulos fotovoltaicos estén perfectamente diseñadas y fabricadas.

En nuestro caso utilizaremos una estructura de la casa TEKNOSOLAR modelo KHT915. Este soporte tiene una capacidad de 1 a 20 módulos fotovoltaicos dispuestos en horizontal y está diseñada para ser instalada sobre superficies de teja, adaptándose a la inclinación de la cubierta existente. Además de una fácil instalación esta estructura es modular, es decir, puede ampliarse en cualquier momento dependiendo de las necesidades. Se incluyen con la estructura toda la perfilaría, tornillería y accesorios necesarios para la fijación de los módulos fotovoltaicos. Está fabricada íntegramente en aluminio de alta calidad, mientras que la tornillería y accesorios son de acero inoxidable.

El sistema de fijación de módulos fotovoltaicos se realiza mediante grapas intermedias y finales, de manera que cada pieza omega sujetará como máximo a dos paneles. La tornillería es desmontable, con sistema autoblocante mecánico y con arandela de presión.

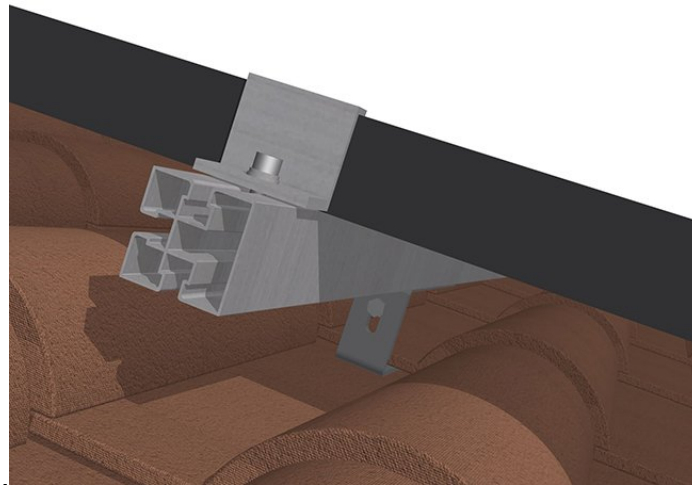


Figura 3.2.11.1 - Estructura soporte módulos fotovoltaicos

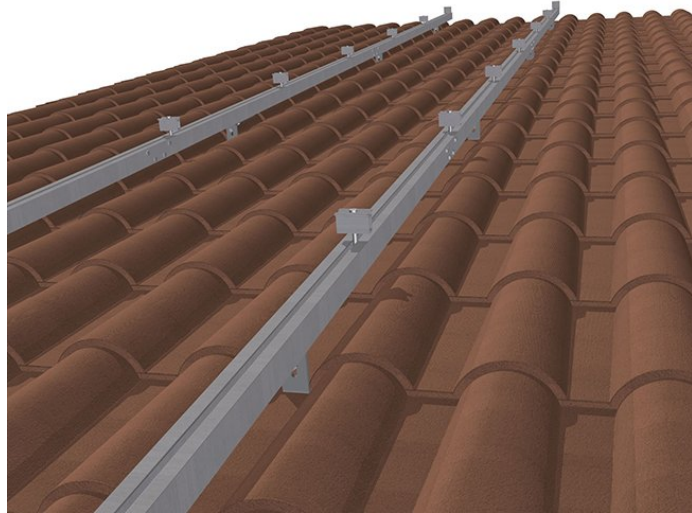


Figura 3.2.11.2 - Estructura soporte módulos fotovoltaicos

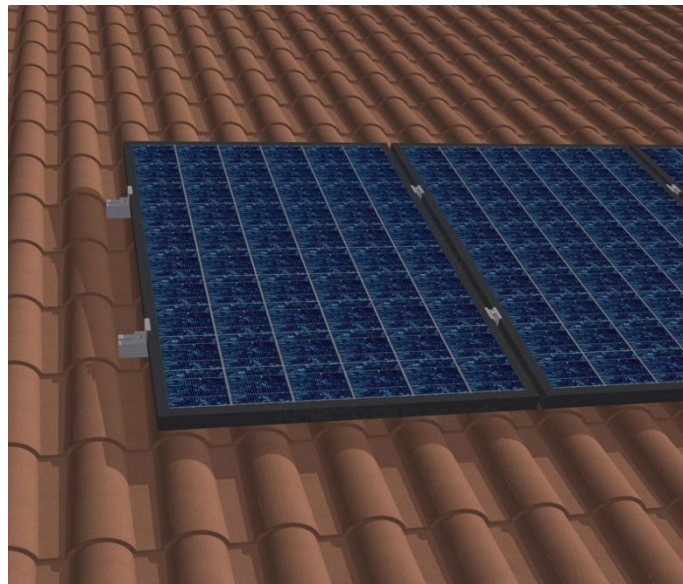


Figura 3.2.11.3 - Estructura soporte módulos fotovoltaicos

3.2.12 CAPACIDAD ACUMULADORES

Para el dimensionado del sistema de acumulación es muy importante tener en cuenta dos parámetros como son la máxima profundidad de descarga y el número de días de autonomía que se van a otorgar a la instalación.

En nuestro caso, al tener el sistema apoyo de la red eléctrica, establecemos una autonomía de 5 días y elegimos una profundidad de descarga del 70% (0,7).

$$\text{Capacidad batería} = \frac{\text{Energía necesaria} \times \text{días autonomía}}{\text{Voltaje} \times \text{profundidad de descarga}}$$

Elegiremos para el cálculo del módulo de baterías una tensión de 48Vdc, que es la que nos proporciona el inversor para la carga de las mismas.

$$\text{Capacidad acumulación (24 Vdc)} = \frac{4730 \times 5}{48 \times 0.7} = 703,86 \text{ Ah}$$

Así pues deberemos escoger un banco de baterías con capacidad, como mínimo, C120 = 704 Ah a 48Vdc.

La batería seleccionada es una batería estacionaria monoblock de Pb-ácido de la marca HAWKER (ecosafe) modelo 10 OPzS 1000 TVS-7.



Figura 3.2.12.1 - Batería seleccionada

La disposición del banco será de 1 rama en serie de 24 vasos de 2 V (48V), consiguiendo así una capacidad $C_{120} = 745 \text{ Ah}$.

General Specifications			Nominal Capacity (Ah)		Nominal Dimensions						Typical Weight Dry charged		Typical Weight Acid Filled		Electrolyte Volume		Short Circuit Current (A)	Internal Resistance (mΩ)	
Type	Nominal Voltage (V)	Number of Terminals	10 hr rate to 1.80Vpc @20°C	120 hr rate to 1.85Vpc @25°C	Length		Width		Height		kg	lbs	kg	lbs	Litres	US Gal			
					mm	in	mm	in	mm	in									
TLS 4	2	2	220	300	103	4.06	206	8.12	389	15.33	13.0	28.6	18.0	39.8	3.9	1.0	2059	1.02	
TLS 5	2	2	270	367	124	4.89	206	8.12	389	15.33	15.5	34.2	21.9	48.2	4.9	1.3	2625	0.8	
TLS 6	2	2	323	440	145	5.71	206	8.12	389	15.33	18.1	39.8	25.6	56.5	5.8	1.5	3000	0.7	
TVS 4	2	2	340	460	124	4.89	206	8.12	505	19.9	18.4	40.6	27.3	60.3	6.9	1.8	2838	0.74	
TVS 5	2	2	390	530	124	4.89	206	8.12	505	19.9	21.5	47.3	30.0	66.2	6.6	1.7	3281	0.64	
TVS 6	2	2	470	640	145	5.71	206	8.12	505	19.9	25.1	55.3	35.4	78.0	7.9	2.1	3750	0.56	
TVS 7	2	2	550	745	166	6.54	206	8.12	505	19.9	28.7	63.2	40.7	89.7	9.2	2.4	4200	0.5	
TYS 5	2	2	590	802	145	5.71	206	8.12	684	26.95	29.8	65.8	44.6	98.3	11.3	3.0	3621	0.58	
TYS 6	2	2	670	912	145	5.71	206	8.12	684	26.95	34.0	75.0	48.4	106.7	11.0	2.9	4200	0.5	
TYS 7	2	2	816	1120	191	7.53	210	8.27	684	26.95	40.5	89.2	59.6	131.3	14.8	3.9	5147	0.41	
TYS 8	2	2	900	1220	191	7.53	210	8.27	684	26.95	44.6	98.4	63.2	139.4	14.5	3.8	5676	0.37	
TYS 9	2	2	1040	1415	233	9.18	210	8.27	684	26.95	50.2	110.8	73.9	163.0	18.3	4.8	6625	0.32	
TYS 10	2	2	1120	1523	233	9.18	210	8.27	684	26.95	54.4	119.9	77.8	171.6	18.0	4.8	7000	0.3	
TYS 11	2	2	1260	1714	275	10.84	210	8.27	684	26.95	60.0	132.2	88.4	194.8	21.9	5.8	8108	0.26	
TYS 12	2	2	1340	1825	275	10.84	210	8.27	684	26.95	64.1	141.4	92.3	203.5	21.6	5.7	8824	0.24	
TZS 11	2	4	1560	2130	275	10.84	210	8.27	829	32.66	76.5	168.6	112.3	247.6	27.5	7.3	7554	0.28	

Tabla 3.2.12.1 - Características técnicas batería

3.2.13 CABLEADO

Para el cálculo de la sección de cable que necesitamos para nuestra instalación deberemos ver que se satisfacen las tres condiciones siguientes:

- Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento:

La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable.

Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 70°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.

- Criterio de la caída de tensión:

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el REBT en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.

- Criterio de la intensidad de cortocircuito:

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 120°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 250°C para cables con aislamientos termoestables.

Para nuestra instalación, en los tramos de corriente continua, vamos a utilizar un cable de la marca TOPCABLE modelo TOPSOLAR tipo PV ZZ-F baja tensión CA: 0,6/1kV-CC:1,8kV, de cobre, fabricado especialmente para instalaciones fotovoltaicas, con doble aislamiento, libre de halógenos y con una gran resistencia a la intemperie, que están especialmente concebidos para este tipo de proyectos.



Figura 3.2.13.1 - Cable TOPSOLAR PV ZZ-F

Top Cable

TOPSOLAR PV ZZ-F (AS)

DIMENSIONES					
Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire libre (A)	Superficie (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 2,5	5,6	52	41	33	23,0
1 x 4	6,1	68	55	44	14,3
1 x 6	6,7	89	70	57	9,49
1 x 10	7,8	136	98	79	5,46
1 x 16	8,8	193	132	107	3,47
1 x 25	10,8	294	176	142	2,23
1 x 35	11,9	390	218	176	1,58

Tabla 3.2.13.1 - Características cable TOPSOLAR PV ZZ

Los tramos de cables en corriente continua serán tramos compuestos de dos conductores activos (positivo y negativo) más el conductor de protección.

Para el cálculo de la sección de los conductores en corriente continua se empleará la siguiente formulación:

$$S = \frac{2 \times L \times I}{\Delta V \times K}$$

donde,

S: Sección del conductor del cable en continua, en mm².

L: Longitud del tramo de conductor que se esté considerando, en metros.

I: Intensidad de corriente que circula por el conductor, en amperios (A).

ΔV : Caída de tensión máxima permitida en el tramo, en voltios (V).

K: Conductividad del conductor del cable (56 Cu; 35 Al).

En la siguiente tabla se indican los porcentajes de caída de tensión máximas recomendadas para cada tramo en una instalación fotovoltaica:

SUBSISTEMA	CAÍDA TENSIÓN MÁXIMA	RECOMENDADA
Paneles – Inversor	3%	1%
Baterías – Inversor	1%	1%
Inversor - carga	3%	3%

Tabla 3.2.13.2 - Caídas de tensión recomendadas

En la tabla expuesta a continuación se indican las secciones de cable más empleadas en instalaciones fotovoltaicas y se muestra la intensidad máxima del mismo y su caída de tensión en DC.

Código	Sección	Color (*)	Diámetro exterior	Peso	Radio Mín. Curvatura	Resist. Máx. del conductor a 20°C	Intensidad al Aire III	Caída de tensión en DC
	mm ²		mm ²	kg/km	mm ²	Ω/km	A	V/A.km
1614106	1x1,5	■ ■	4,3	35	18	13,7	30	38,17
1614107	1x2,5	■ ■	5,0	50	20	8,21	41	22,87
1614108	1x4	■ ■	5,6	65	23	5,09	55	14,18
1614109	1x6	■ ■	6,3	85	26	3,39	70	9,445
1614110	1x10	■ ■	7,9	140	32	1,95	96	5,433
1614111	1x16	■ ■	8,8	200	35	1,24	132	3,455
1614112	1x25	■ ■	10,5	295	42	0,795	176	2,215
1614113	1x35	■ ■	11,8	395	47	0,565	218	1,574

Tabla 3.2.13.3 - Secciones/intensidad cables instalaciones FV

	mm ²
	1,5
2,5	
4	
6	
10	
16	
25	
35	
50	
70	
95	
120	
150	
185	
240	
300	

Tabla 3.2.13.4 - Secciones normalizadas del cable cobre

Por otro lado, en la parte de alterna de la instalación, se emplearán cables conductores de cobre con doble capa de aislante en PVC y tensión nominal de aislamiento 0,6/1 kV. Serán de la marca TOPCABLE tipo POWERFLEX RV-K. Los cables RV-K 0,6/1kV son los indicados para el transporte y distribución de energía eléctrica en baja tensión.

Recomendado para conexiones industriales, acometidas, distribución interna y conexiones en el exterior. Puede ser utilizado en redes subterráneas e instalaciones fijas.

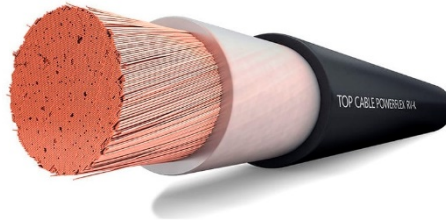


Figura 3.2.13.2 - Cable POWERFLEX RV-K

Dimensiones					
Sección mm ²	Diámetro mm	Peso kg/km	Aire libre a 30°C A	Enterrado a 20°C A	Caída tensión V/A · km
1 x 1,5	5,7	41	21	22	29,5
1 x 2,5	6,2	53	29	29	17,7
1 x 4	6,7	69	40	37	11,0
1 x 6	7,2	89	53	46	7,32
1 x 10	8,2	134	74	61	4,23
1 x 16	9,3	193	101	79	2,68
1 x 25	10,9	284	135	101	1,73
1 x 35	12,1	377	169	122	1,23
1 x 50	13,8	522	207	144	0,860
1 x 70	15,9	721	268	178	0,603
1 x 95	17,6	913	328	211	0,457
1 x 120	19,5	1.156	383	240	0,357
1 x 150	21,7	1.450	444	271	0,286

Tabla 3.2.13.5 - Características cable POWERFLEX RV-K

Se adjuntan a continuación las tablas donde se indican las intensidades máximas admisibles para los cables según su sección y la naturaleza de su aislamiento.

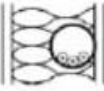





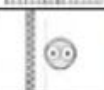
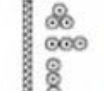

Instalación de referencia		Tabla y columna				
		Intensidad admisible para los circuitos simples				
		Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE-EPR		
		Número de conductores				
		2	3	2	3	
	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	columna 4	columna 3	columna 7	columna 6
	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	columna 3	columna 2	columna 6	columna 5
	Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera/ mamp.	B1	columna 6	columna 5	columna 10	columna 8
	Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera/map.	B2	columna 5	columna 4	columna 8	columna 7
	Cables unipolares; o multipolares sobre una pared de madera/manp.	C	columna 8	columna 6	columna 11	columna 9
	Cable multiconductor en conductos enterrados	D	columna 3	columna 4	columna 5	columna 6
	Cable multiconductor al aire libre. Distancia al muro \geq a 0,3 veces ϕ del cable	E	columna 9	columna 7	columna 12	columna 10
	Cables unipolares en contacto al aire libre. Distancia al muro \geq ϕ del cable	F	columna 10	columna 8	columna 13	columna 11
	Cables unipolares espaciados al aire libre. Distancia entre ellos \geq el ϕ del cable	G	—	Ver UNE 20460-5-523	—	Ver UNE 20460-5-523

Tabla 3.2.13.6 - Tipo de instalación y naturaleza aislamiento

Método de instalación	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A1												
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLP2		
E						PVC3		PVC2	XLPE3	XLPE2		
F							PVC3		PVC2	XLPE3	XLP3	XLP2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
S (mm ²)												
Cobre												
1.5	11	11.5	13	13.5	15	16	16.5	19	20	21	24	-
2.5	15	16	17.5	18.5	21	22	23	26	26.5	29	33	-
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590
Aluminio												
2.5	11.5	12	13.5	14	16	17	18	20	20	22	25	
4	15	16	18.5	19	22	24	24	26.5	27.5	29	35	
6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-
10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-
16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	-
25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105
35	-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130
50	-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160
70	-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206
95	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251
120	-	-	-	162	171	193	196.5	213	228	239	269	293
150	-	-	-	187	197	223	227	246	264	277	312	338
185	-	-	-	212	225	236	259	281	301	316	359	388
240	-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	429	461
Cu: $\rho_{20^\circ} = 1/56$	Al: $\rho_{20^\circ} = 1/35$			$\rho_{70^\circ} = 1,2 \cdot \rho_{20^\circ}$				$\rho_{90^\circ} = 1,28 \cdot \rho_{20^\circ}$				
B: $5 \cdot I_n$	C: $10 \cdot I_n$	D: $20 \cdot I_n$	K: $I \cdot \sqrt{t/S}$		Cu: 115 / 103		Al: 76 / 68		Cu: 143		Al: 94	

Tabla 3.2.13.7 - Intensidades admisibles según tipo instalación

Por su parte, los cables conductores irán alojados en el interior de tubos o conductos rígidos de PVC para su protección. Dichos tubos irán instalados en montaje superficial sobre las paredes y el techo.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables alojados. Para la correcta elección del diámetro del tubo

protector se utilizará la siguiente tabla. En ella se indican los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores que se alojan en su interior.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	--
150	50	63	75	--	--
185	50	75	--	--	--
240	63	75	--	--	--

Tabla 3.2.13.8 - Diámetro exterior tubos protectores

Según el pliego de condiciones de la IDAE, el cableado ha de cumplir las siguientes condiciones:

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1%.

El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Se dividirá la instalación en 4 tramos diferenciados:

- Tramo del cableado de los módulos hasta las protecciones. (corriente continua (C.C))
- Tramo desde las protecciones hasta el inversor (C.C)
- Tramo desde el inversor hasta las baterías (corriente alterna (C.C.))

- Tramo desde el inversor hasta la conexión a red y C.G.P (corriente alterna (C.A.))
- Tramo desde la red al inversor (tramo de respaldo).

Para la elección de los conductores aplicaremos los criterios de caída de tensión, de intensidad máxima admisible y de corriente de cortocircuito.

3.2.13.1 TRAMO MODULOS PV

Partiendo de los datos de longitud del cable, corriente de cortocircuito, conductividad del cobre a la temperatura máxima, tensión c.c y una caída de tensión máxima en este tramo del 1%.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$S = \frac{2 \times L \times I_{cc}}{\Delta V \times C}$$

donde,

S= sección del conductor

L= longitud del conductor

I_{cc}= Intensidad de cortocircuito suministrada por la placa de características de los paneles fotovoltaicos = 9,16 A

ΔV= caída de tensión máxima permitida (1%). En este tramo existirá una tensión igual a la tensión de punto de máxima potencia de cada panel V_{mpp}= 45,9 V, multiplicándola por el número de paneles tenemos una V_{mpp}= 413,1 V.

C= conductividad del material empleado, cobre en el caso que ocupa esta instalación, con lo cual C= 56 m/Ω. mm²

$$S = \frac{2 \times 20 \times 9,16}{(0,01 \times 413,1) \times 56} = \mathbf{1,58 \text{ mm}^2}$$

Esta sección no es un valor normalizado, por lo que elegimos la sección inmediatamente superior a la calculada que coincida con alguna de las secciones estándar que se comercializan. En este caso elegimos una sección comercial de 6 mm².

3.2.13.2 TRAMO CONEXIÓN PANELES - INVERSOR

En este apartado calcularemos la sección del cable del tramo que parte desde la caja de conexiones del campo generador hasta cada una de las dos entradas MPP del inversor.

Los datos que utilizaremos para el cálculo serán:

L = 20m, distancia entre la caja de conexiones de continua hasta el inversor.

I = I_{SC} = 9,16 A, intensidad que circulará como máximo en cada una de las ramas de paneles conectados en serie.

ΔV = 4,13 V, que se corresponde con la caída de tensión recomendada en los conductores (tabla 6). La tensión de trabajo de la rama de paneles en serie es igual a la tensión en el punto de máxima potencia o potencia pico de cada panel multiplicado por el número de paneles.

Para nuestro campo generador este valor será V_{MP} = 45,9 V x paneles = 413,1 V.

La caída de tensión máxima del 1% será igual a ΔV = 0,01 x 413,1 = 4,13 V.

Sustituyendo en la expresión correspondiente obtenemos la sección mínima siguiente:

$$S = \frac{2 \times 20 \times 9,16}{(0,01 \times 413,1) \times 56} = \mathbf{1,58 \text{ mm}^2}$$

Esta sección no es un valor normalizado, por lo que elegimos la sección inmediatamente superior a la calculada que coincida con alguna de las secciones estándar que se comercializan. En este caso elegimos una sección comercial de 6 mm².

Comprobamos en las tablas de intensidades máximas admisibles que yendo el cableado colocado bajo tubo sobre pared y siendo el cable unipolar tipo (PV-ZZ) con aislamiento PVC, la corriente máxima admisible para la sección seleccionada es de 32 A.

Por lo tanto, al ser la intensidad que circula por este circuito ($I = 9,16 \text{ A}$) menor que la máxima admisible que puede soportar el cable ($I_{m\acute{a}x} = 32 \text{ A}$), cubrimos con creces el criterio de intensidad máxima admisible.

Por último, para comprobar el criterio de corriente de cortocircuito, comprobamos a la temperatura a la que está trabajando el cable:

$$T = T_{amb} + (T_{m\acute{a}x} - T_{amb}) \times \left(\frac{I}{I_{m\acute{a}x}} \right)$$

donde,

T_{amb} : Temperatura ambiente del conductor.

$T_{m\acute{a}x}$: Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento.

I : Intensidad que circula por el conductor.

$I_{m\acute{a}x}$: Intensidad máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento.

Suponemos una temperatura ambiente de 25° C . La corriente que circula en nuestro caso $9,16 \text{ A}$.

$$T = 25 + ((120 - 25) \times (9,16 / 17,5)) = 25 + (95 \times 0,523) = 74,68^\circ \text{ C}.$$

Como la temperatura máxima que soporta el cable es de 120° C , estamos muy por debajo del límite y el cable no sufrirá deterioro por temperatura.

3.2.13.3 TRAMO CONEXIÓN BATERÍAS - INVERSOR

El fabricante del inversor nos indica en la hoja de características del mismo que la máxima corriente de carga de las baterías es de 60 A .

Este tramo tiene una distancia aproximada de 6 metros.

Suponemos una caída de tensión de 1 %, es decir, 1 % de la tensión de trabajo 48 V. En nuestro caso obtenemos 0,48 V.

Aplicando la fórmula del cálculo de la sección obtenemos un valor:

$$S = \frac{2 \times 6 \times 60}{(0.01 \times 48) \times 56} = 26,78 \text{ mm}^2$$

Utilizaremos una sección normalizada superior a la calculada, en ese caso elegimos una sección comercial de 50 mm².

Comprobamos a la temperatura que está trabajando el cable:

$$T = T_{amb} + (T_{m\acute{a}x} - T_{amb}) \times \left(\frac{I}{I_{m\acute{a}x}}\right)$$

La temperatura ambiente la consideramos en 45° C.

Comprobamos (mirando las tablas de intensidades máximas admisibles) que yendo el cableado grapado directamente sobre la pared y siendo el cable unipolar tipo (PV-ZZ) con aislamiento PVC, la corriente máxima admisible para la sección seleccionada es de 117 A.

$$T = 45 + ((120 - 45) \times (60 / 117)) = 45 + (75 \times 0,512) = 83,4^\circ \text{ C.}$$

Como la temperatura máxima que soporta el cable es de 120°C, estamos por debajo del límite y el cable no sufrirá deterioro por temperatura.

3.2.13.4 TRAMO INVERSOR-CARGAS

Es el tramo desde el inversor hasta la conexión a red. Aplicaremos los mismos criterios en condiciones de corriente alterna.

Será de tipo monofásica, en cable de cobre con tensión nominal 0,6/1 kV y aislante en XLPE.

La distancia desde el inversor hasta el cuadro de protecciones será de 20 metros.

CAÍDA DE TENSIÓN

Partimos de los datos de longitud del cable, corriente de cortocircuito, conductividad del cobre a la temperatura máxima, tensión c.a y una caída de tensión máxima en este tramo del 2%.

La fórmula utilizada es la proporcionada por la Guía de Baja Tensión - Anexo 2:

$$S = \frac{2 \times \rho \times P \times L}{\Delta V \times V}$$

Donde,

S= sección del conductor

L= longitud del conductor

P= potencia máxima a la salida del inversor (5,5 KWp)

ρ = resistividad del conductor a la temperatura de servicio prevista (0,021 para el cobre a 70°C)

ΔV = Es la caída de tensión máxima permitida en los conductores, que según se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, deberá ser en los conductores de alterna como máximo del 2%. En este tramo tenemos la tensión de red = 230 v.

C= tensión de línea = 230 v

$$S = \frac{2 \times 0.021 \times 5500 \times 20}{(0.02 \times 230) \times 230} = 4,36 \text{ mm}^2$$

Utilizaremos una sección normalizada superior a la calculada, en este caso será de 10 mm²

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La corriente máxima de salida del inversor hacia las cargas la obtenemos de la ficha de características suministrada por el fabricante. Para este equipo es de 23,9 A.

Aplicando los criterios del REBT en la norma ITC-BT-19, el diámetro mínimo a emplear será de 6 mm².

En nuestro caso al haber elegido una sección de 10 mm² estamos cumpliendo, teniendo en cuenta además un margen de seguridad para posibles ampliaciones.

3.2.14 CABLEADO DE PROTECCIÓN

Para la protección y seguridad de la propia instalación, habrá que instalar un cable adicional, además de los cables activos, que será el cable de protección y que servirá para conectar todas las masas metálicas de la instalación con el sistema de tierra, con el objetivo de evitar que aparezcan diferencias de potencial peligrosas, y al mismo tiempo permita descargar a tierra las corrientes de defectos o las debidas a las descargas de origen atmosférico.

El cable de protección será del mismo material que los conductores activos utilizados en la instalación, en este caso de cobre, e irán alojados en el mismo conducto que los conductores activos. La sección que debe tener en cada tramo el conductor de protección viene dada por la tabla siguiente:

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	S (*) 16 $S/2$
(*) Con un mínimo de: 2,5 mm ² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica 4 mm ² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica	

Tabla 3.2.14.1 - Secciones mínimas cable protección

La sección que tendrá el cable de protección en cada tramo de la instalación se indica en la siguiente tabla:

Tramo	Sección de cable activo (mm ²)	Sección de cable activo (mm ²)	Sección del cable de protección (mm ²)
Conexión paneles-inversor		6	6
Conexión baterías-inversor		50	50
Conexión inversor-Cargas		10	10

Tabla 3.2.14.2 - Secciones cable protección instalación

3.2.15 TUBOS O CONDUCTOS PROTECTORES

Para la selección de los diámetros de los tubos protectores se empleará la tabla 3.2.13.8, que proporciona los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los cables alojados.

El diámetro del tubo en cada tramo de la instalación se indica en la siguiente tabla:

Tramo	Diámetro tubo
Conexión paneles-inversor	25
Conexión baterías-inversor	40
Conexión inversor-Cargas	25

Tabla 3.2.15.1 - Diámetros tubos protección instalación

3.2.16 PROTECCIONES

Según el CTE sección HE 5, la instalación incorporará todos los elementos y características necesarias para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico, de modo que cumplan las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente. En particular, se usará en la parte de corriente continua de la instalación protección Clase II o aislamiento equivalente cuando se trate de un emplazamiento accesible. Los materiales situados a la intemperie tendrán al menos un grado de protección IP65.

La instalación debe permitir la desconexión y seccionamiento del inversor, tanto en la parte de corriente continua como en la de corriente alterna, para facilitar las tareas de mantenimiento.

La instalación de protecciones realizadas es la siguiente:

3.2.16.1 TRAMO PANELES - INVERSOR

El tramo desde las placas solares hasta la entrada del inversor, estará protegido contra sobreintensidades mediante fusibles que provoquen la apertura del circuito en caso de producirse una corriente superior a la admisible por los equipos conductores de la instalación.



Figura 3.2.16.1.1 - Fusibles y bases portafusibles

Además, se instalará una protección contra sobretensiones de clase II. Las protecciones de Clase II se destinan a la protección de las redes de alimentación fotovoltaica contra las sobretensiones transitorias debidas a descargas atmosféricas indirectas que se producen a una determinada distancia de la instalación fotovoltaica e inducen una sobretensión.



Figura 3.2.16.1.2 - Protección sobretensión clase II

Se instalará un cuadro STC1 cuyas características se enumeran a continuación:

Cuadro protección series fotovoltaicas sin monitorización, 2 entradas con bases portafusibles y fusibles para continua de 16A. Salida con seccionador hasta 900Vdc y 25A (1000Vdc de aislamiento), sin contacto auxiliar de estado. Montado en caja de doble aislamiento con tapa transparente, 380x380x225mm (máximo), IP55. Entradas con prensaestopas M16 para entrada de cable de strings, de M20 para la salidas de tierra y del seccionador. Con protector contra sobretensiones de continua clase 2 hasta 1000Vdc, sin contacto auxiliar. Completo, montado y cableado. Según normas IEC.

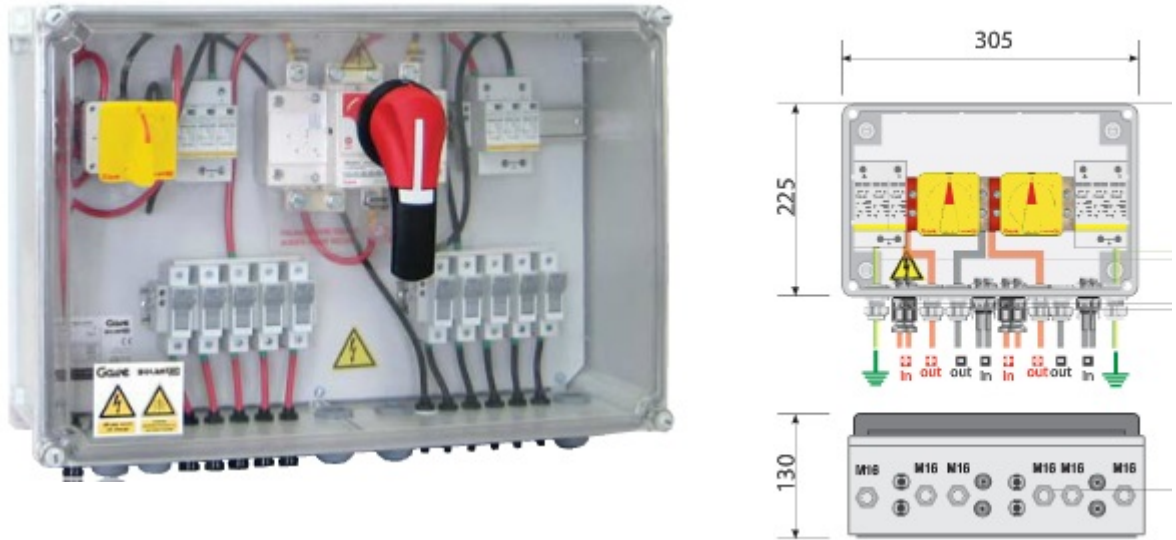


Figura 3.2.16.1.3 - Cuadro protección serie fotovoltaica

3.2.16.2 SALIDA INVERSOR - CARGAS

Se instalará un interruptor automático de 2 polos 32 A con curva tipo C para la protección contra sobrecargas. Se dispondrá también de una protección contra contactos indirectos, en concreto, un interruptor diferencial de 2 polos 40 A 30mA de sensibilidad.



Figura 3.2.16.2.1 - Protecciones tramo inversor - cargas

3.2.16.3 TRAMO INVERSOR - BATERÍAS

Se instalará, para realizar la función de protección de la instalación y realizar el seccionamiento necesario para el mantenimiento de la instalación, un interruptor automático especial de corriente continua (CC) marca SCHNEIDER ELECTRIC C60H - 500 V 2P 63 A curva C.



Figura 3.2.16.3.1 - Protección tramo inversor - baterías

Se instalarán las protecciones en una caja de superficie estanca de la marca HAGER modelo VECTOR VE de 1 Fila de 12 módulos con grado de protección IP65.



Figura 3.2.16.3.2 - Caja superficie estanca

3.2.16.4 ELECCIÓN DE FUSIBLES

Para la protección contra sobreintensidades originadas por sobrecargas o cortocircuitos se emplearán fusibles. En este caso fusibles específicos para corriente continua con tensión de funcionamiento hasta 1000 Vdc, del tipo ultrarápido y de rango completo (gPV) específicos para la protección de instalaciones fotovoltaicas. Serán de la marca TELERGON.

Proporcionarán una adecuada protección contra sobrecargas y cortocircuitos de acuerdo a la norma IEC 60269-6, y con una corriente mínima de fusión de $1,35 \cdot I_n$, capaz de interrumpir el paso de todas las corrientes que vayan desde su valor de intensidad nominal (I_n) hasta su poder de corte asignado.

A continuación se muestra una tabla resumen de las intensidades normalizadas para los fusibles, en Amperios.

2	4	6	10	16	20	25	35
40	50	63	80	100	125	160	200
250	315	400	425	500	630	800	1000

Tabla 3.2.16.4.1 - Calibres normalizados de fusibles

Para que el fusible seleccionado sea efectivo, se debe cumplir que:

$$I_b \leq I_n \leq I_{adm}$$

siendo,

I_b : La intensidad de corriente que recorre la línea.

I_n : La intensidad nominal del fusible asignado a la línea.

$I_{adm} = I_z$ es la máxima intensidad admisible del cable conductor de la línea.

A continuación se adjunta una tabla resumen con la protección asignada al tramo de corriente continua:

TRAMO	I _b	I _N (ASIGNADO)	0,9·I _{ADM} (I _Z)	PODER DE CORTE
PANELES- INVERSOR	9,16 A	16 A	15,75 A	10 kA

Tabla 3.2.16.4.2 - Calibre fusibles protección

La ITC-BT-22 nos indica que el dispositivo de protección debe de cumplir además las siguientes condiciones:

$$I_b \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1,45 \times I_Z$$

Para el tramo paneles-inversor tenemos:

La primera condición se cumple,

$$I_b \leq I_N \leq I_{adm}$$

$$9,16 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 17,5 \text{ A}$$

Para la segunda condición tenemos que aplicar la siguiente tabla:

I _n (A)	Tiempo convencional (h)	I _f Corriente convencional de fusión
I _n ≤ 4	1	2,1 I _n
4 < I _n ≤ 16	1	1,9 I _n
16 < I _n ≤ 63	1	1,6 I _n
63 < I _n ≤ 160	2	1,6 I _n
160 < I _n ≤ 400	3	1,6 I _n
400 < I _n	4	1,6 I _n

Tabla 3.2.16.4.3 - Corrientes cartuchos fusibles Gg

Comprobamos que se cumple:

$$I_b \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1,45 \times I_Z$$

Sustituyendo por los valores de corriente tenemos:

$$I_b = 9,16; I_n = 16 \text{ A}; I_z = 17,5 \text{ A}; I_f = 1,9 \times I_n = 19 \text{ A}; I_{sc} = 9,16 \text{ A}$$

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$9,16 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 17,5 \text{ A}$$

$$I_f \leq 1,45 \times I_z$$

$$19 \text{ A} < 1,45 \times 17,5 = 25,37 \text{ A}.$$

Para que no se produzcan disparos intempestivos, se tiene que cumplir que

$$I_n > 1,4 \times I_{sc}$$

$$16 \text{ A} > 1,4 \times 9,16 > 12,82 \text{ A}.$$

Como todas las premisas se cumplen podemos asegurar que la elección del fusible es correcta.

En este caso se elegirán cartuchos de fusibles 1000 Vdc cilíndricos 10x38 gPV ultrarápidos para corriente continua con un calibre de 16A, instalados en base cilíndrica 10x38 1000 Vdc / EFH 10 DC. Su poder de corte es de 10 kA.

3.2.17 PRESUPUESTO

El presupuesto de la instalación fotovoltaica para la vivienda de estudio asciende a la cantidad de **VEINTIDOS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS**.

Se adjunta desglose del mismo en el anexo "7 PRESUPUESTO".

3.2.18 PERÍODO DE AMORTIZACIÓN

En este apartado realizamos un análisis económico de la instalación fotovoltaica, con la determinación del período de recuperación de la inversión.

Teniendo en cuenta que nos encontramos ante una vivienda asilada sin suministro de energía eléctrica, debemos considerar el coste que supondría la instalación de una línea aérea y un pequeño centro de transformación aéreo. Suponemos una inversión de 20000 € por este concepto.

El consumo anual estimado para la vivienda objeto de este estudio es:

$$E = 4,73 \text{ kWh/día} \times 365 \text{ días} = 1726 \text{ kWh/año.}$$

Si tenemos en cuenta que para dicha vivienda se contratara una tarifa eléctrica 2.0 A para una potencia de 5,75 kW tendremos los costes actuales del término de potencia y de energía. En este caso son de 42,04 €/kW año (término potencia) y 0,124107 €/kWh (término energía).

Por lo tanto con la energía generada por el campo fotovoltaico nos habremos ahorrado al año:

$$\text{Ahorro} = (5,75 \times 42,04) + (1726 \times 0,124107) = 456 \text{ €}$$

A continuación podemos establecer el período de retoro de la inversión:

$$\text{Coste total inversión} = 22.259 \text{ €}$$

$$\text{Ahorro línea suministro eléctrico} = 15.000\text{€}$$

$$\text{Período amortización} = (22259 - 20000) / 456 = \mathbf{4,9 \text{ años.}}$$

**TÍTULO: REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA**

**ANEXO III: INSTALACION VENTILACION VMC
DOBLE FLUJO CON RECUPERADOR**

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL**

FECHA: SEPTIEMBRE 2017

AUTOR: ANDRÉS BELLO MÉNDEZ

Fdo.:

ÍNDICE

3.3 INSTALACIÓN VMC DOBLE FLUJO CON RECUPERADOR	4
3.3.1 OBJETO DEL ANEXO	4
3.3.2 ESTADO DE LA TÉCNICA	4
3.3.3 VENTILACION MECANICA CONTROLADA (VMC) DOBLE FLUJO.....	6
3.3.4 NORMATIVA	12
3.3.5 DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA	12
3.3.6 DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES	13
3.3.7 CÁLCULO VENTILACIÓN	13
3.3.8 CÁLCULO CAUDALES ADMISIÓN - EXTRACCIÓN	14
3.3.9 CALCULO CONDUCTOS.....	16
3.3.10 RECUPERADOR DE CALOR DE DOBLE FLUJO	17
3.3.11 ESQUEMA DE INSTALACIÓN	18
3.3.12 PRESUPUESTO.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.3.2.1 - Ejemplo de ventilación en el interior de las viviendas.....	5
Figura 3.3.3.1 – Funcionamiento VMC doble flujo invierno	6
Figura 3.3.3.3 - Funcionamiento VMC doble flujo verano.....	7
Figura 3.3.3.4 - Principio recuperación energía en verano	8
Figura 3.3.3.5 – Ubicación filtros y eficacia según tipo	9
Figura 3.3.3.6 – Tipos de entradas de aire.....	10
Figura 3.3.3.7 – Bocas de extracción de aire	10
Figura 3.3.3.8 – Grupos VMC	11
Figura 3.3.10.1 – Dimensiones VMC IDEO 325 ECOWATT	18
Figura 3.3.11.1 – Esquema de montaje tipo “repartición”	19
Figura 3.3.11.2 – Esquema de montaje instalación VMC	20
Figura 3.3.11.3 – Conexión plénium impulsión y extracción.....	21
Figura 3.3.11.4 – Tipos de conducto y bocas ventilación	21
Figura 3.3.11.5 – Plénium impulsión y extracción	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.3.7.1 – Caudales de ventilación mínimos exigidos	14
Tabla 3.3.8.1 – Caudales mínimos estancias vivienda.....	15
Tabla 3.3.9.1 – Áreas aberturas ventilación locales	16
Tabla 3.3.9.2 - Sección conductos admisión-extracción.....	17
Tabla 3.3.10.1 - Características técnicas VMC IDEO 325 ECOWATT	18

3.3 INSTALACIÓN VMC DOBLE FLUJO CON RECUPERADOR

3.3.1 OBJETO DEL ANEXO

El objetivo del presente anexo es la realización del cálculo y el dimensionamiento de una instalación de ventilación mecánica controlada (VMC) para una vivienda unifamiliar. La finalidad de la instalación es la de ventilar y airear la vivienda para mejorar la calidad del aire así como minimizar las pérdidas de energía y aumentar el ahorro energético.

3.3.2 ESTADO DE LA TÉCNICA

El Código Técnico de la Edificación, en concreto el Documento básico de Salubridad HS3 “Calidad del aire interior”, tiene por objeto en la sección de “Higiene, salud y protección del medio ambiente”, reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de las viviendas y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo que los edificios se deterioren y deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Las viviendas deben de disponer de un sistema general de ventilación que puede ser híbrida o mecánica, de forma que aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes. El aire debe circular desde los locales secos a los húmedos, para ello los comedores, los dormitorios y las salas deben disponer de aberturas de admisión; los aseos, las cocinas y los cuartos de baño deben disponer de aberturas de extracción, las particiones situadas entre los locales de admisión y los locales con extracción deben disponer de aberturas de paso.

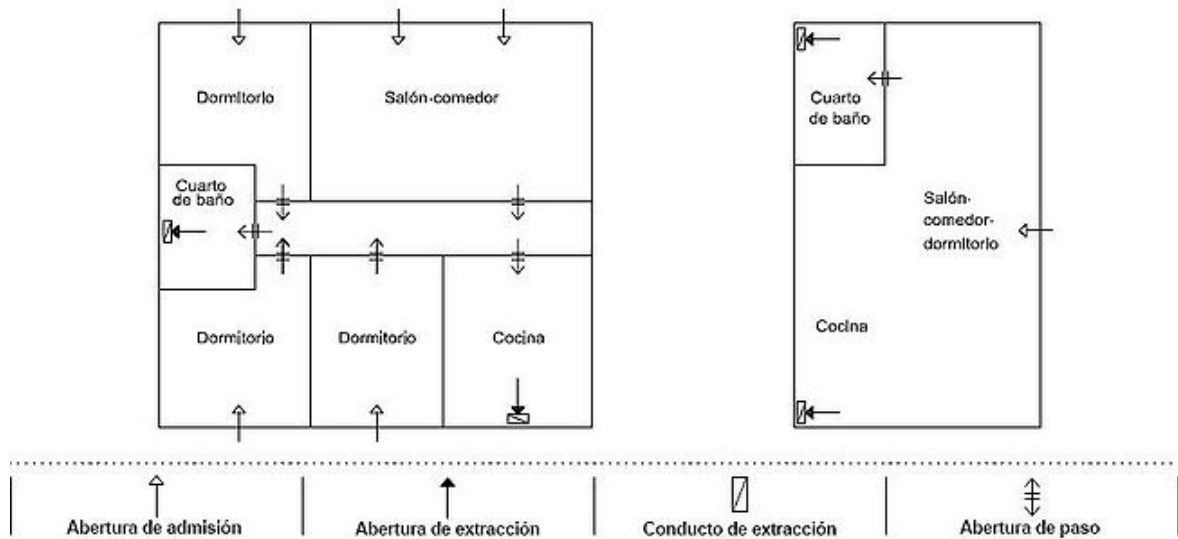


Figura 3.3.2.1 - Ejemplo de ventilación en el interior de las viviendas

3.3.2.1 TIPOS DE VENTILACION MECÁNICA

La Ventilación Mecánica Controlada (VMC) permite gestionar de una forma eficiente el consumo energético. Gracias a los avances en el estado de la técnica actualmente la Ventilación Mecánica Controlada ofrece diferentes tipos de sistemas de ventilación, que van desde el tipo más sencillo hasta el más completo y eficiente desde el punto de vista energético:

- El simple flujo autorregulable.
- El simple flujo higrorregulable.
- El doble flujo.

En la Ventilación Mecánica Controlada de simple flujo autorregulable, tanto las entradas de aire como las bocas de extracción, modifican su superficie de paso de aire automáticamente en función de la presión a la cual están sometidas, con el fin de auto equilibrar la instalación y reducir los riesgos de corrientes de aire por vientos de fachada a nivel de admisiones de aire.

La Ventilación Mecánica Controlada de simple flujo higrorregulable, se caracteriza por que la superficie de paso de aire tanto de entrada, en las entradas de aire, como el extraído en las bocas de extracción, se ajusta automáticamente a la humedad de la estancia en la cual están ubicadas, en consonancia a la actividad desarrollada en la misma.

La Ventilación Mecánica Controlada de doble flujo, también conocida como “recuperador”, consiste en un sistema más complejo, donde se recupera parte de la energía del aire extraído. El aire exterior es filtrado y calentado y/o enfriado antes de su insuflación en las zonas secas (salas de estar y dormitorios). La extracción se realiza por las zonas húmedas (baños, cocinas, aseos) tal y como se realiza en los sistemas mono flujo.

En nuestro caso optamos por la instalación de una VMC doble flujo, obteniendo el confort óptimo en términos de calidad de aire, insonorización y de ahorro de energía.

3.3.3 VENTILACION MECANICA CONTROLADA (VMC) DOBLE FLUJO

La VMC doble flujo, es un sistema de ventilación que asegura la Calidad del Aire, a través de la extracción del aire viciado en las estancias húmedas (cocina, baños, aseos, lavaderos,...) y que simultáneamente asegura la insuflación de aire nuevo filtrado en las estancias secas (salón, comedor, dormitorios,...).

En INVIERNO el aire nuevo recupera las calorías del aire viciado que extraemos de la vivienda, gracias a la presencia de un intercambiador térmico, ayudando a mantener la temperatura en la vivienda.

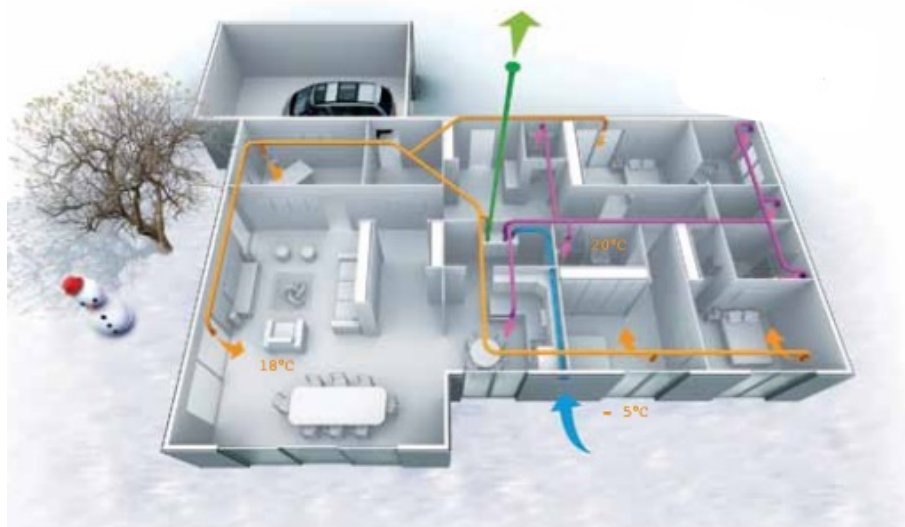


Figura 3.3.3.1 – Funcionamiento VMC doble flujo invierno

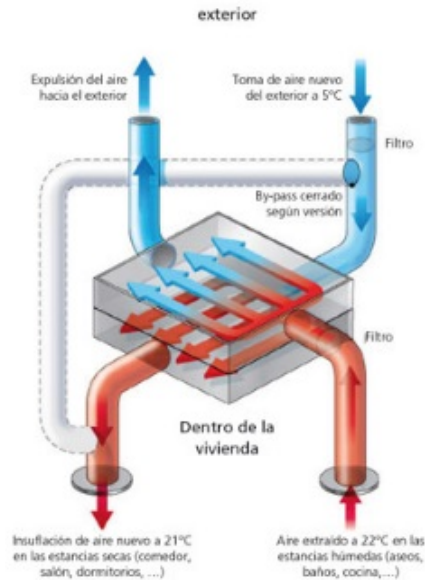


Figura 3.3.3.2 – Principio recuperación energía en invierno

En VERANO el aire nuevo que entra en la vivienda se enfría gracias al aire viciado que extraemos de la vivienda, gracias a la presencia de un intercambiador térmico, evitando el recalentamiento de la vivienda.

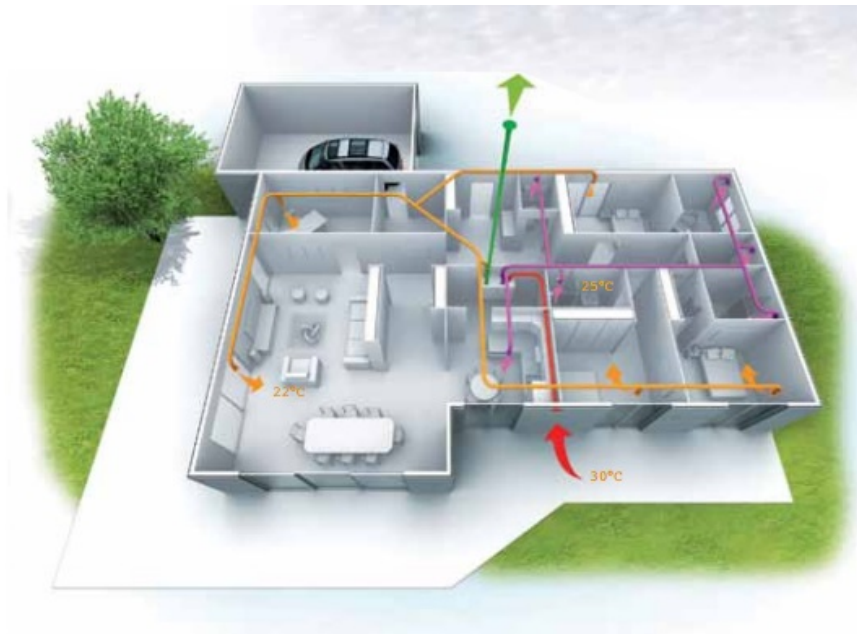


Figura 3.3.3.3 - Funcionamiento VMC doble flujo verano

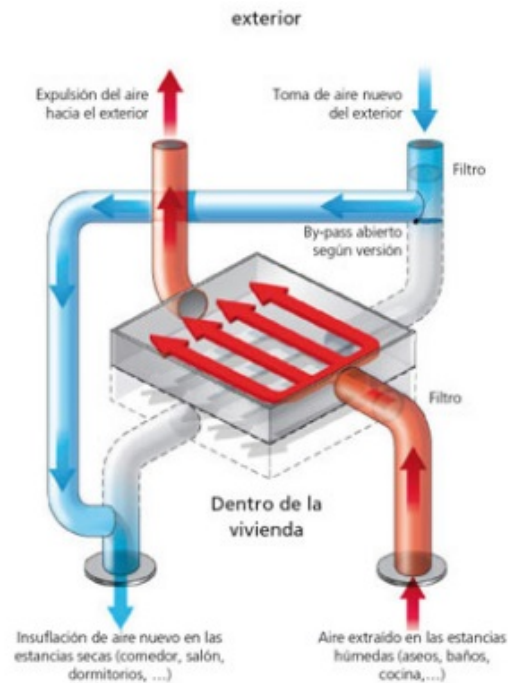


Figura 3.3.3.4 - Principio recuperación energía en verano

Otro aspecto a tener en cuenta es que el aire exterior contiene numerosas partículas nocivas para la salud. La VMC Doble Flujo filtra el aire nuevo introducido en la vivienda con el fin de preservar la salud de los ocupantes.

La norma NF EN 779: 2003 clasifica los filtros en 2 categorías:

- Filtros gruesos (tipo G)
- Filtros finos (tipo F)

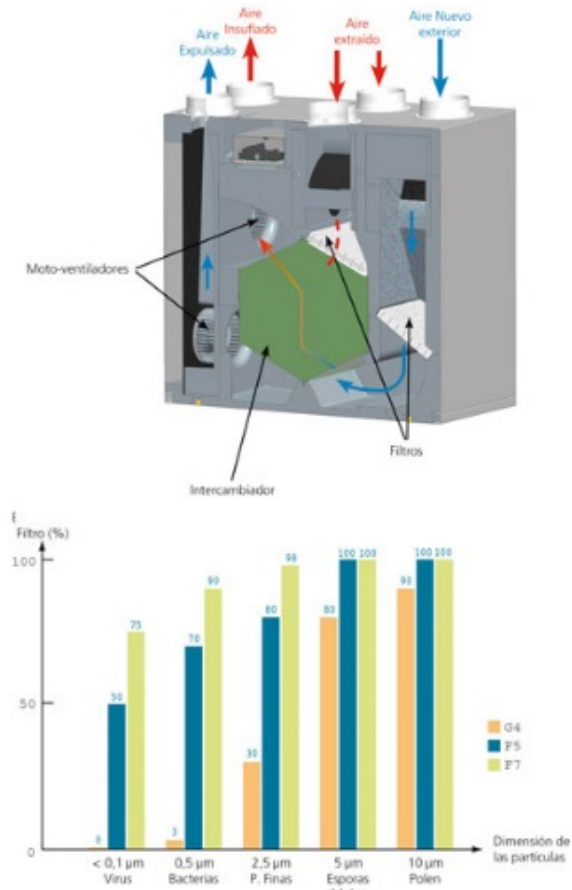


Figura 3.3.3.5 – Ubicación filtros y eficacia según tipo

3.3.3.1 COMPONENTES DE LA VMC

Por lo que respecta a los componentes que conforman un Sistema de Ventilación Mecánica Controlada cabe destacar los siguientes:

- Entradas de aire
- Bocas de extracción
- Grupos de VMC
- Conductos

Las entradas de aire, son elementos que se disponen en las aberturas de admisión que comunican el local (concretamente las zonas secas) directamente con el exterior, para dirigir adecuadamente el flujo de aire e impedir la entrada de agua,

aire e insectos. Puede ser regulable o de abertura fija y puede disponer de elementos adicionales para obtener una atenuación acústica adecuada. Puede situarse tanto en las carpinterías como en el muro del cerramiento.



Figura 3.3.3.6 – Tipos de entradas de aire

Las bocas de extracción, ubicadas en los cuartos húmedos sirven para la extracción, comunicando la vivienda con el exterior mediante el grupo VMC. El diámetro recomendado para cocinas es de 125 mm y de 80 mm para baños.

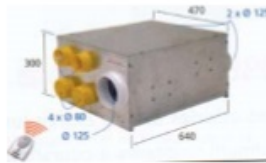


Figura 3.3.3.7 – Bocas de extracción de aire

Los Grupos de VMC, dispositivos de ventilación mecánica que comunican las bocas de extracción con el exterior, extrayendo de forma continua el aire.



Caja VMC autorregulable



Grupo VMC doble flujo

Figura 3.3.3.8 – Grupos VMC

Los conductos y accesorios conforman los sistemas que comunican las bocas de extracción con el grupo y del mismo modo comunican el grupo con el exterior de la vivienda. Su forma lisa interior reduce significativamente las pérdidas de carga del sistema así como el ruido. Su mínima altura permite máximos caudales de extracción con el mínimo espacio disponible.



Conducto rígido rectangular



Sistema de conductos y accesorios.

Figura 3.3.3.9 - Conductos

3.3.4 NORMATIVA

- REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
RITE – Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007
Documento de 20 de octubre de 2009, referente a preguntas y respuestas sobre la Aplicación del RITE (R.D.1027/2007)
RITE - Modificaciones del 27 de Noviembre de 2009
RITE - Modificaciones del 18 de Marzo de 2010
RITE – Comentarios referentes al Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización
RITE - Modificaciones de Septiembre de 2013
- Código Técnico de la Edificación (CTE)

CTE - HS3
 - Higiene, Salud y Protección del Medio Ambiente
 - Calidad del Aire Interior
- CTE - DB SI-3
 - Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio
 - Evacuación de Ocupantes
 - Criterios para la interpretación y aplicación del CTE
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por el R.D. 842/2002 de 2 de Agosto e Instrucciones Técnicas complementarias (ITC).

3.3.5 DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

En la planta primera se disponen los espacios fundamentales de la vivienda, estableciéndose una clara diferenciación entre el área de día o esparcimiento y la zona de noche o de descanso, organizando esta estratégicamente de manera que pueda disfrutar de una mayor privacidad.

A la casa se accede o bien desde el garaje situado en la planta sótano, o a través de un porche exterior cubierto situado en la planta baja.

La entrada principal nos lleva a un pasillo, del que forma parte el vestíbulo, que nos comunica con cada una de las estancias: hacia la izquierda, el salón, el comedor y la cocina, comunicada con el comedor a través de puertas correderas y con salida directa a la parte trasera de la casa; hacia la derecha, la habitación principal dotada de vestuario y cuarto de baño propio, escaleras, un cuarto de baño general y dos dormitorios a los que se accede a través del mismo pasillo.

3.3.6 DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES

A continuación se muestran las distintas estancias que componen la planta baja así como su superficie útil.

PLANTA BAJA	
ESTANCIA	SUPERFICIE/m2
DORMITORIO PRINCIPAL	21,1
CUARTO DE BAÑO	8,4
ESCALERA	7
CUARTO DE BAÑO	6,5
DORMITORIO 01	12,4
DORMITORIO 02	15,2
PASILLO	20,8
SALA DE ESTAR	19,6
COMEDOR	14,7
COCINA	17,6
TOTAL	143,3

Tabla 3.3.6.1 - Distribución y superficies planta baja

3.3.7 CÁLCULO VENTILACIÓN

Para la realización del cálculo del caudal de ventilación nos guiaremos por la sección HS3 del documento básico CTE DB HS, que se aplica en los edificios de viviendas, al interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes.

El valor de diseño del caudal de ventilación mínimo para viviendas, según la versión actual del DB HS3, se calcula según la tabla 2.1 de esta sección. El cálculo se realiza considerando el caudal de ventilación para las estancias de la vivienda incluidos en dicha tabla.

Tabla 2.1 Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables

Tipo de vivienda	Caudal mínimo q_v en l/s				
	Locales secos ^{(1) (2)}			Locales húmedos ⁽²⁾	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores ⁽³⁾	Mínimo en total	Mínimo por local
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

Tabla 3.3.7.1 – Caudales de ventilación mínimos exigidos

La vivienda, según la versión actual del DB HS3, tienen que disponer de un sistema general de ventilación que puede ser híbrido o mecánico. El aire de admisión -aire exterior- entra por las estancias secas -salas de estar, comedores y dormitorios-, a través de las aberturas de admisión, y se extrae por las estancias húmedas -aseos, baños y cocinas, a través de las aberturas de extracción conectadas a conductos de extracción.

Las cocinas, comedores, dormitorios y salas deben disponer de un sistema de ventilación natural complementaria, a través de una ventana o puerta practicable que comunique con el exterior. Por último, las cocinas deberán disponer de un sistema adicional de extracción mecánica para la zona de cocción, conectado a un conducto de extracción independiente y que no se puede utilizar para otro uso.

En nuestro caso procederemos a la ventilación de los espacios habitables de la vivienda que están situados en la planta baja.

3.3.8 CÁLCULO CAUDALES ADMISIÓN - EXTRACCIÓN

Partiendo de los caudales mínimos de ventilación exigidos por el DB HS3 y según el tipo de estancia obtenemos los caudales de admisión y extracción necesarios:

PLANTA BAJA	
ESTANCIA	Caudal mínimo q_v (l/s)
DORMITORIO PRINCIPAL	8
CUARTO DE BAÑO	8
CUARTO DE BAÑO	8
DORMITORIO 01	4
DORMITORIO 02	4
SALA DE ESTAR	10
COMEDOR	10
COCINA	8
CAUDAL ADMISION	36
CAUDAL EXTRACCION	24

Tabla 3.3.8.1 – Caudales mínimos estancias vivienda

Para esta configuración de vivienda la Tabla 2.1 exige una extracción mínima de 33 l/s (118,8 m³/h), por lo que retendremos este valor como caudal total de extracción.

Para equilibrar los caudales debemos optar por el caudal más desfavorable, en nuestro caso el de extracción, **36 l/s (129,6 m³/h)**.

Para igualar el caudal de extracción aumentaremos a 20 l/s el caudal en la cocina.

Se establecerá también un caudal mínimo de 1,5 l/s por local habitable en los periodos de no ocupación.

A continuación calcularemos las renovaciones hora equivalentes:

Superficie útil planta baja: 143,3 m²

La altura de forjado a forjado es de 2,75 metros.

$36 \text{ l/s} \times 3600 \text{ s/h} \times 1 \text{ dm}^3/11 \times 1 \text{ m}^3/1000 \text{ dm}^3 = 129,6 \text{ m}^3/\text{h}$.

Volumen de la vivienda = $143 \text{ m}^2 \times 2,75 \text{ m} = 393,25 \text{ m}^3$.

Renovaciones/ hora = $129,6 \text{ m}^3/\text{h} / 393,25 \text{ m}^3 = \mathbf{0,33 \text{ renovaciones/hora}}$.

3.3.9 CALCULO CONDUCTOS

El área efectiva total de las aberturas de ventilación de cada local debe ser como mínimo la mayor de las que se obtienen mediante las fórmulas que figuran en la siguiente tabla:

Tabla 4.1 Área efectiva de las aberturas de ventilación de un local en cm²

Aberturas de ventilación	Aberturas de admisión	4·q _v ó 4·q _{va}
	Aberturas de extracción	4·q _v ó 4·q _{ve}
	Aberturas de paso	70 cm ² ó 8·q _{vp}
	Aberturas mixtas ⁽¹⁾	8·q _v

Tabla 3.3.9.1 – Áreas aberturas ventilación locales

siendo,

q_v: caudal de ventilación mínimo exigido del local [l/s], obtenido en el apartado anterior.

En el caso de los conductos de extracción, cuando estos se dispongan contiguos a un local habitable, la sección nominal de cada tramo del conducto de extracción debe ser como mínimo igual a la obtenida mediante la fórmula:

$$S \geq 2,5 \cdot q_{vt}$$

siendo,

q_{vt}: caudal de aire en el tramo del conducto [l/s], que es igual a la suma de todos los caudales que pasan por las aberturas de extracción que vierten al tramo.

A continuación se muestra una tabla con las secciones de conductos obtenidas:

PLANTA BAJA					
ESTANCIA	Caudal mínimo qv (l/s)	Area admision (cm ²)	Area extraccion (cm ²)	Diámetro tubo circular (mm)	Diámetro comercial (mm)
DORMITORIO PRINCIPAL	8	32		57	80
CUARTO DE BAÑO	8		20	45	80
CUARTO DE BAÑO	8		20	45	80
DORMITORIO 01	4	16		40	80
DORMITORIO 02	4	16		40	80
SALA DE ESTAR	10	40		63	80
COMEDOR	10	40		63	80
COCINA	20		50	71	125

Tabla 3.3.9.2 - Sección conductos admisión-extracción

Los conductos y codos serán rígidos aislados de polietileno de la marca Soler y Palau tipo GPR ISO desde la central hasta los plenum de impulsión y extracción. Desde estos hasta las bocas correspondientes de impulsión y extracción serán conductos flexibles aislados de PVC gris protegidos por una capa aislante de fibra de vidrio y recubiertos por una capa de polietileno marca Soler y Palau tipo GP ISO.

La boca principal de admisión de aire limpio y la de expulsión de aire viciado se realizará en la planta sótano en el mismo local de ubicación de la central VMC.

La distribución de conductos y la ubicación de las bocas de impulsión y extracción se pueden ver en los planos anexos.

3.3.10 RECUPERADOR DE CALOR DE DOBLE FLUJO

El equipo que hemos seleccionado es un recuperador de calor VMC de doble flujo de la marca Soler y Palau, modelo IDEO2 325 ECOWATT.

Está indicado para viviendas unifamiliares, con intercambiador de calor de tipo contraflujo de alto rendimiento (hasta el 92%) y motor EC de corriente continua a caudal constante de muy bajo consumo (menos de 40 W) y muy bajo nivel sonoro. Asegura la renovación permanente de aire de las viviendas unifamiliares, y garantiza los requisitos requeridos en el Código Técnico de Edificación.

Sus características técnicas principales son:

Modelo	Tensión (V)	Caudal (m³/h)		Potencia (W)		Intensidad (A)		Nivel de presión sonora 3m (dB(A))		Eficiencia		Peso (kg)
		min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	
IDEO² 325 ECOWATT	230	45*/90	325	21	198	0,1	0,7	22,9	35,5	86	92	45

Tabla 3.3.10.1 - Características técnicas VMC IDEO 325 ECOWATT

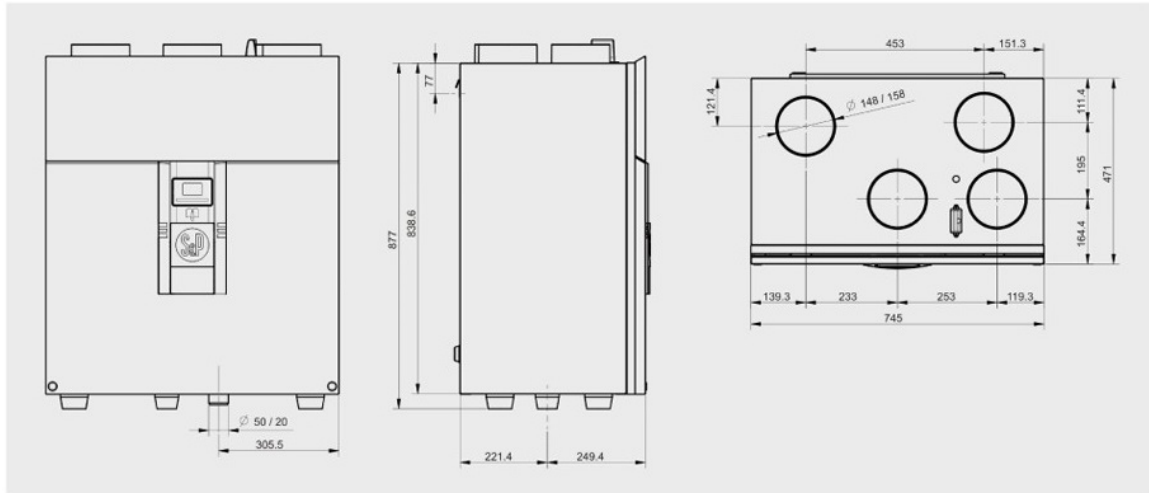


Figura 3.3.10.1 – Dimensiones VMC IDEO 325 ECOWATT

3.3.11 ESQUEMA DE INSTALACIÓN

El sistema de montaje elegido para nuestra instalación es del tipo “repartición”.

La central VMC irá situada en la planta sótano en la bodega-trastero. Desde ella partirán los tubos de admisión y extracción hasta la planta bajo cubierta, en donde se conectarán con dos plenum (uno de impulsión y otro de extracción). Desde estos plenum partirán los conductos hasta los distintos locales aprovechando la planta bajo cubierta no habitable. Para acceder a los locales se hará el pase correspondiente a través del forjado hacia el techo de la planta baja.

A continuación se muestra un esquema del tipo de instalación así como de sus componentes principales:

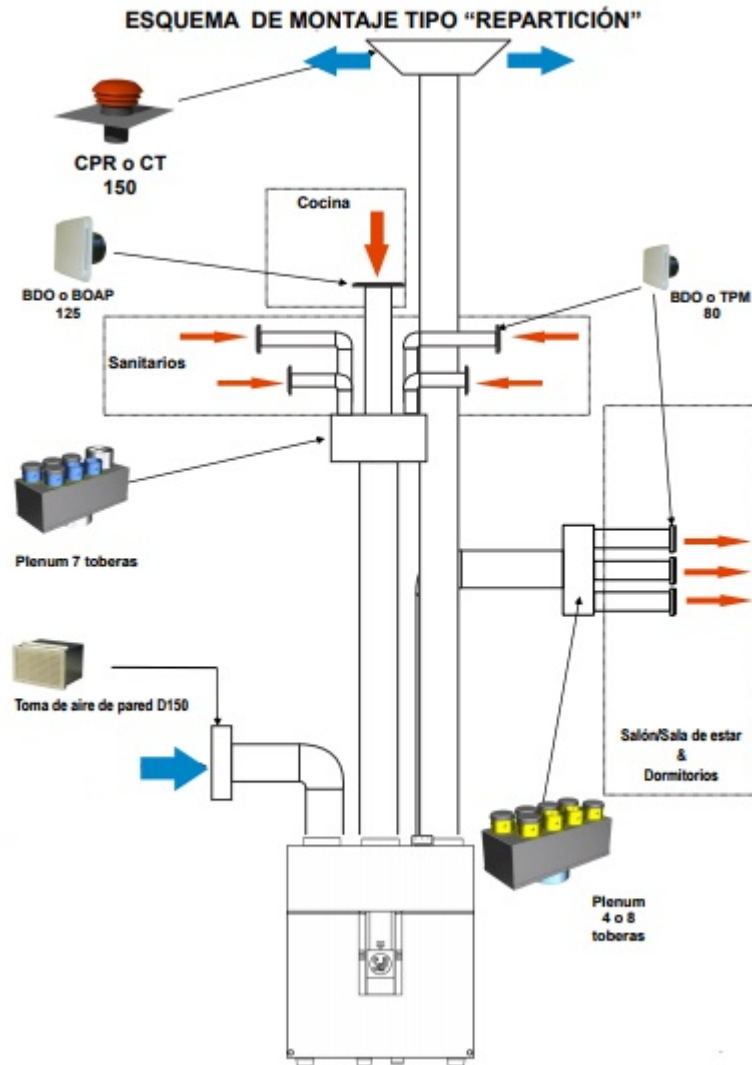
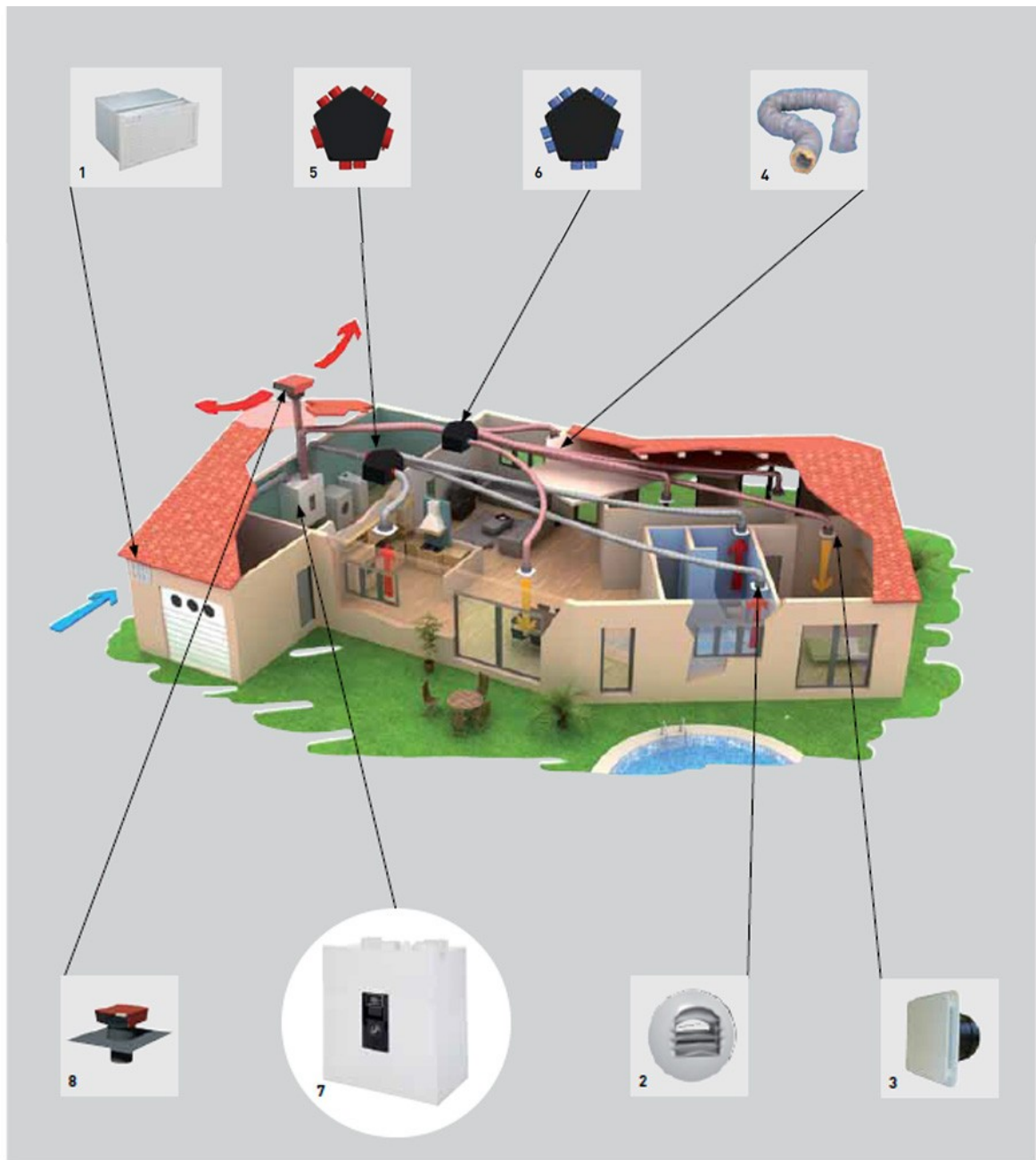


Figura 3.3.11.1 – Esquema de montaje tipo “repartición”



1. Toma de aire TAP.
2. Boca de extracción autorregulable BARJ / BARP.
3. Boca de impulsión BDOP.
4. Conductos de PVC o rectangulares de plástico.
5. Plénum de extracción.
6. Plénum de impulsión.
7. IDEO?: Recuperador de calor de alto rendimiento de contraflujo.
8. Sombrero de tejado CT.

Figura 3.3.11.2 – Esquema de montaje instalación VMC

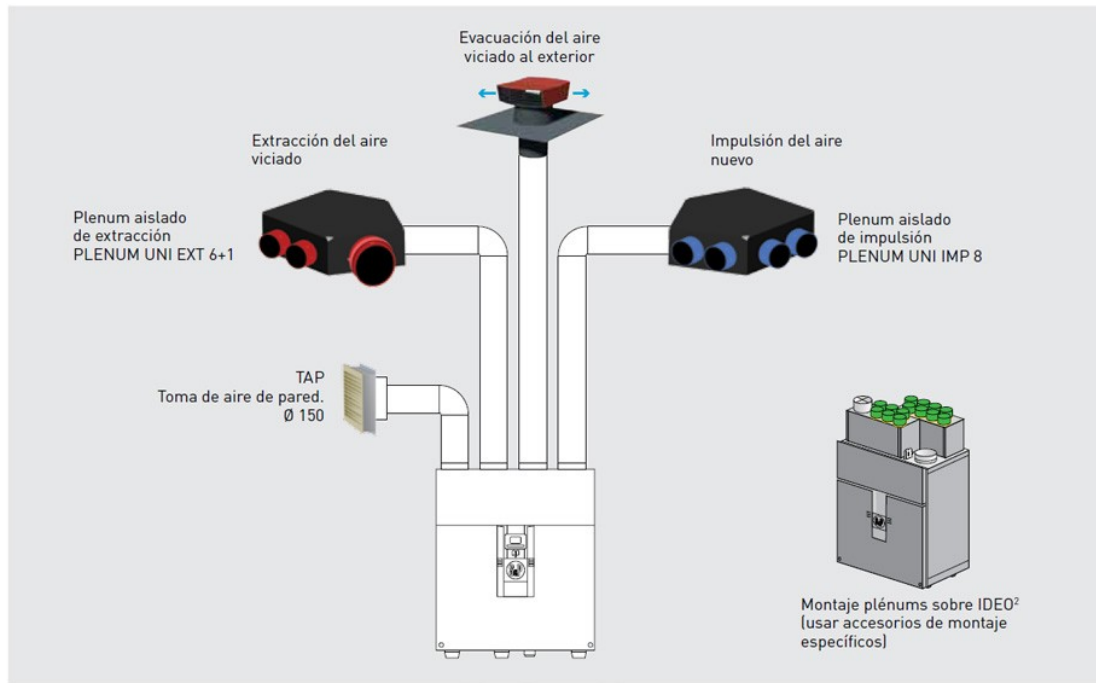


Figura 3.3.11.3 – Conexión plenum impulsión y extracción



Figura 3.3.11.4 – Tipos de conducto y bocas ventilación



Figura 3.3.11.5 – Plénium impulsión y extracción

3.3.12 PRESUPUESTO

El presupuesto total de la instalación de un sistema de ventilación mecánica controlada (VMC) de doble flujo con recuperador para la vivienda de estudio asciende a la cantidad de **SEIS MIL TRESCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS**.

Se adjunta desglose del mismo en el anexo “7 PRESUPUESTO”.

TÍTULO: **REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA**

PLANOS

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **ANDRÉS BELLO MÉNDEZ**

Fdo.:

TÍTULO: **REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA**

PLANOS

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL**

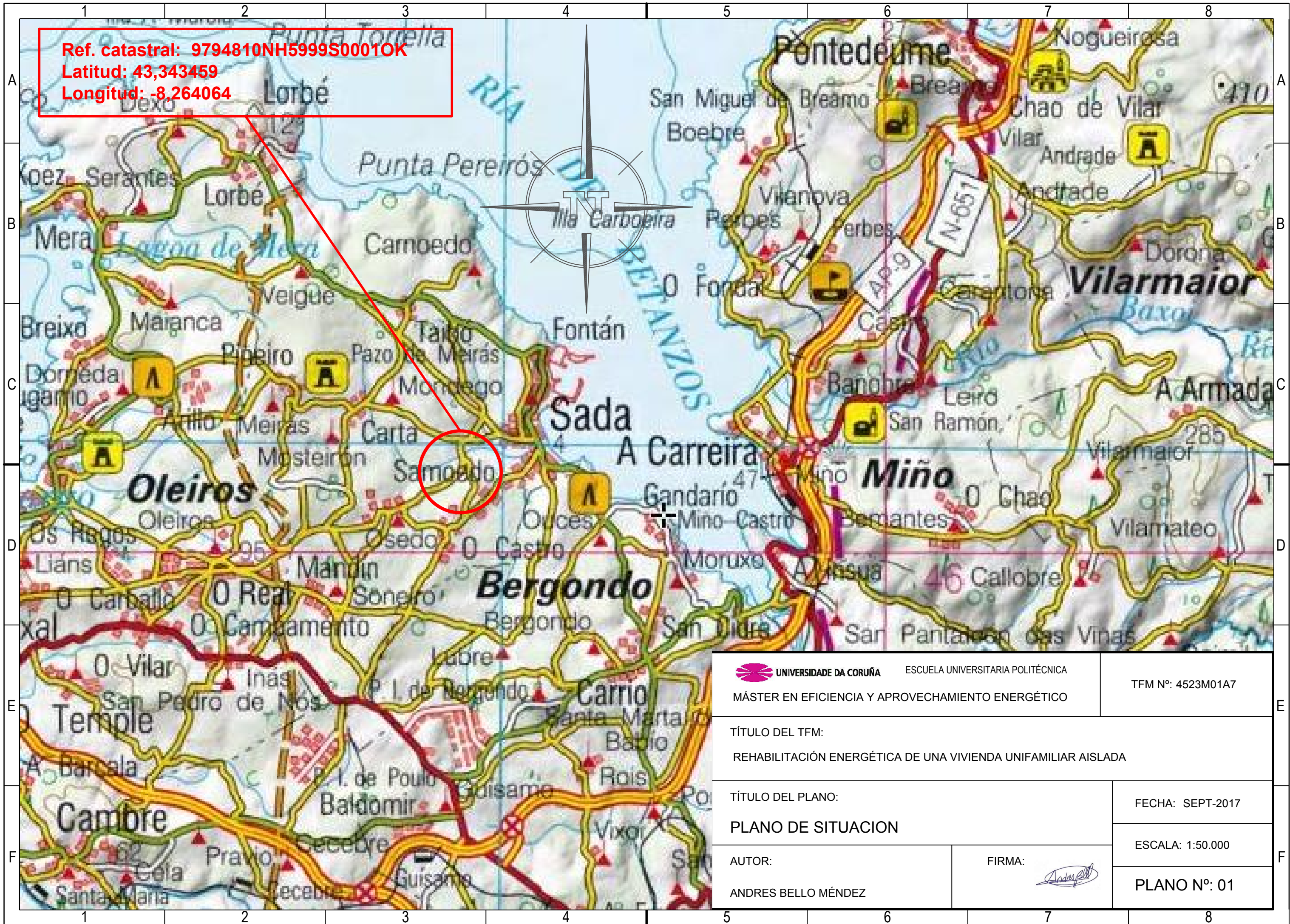
FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **ANDRÉS BELLO MÉNDEZ**


Fdo.:

ÍNDICE

01. PLANO DE SITUACIÓN
02. SITUACIÓN EN PARCELA
03. DISTRIBUCIÓN PLANTA SÓTANO
04. DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA
05. PLANTA CUBIERTAS
06. ALZADO SUROESTE-NORDESTE
07. ALZADO SURESTE-NOROESTE
08. SECCIÓN A-A
09. SECCIÓN BB-SECCIÓN CC
10. DISTRIBUCIÓN PANELES
11. INSTALACIÓN ELÉCTRICA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
12. DISTRIBUCIÓN CONDUCTOS VMC SÓTANO
13. DISTRIBUCIÓN CONDUCTOS VMC PLANTA BAJA
14. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA VIVIENDA



Ref. catastral: 9794810NH5999S0001OK
 Latitud: 43,343459
 Longitud: -8,264064

 **UNIVERSIDADE DA CORUÑA** ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
 MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº: 4523M01A7


TÍTULO DEL TFM:
 REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA

TÍTULO DEL PLANO:
 PLANO DE SITUACION

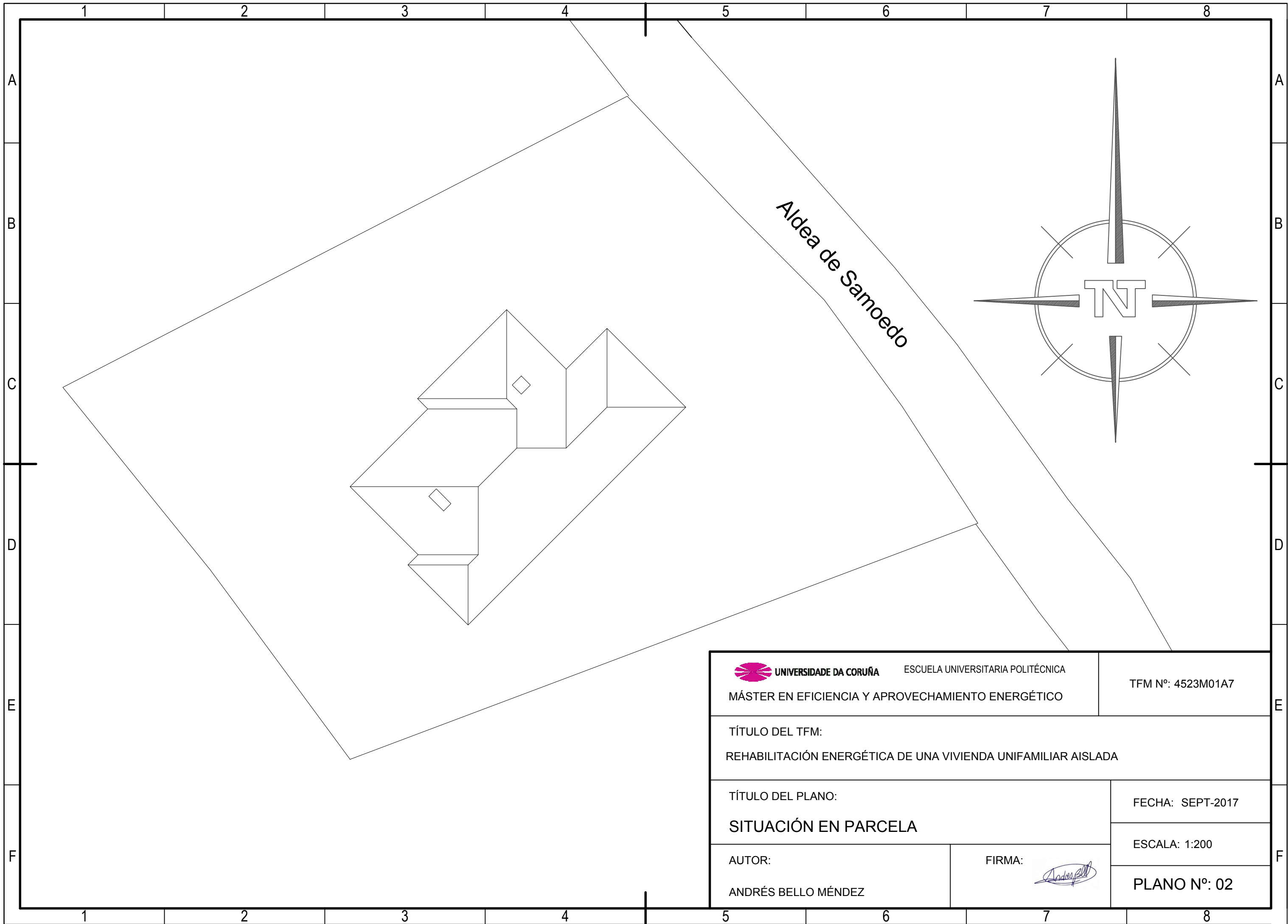
FECHA: SEPT-2017

ESCALA: 1:50.000

AUTOR:
 ANDRES BELLO MÉNDEZ

FIRMA:


PLANO Nº: 01



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº: 4523M01A7

TÍTULO DEL TFM:
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA

TÍTULO DEL PLANO:
SITUACIÓN EN PARCELA

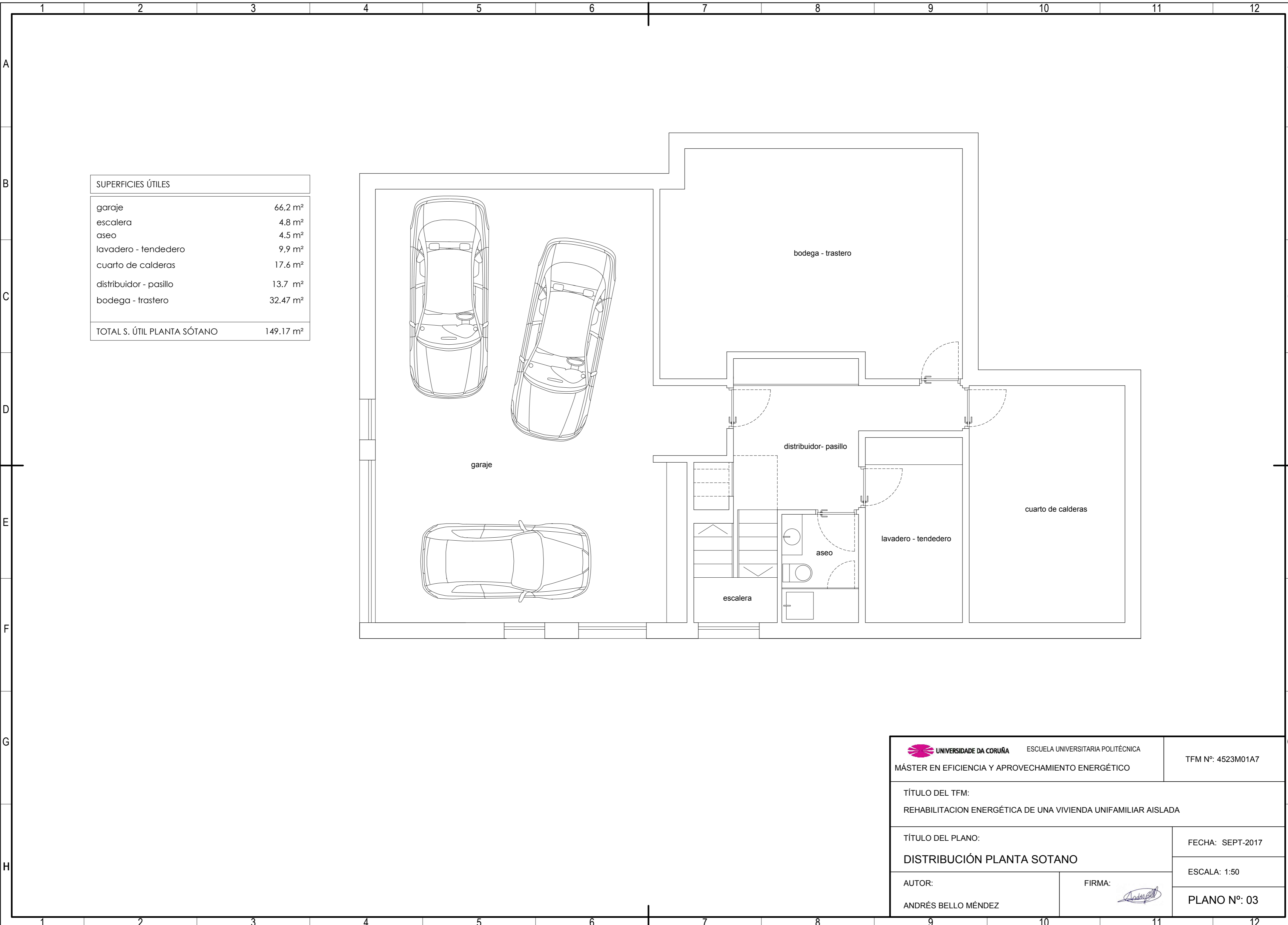
FECHA: SEPT-2017

AUTOR:
ANDRÉS BELLO MÉNDEZ

FIRMA:
Andrés Bello Méndez

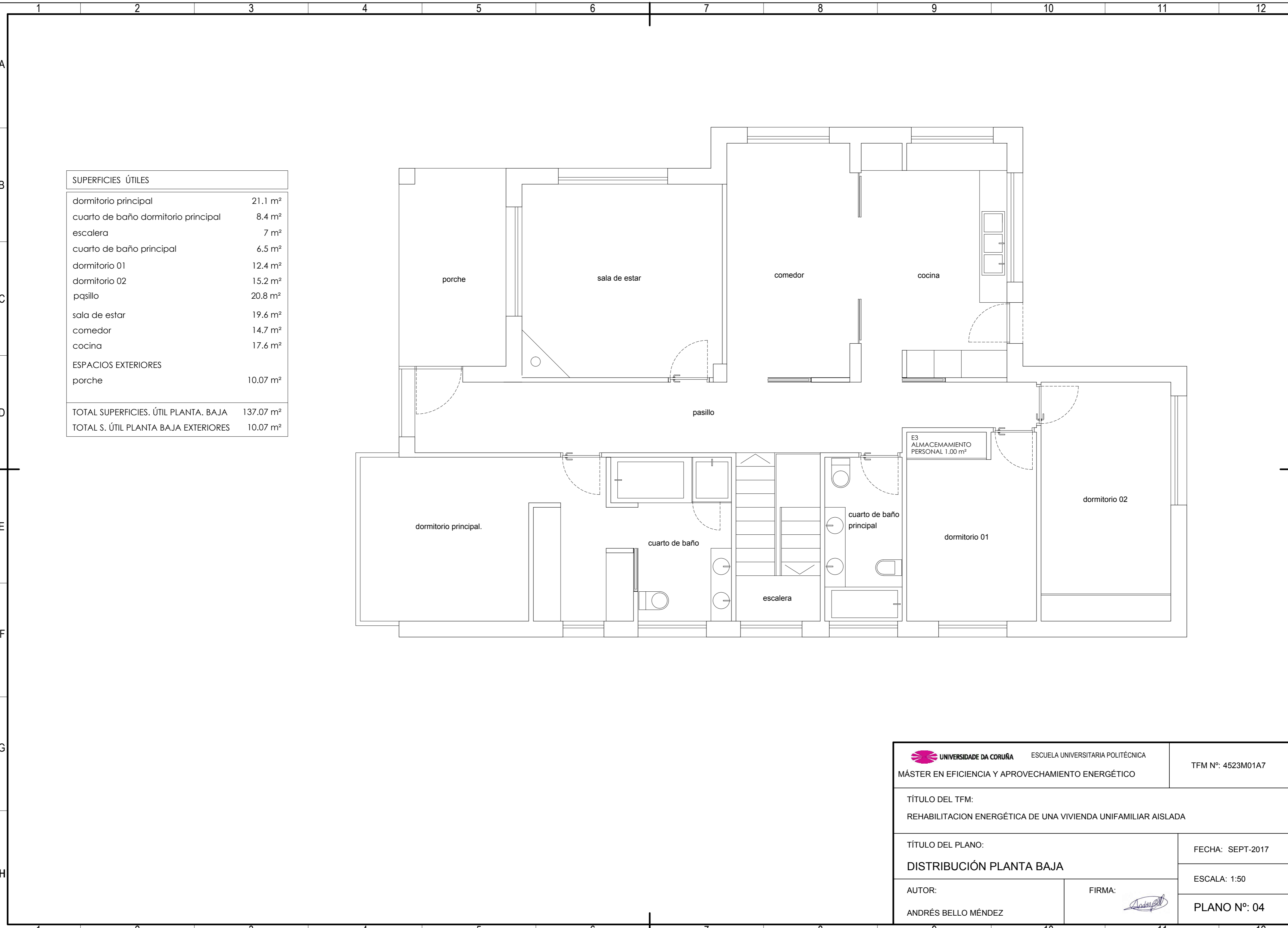
ESCALA: 1:200

PLANO Nº: 02



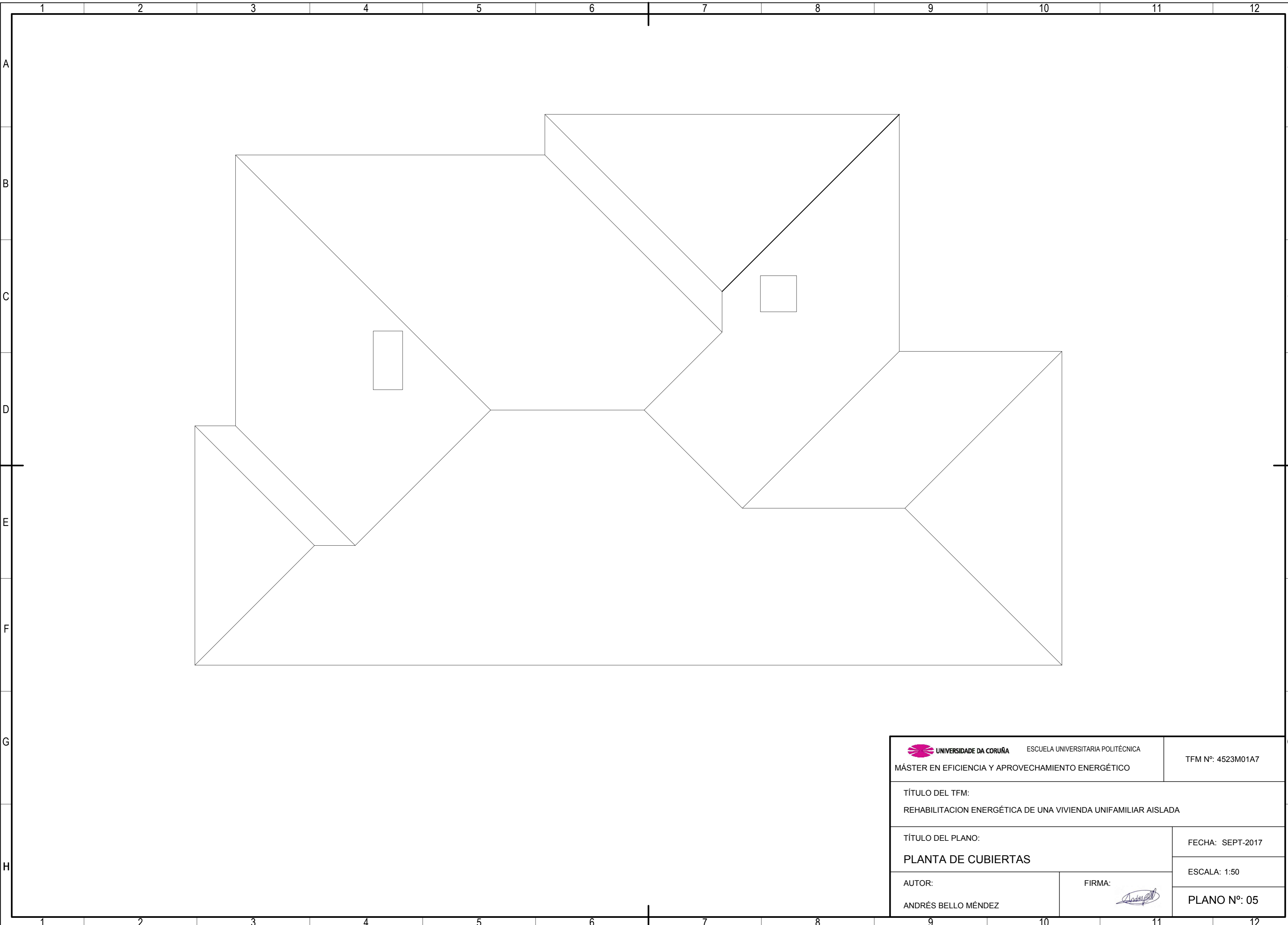
SUPERFICIES ÚTILES	
garaje	66,2 m ²
escalera	4,8 m ²
aseo	4,5 m ²
lavadero - tendedero	9,9 m ²
cuarto de calderas	17,6 m ²
distribuidor - pasillo	13,7 m ²
bodega - trastero	32,47 m ²
TOTAL S. ÚTIL PLANTA SÓTANO	149,17 m²



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFM Nº: 4523M01A7
MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO		
TÍTULO DEL TFM: REHABILITACION ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA		
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN PLANTA SOTANO		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS BELLO MÉNDEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 03

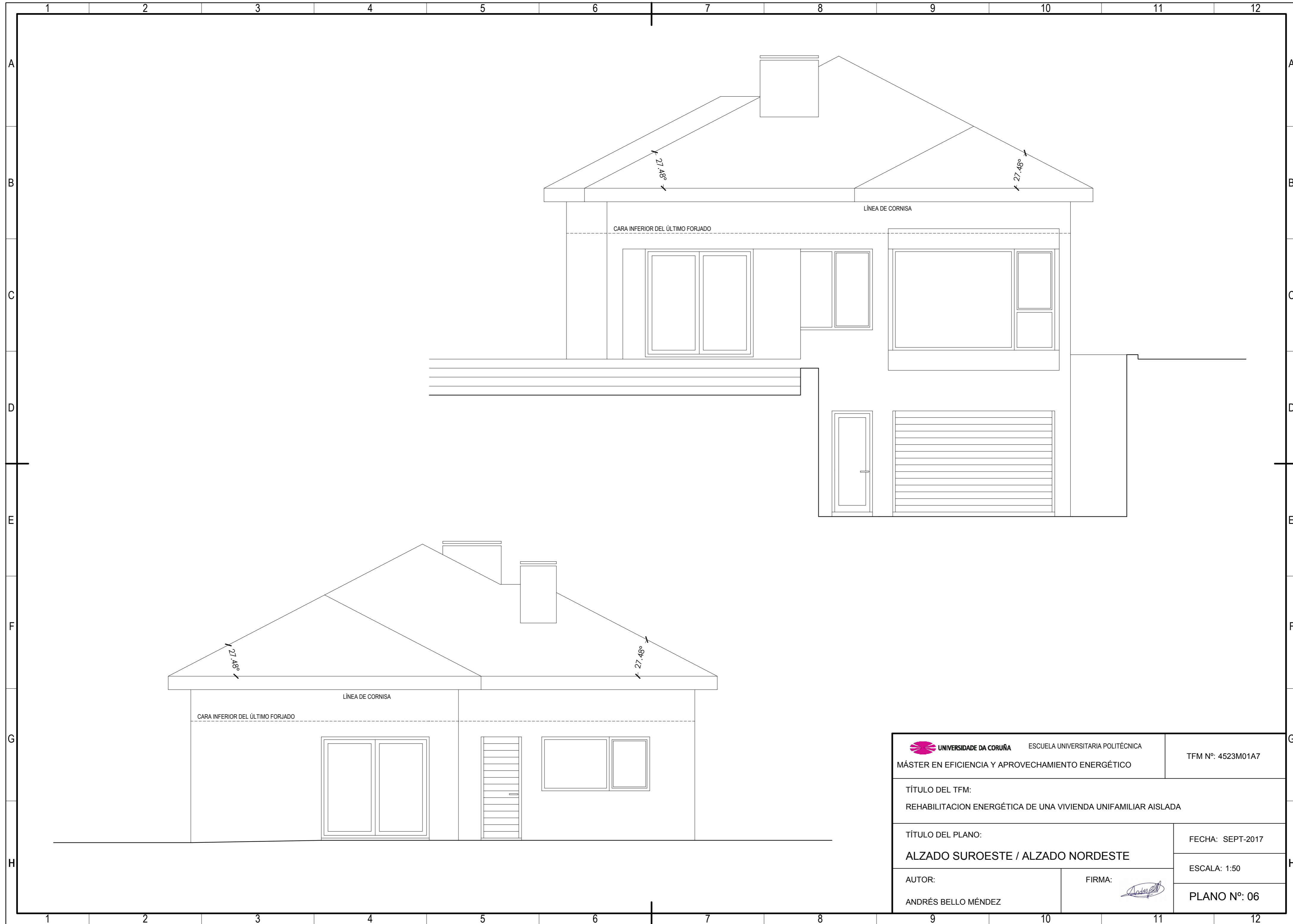




SUPERFICIES ÚTILES	
dormitorio principal	21.1 m ²
cuarto de baño dormitorio principal	8.4 m ²
escalera	7 m ²
cuarto de baño principal	6.5 m ²
dormitorio 01	12.4 m ²
dormitorio 02	15.2 m ²
pasillo	20.8 m ²
sala de estar	19.6 m ²
comedor	14.7 m ²
cocina	17.6 m ²
ESPACIOS EXTERIORES	
porche	10.07 m ²
TOTAL SUPERFICIES. ÚTIL PLANTA. BAJA	137.07 m²
TOTAL S. ÚTIL PLANTA BAJA EXTERIORES	10.07 m²

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFM Nº: 4523M01A7
MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO		
TÍTULO DEL TFM: REHABILITACION ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA		
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS BELLO MÉNDEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 04





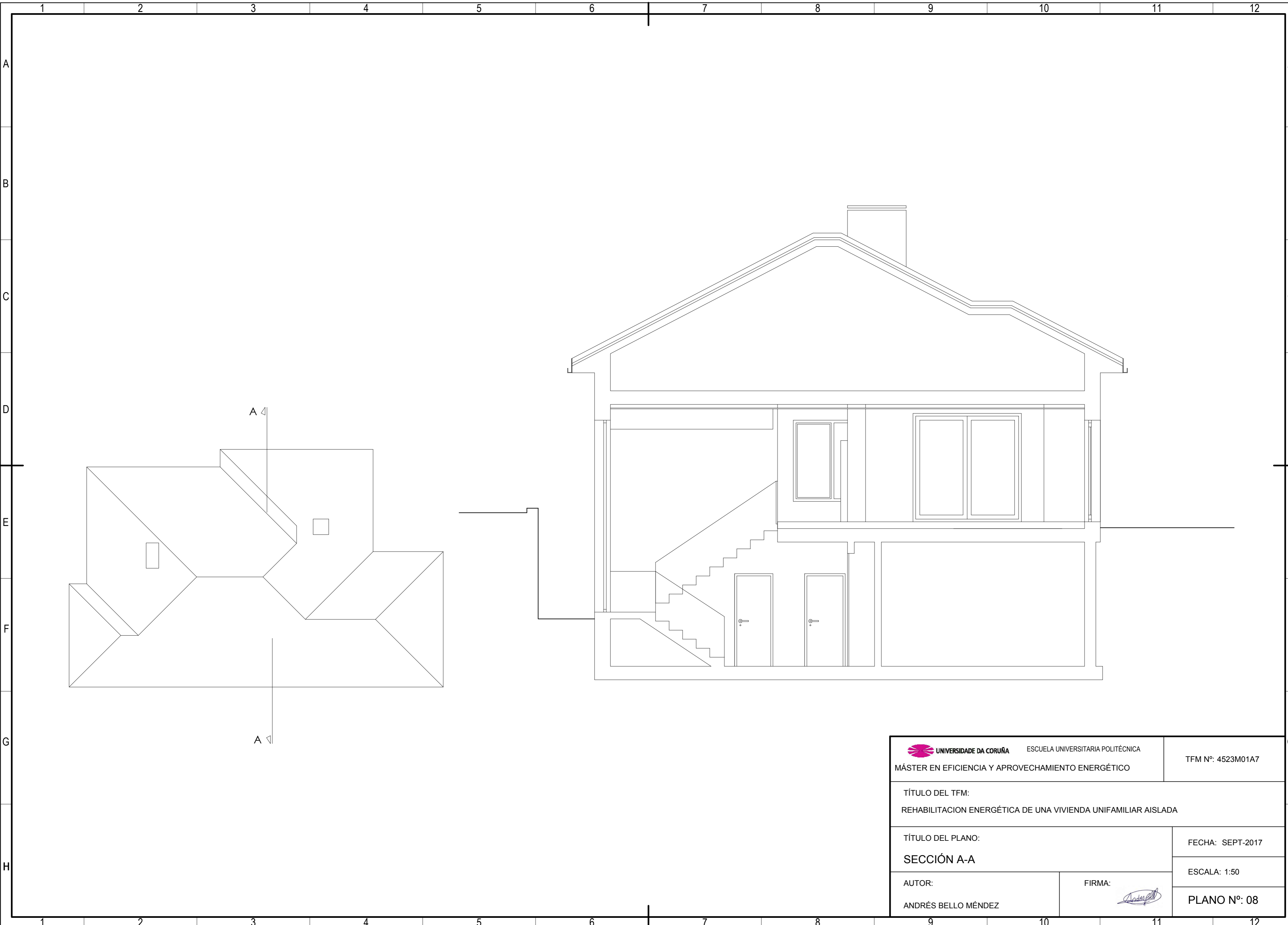
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFM Nº: 4523M01A7
MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO		
TÍTULO DEL TFM: REHABILITACION ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA		
TÍTULO DEL PLANO: PLANTA DE CUBIERTAS		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS BELLO MÉNDEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 05





 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFM Nº: 4523M01A7
MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO		
TÍTULO DEL TFM: REHABILITACION ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA		
TÍTULO DEL PLANO: ALZADO SUROESTE / ALZADO NORDESTE		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS BELLO MÉNDEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 06





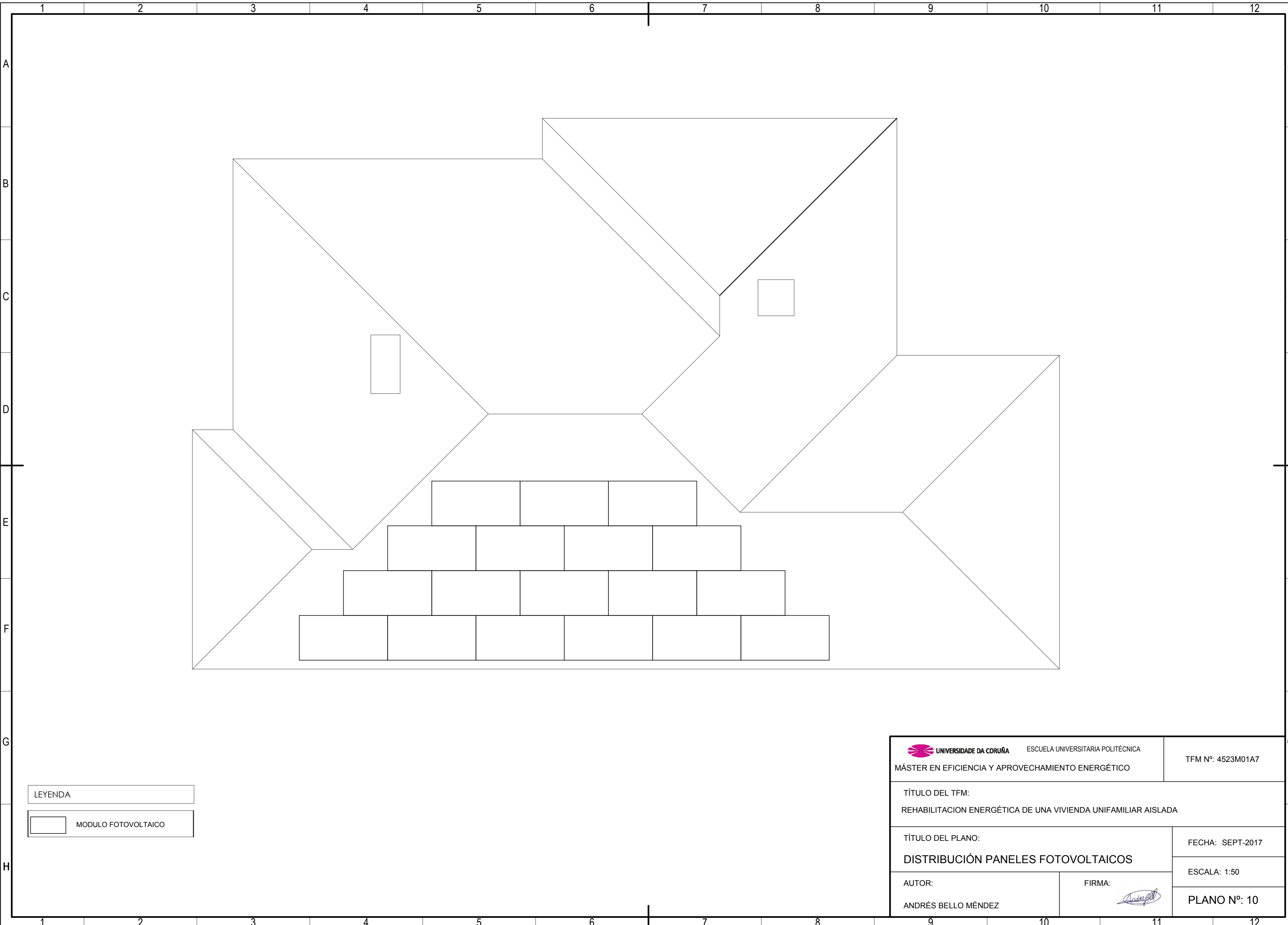
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFM Nº: 4523M01A7
MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO		
TÍTULO DEL TFM: REHABILITACION DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA		
TÍTULO DEL PLANO: ALZADO SURESTE / ALZADO NOROESTE		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS BELLO MÉNDEZ		ESCALA: 1:100
FIRMA: 		PLANO Nº: 07



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFM Nº: 4523M01A7
MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO		
TÍTULO DEL TFM: REHABILITACION ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA		
TÍTULO DEL PLANO: SECCIÓN A-A		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS BELLO MÉNDEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 08



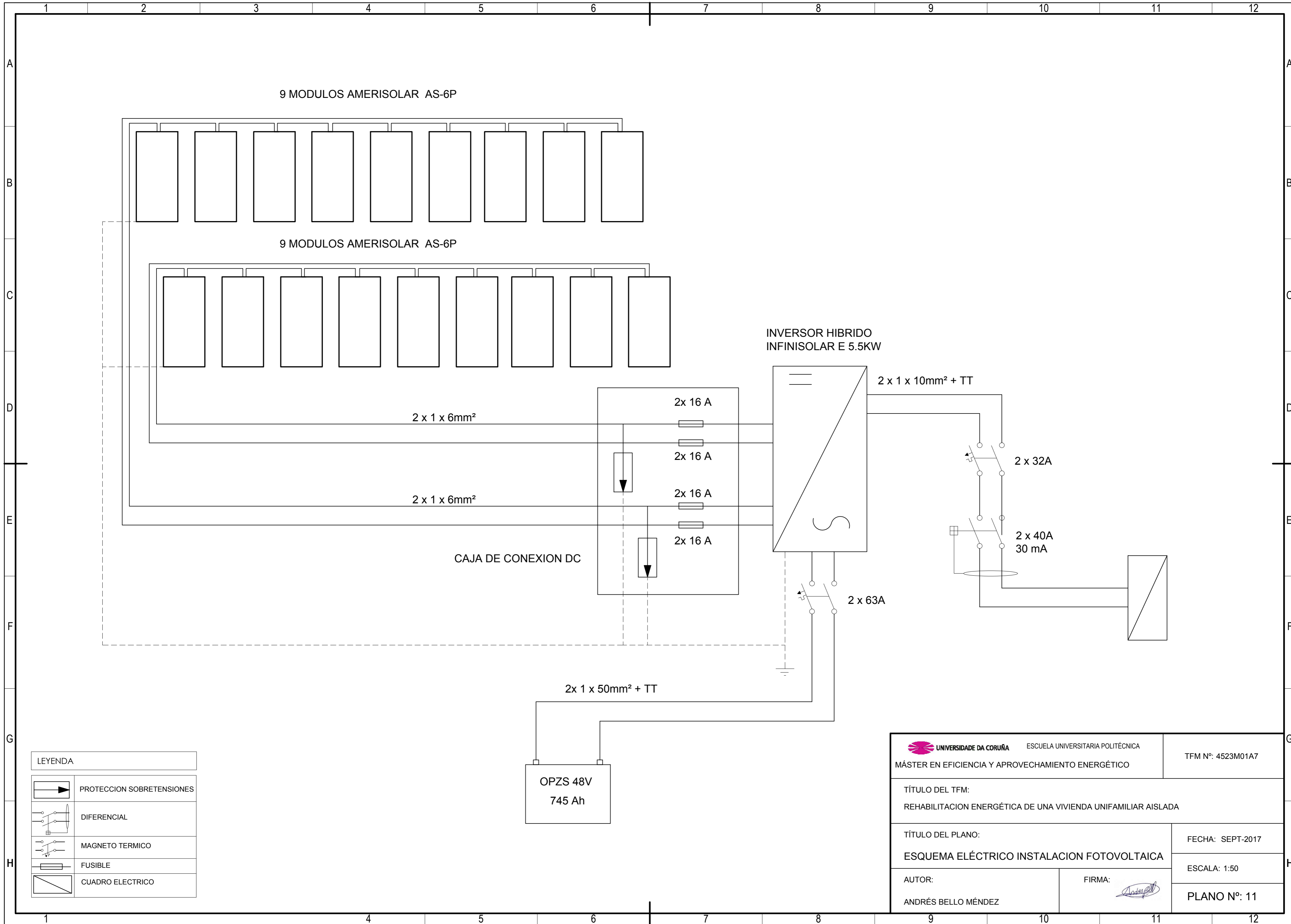
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFM Nº: 4523M01A7
MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO		
TÍTULO DEL TFM: REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA		
TÍTULO DEL PLANO: SECCIÓN B-B / SECCIÓN C-C		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS BELLO MÉNDEZ		ESCALA: 1:100
FIRMA: 		PLANO Nº: 09



LEYENDA

 MODULO FOTOVOLTAICO

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFM Nº: 4523M01A7
MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO		
TÍTULO DEL TFM: REHABILITACION ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA		
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN PANELES FOTOVOLTAICOS		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS BELLO MÉNDEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 10



9 MODULOS AMERISOLAR AS-6P

9 MODULOS AMERISOLAR AS-6P

INVERSOR HIBRIDO
INFINISOLAR E 5.5KW

2 x 1 x 6mm²

2 x 1 x 6mm²

CAJA DE CONEXION DC

2x 16 A

2x 16 A

2x 16 A

2x 16 A

2 x 1 x 10mm² + TT

2 x 32A

2 x 40A
30 mA

2 x 63A

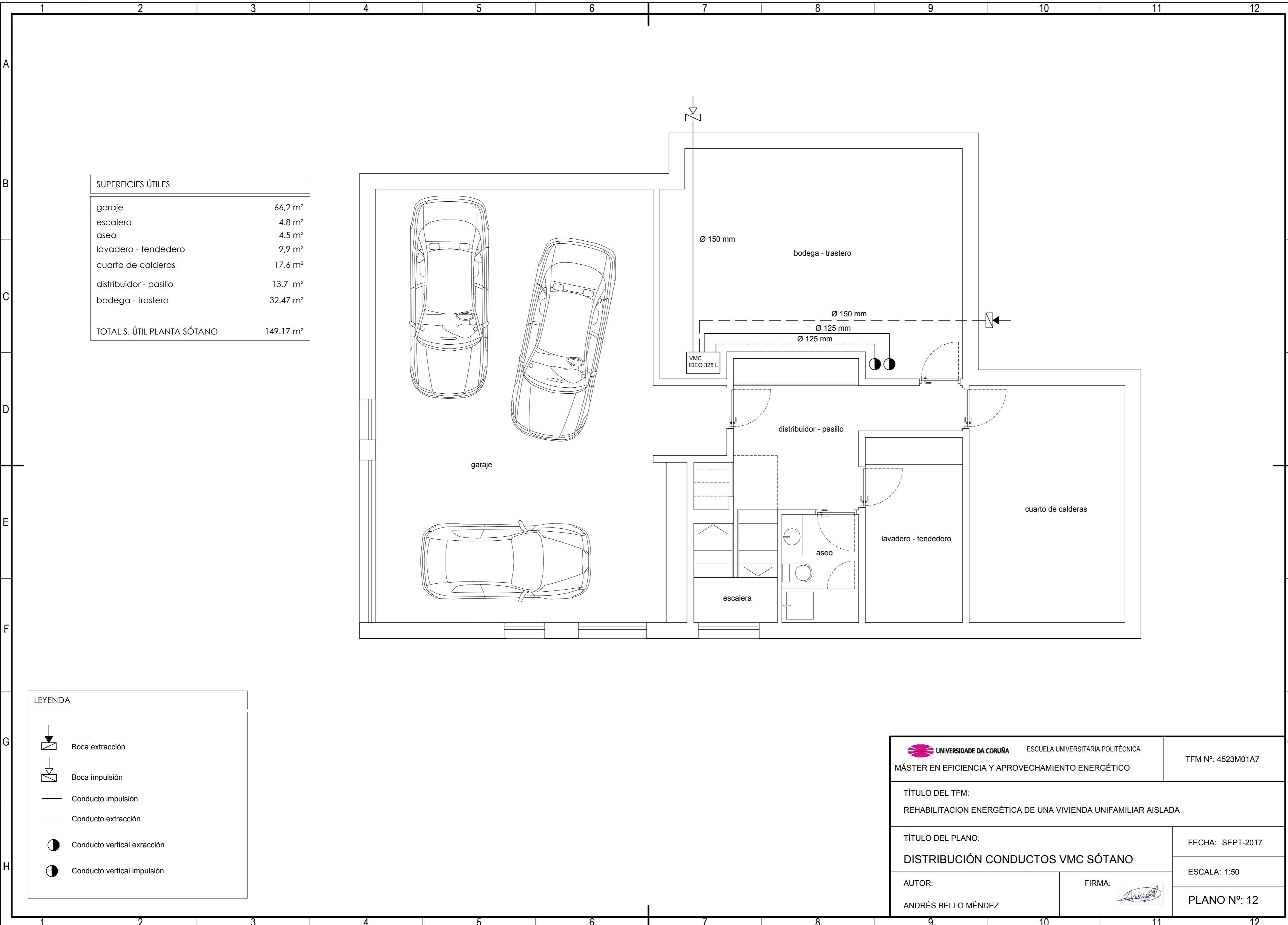
2 x 1 x 50mm² + TT

OPZS 48V
745 Ah

LEYENDA

	PROTECCION SOBRETENSIONES
	DIFERENCIAL
	MAGNETO TERMICO
	FUSIBLE
	CUADRO ELECTRICO

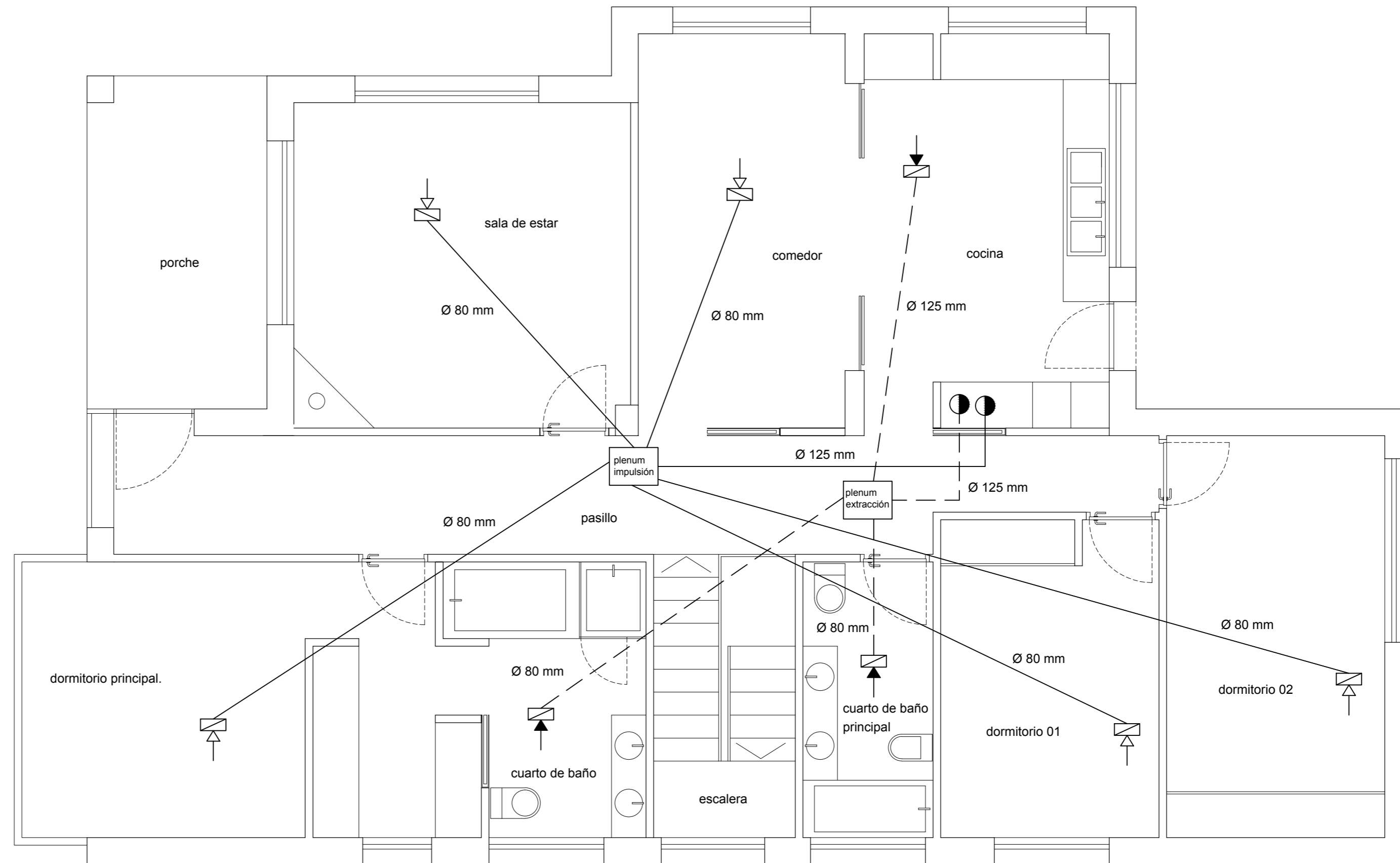
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFM Nº: 4523M01A7
MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO		
TÍTULO DEL TFM: REHABILITACION ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA		
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA ELÉCTRICO INSTALACION FOTOVOLTAICA		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS BELLO MÉNDEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA:		PLANO Nº: 11



SUPERFICIES ÚTILES	
garaje	66,2 m ²
escalera	4,8 m ²
aseo	4,5 m ²
lavadero - tendedero	9,9 m ²
cuarto de calderas	17,6 m ²
distribuidor - pasillo	13,7 m ²
bodega - trastero	32,47 m ²
TOTAL S. ÚTIL PLANTA SÓTANO	149,17 m²

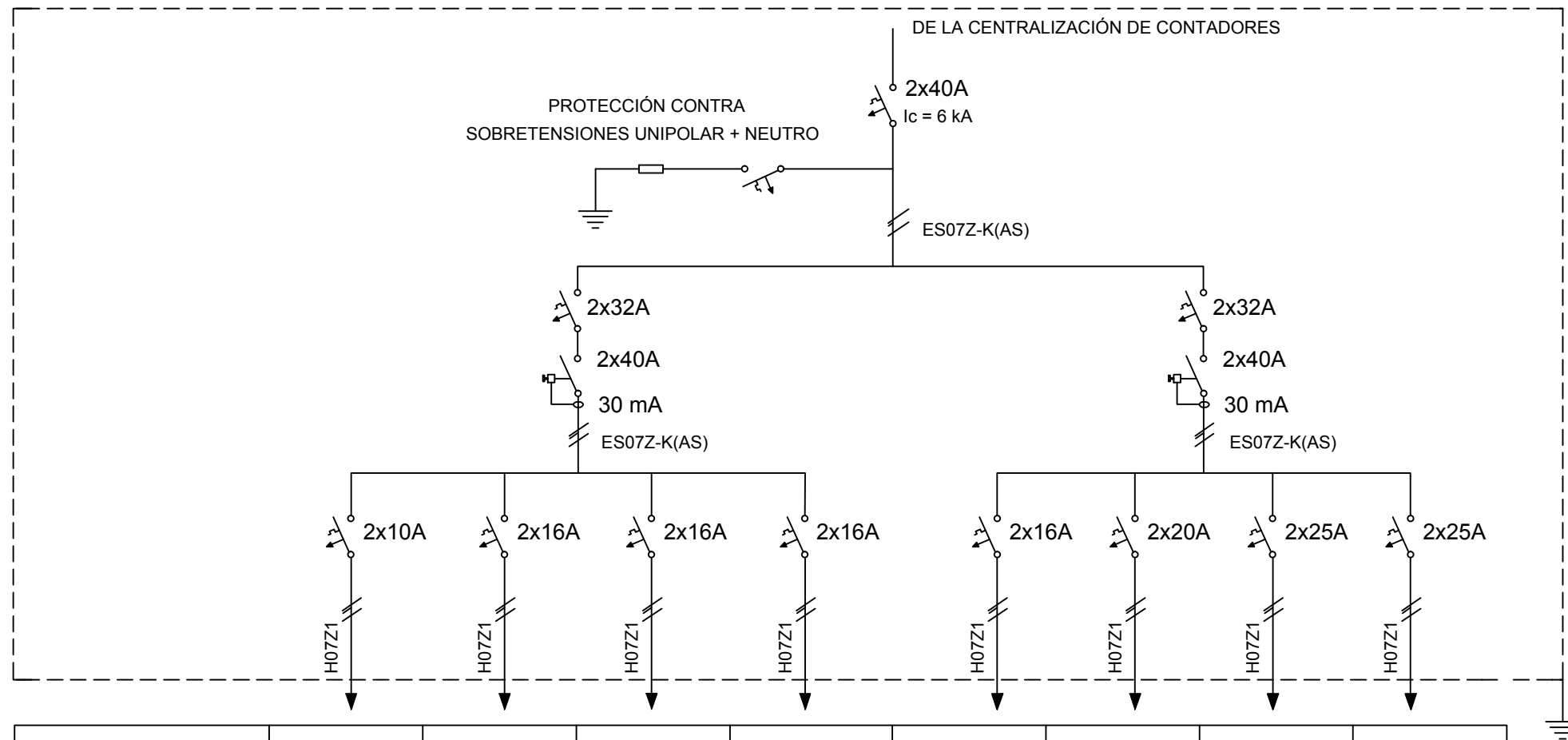
LEYENDA	
	Boca extracción
	Boca impulsión
	Conducto impulsión
	Conducto extracción
	Conducto vertical extracción
	Conducto vertical impulsión

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFM Nº: 4523M01A7
MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO		
TÍTULO DEL TFM: REHABILITACION ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA		
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN CONDUCTOS VMC SÓTANO		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS BELLO MÉNDEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA:		PLANO Nº: 12



LEYENDA	
	Boca extracción
	Boca impulsión
	Conducto impulsión
	Conducto extracción
	Conducto vertical extracción
	Conducto vertical impulsión

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFM Nº: 4523M01A7
MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO		
TÍTULO DEL TFM: REHABILITACION ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA		
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN CONDUCTOS VMC PLANTA BAJA		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS BELLO MÉNDEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 13



C.G.D. VIVIENDA TIPO	ALUMBRADO	TOMAS DE USO GENERAL.	TRASTERO	TOMAS DE BAÑO Y AUXILIAR DE COCINA	TOMAS DE USO GENERAL.	LAVADORA Y LAVAVAJ.	COCINA Y HORNO	SECADORA
SECCIÓN CONDUCTORES	2(1x1.5mm ² TT)	2(1x2.5mm ² TT)	2(1x1.5mm ² TT)	2(1x4mm ² TT)	2(1x2.5mm ² TT)	2(1x4mm ² TT)	2(1x6mm ² TT)	2(1x6mm ² TT)
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	25 mm	25 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	13 A	17.5 A	17.5 A	17.5 A	17.5 A	23 A	30 A	30 A
INTENSIDAD NOMINAL	7.17 A	8.8 A	8.8 A	16 A	8 A	19.8 A	9.38 A	12 A
CAÍDA DE TENSIÓN	1.43 %	1.18 %	2.43 %	1.67 %	1.08 %	2.22 %	0.84 %	1.34 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	16 m	18 m	37 m	14 m	18 m	15 m	12 m	12 m
NOMBRE DEL CIRCUITO	C1	C2		C5	C7	C4	C3	C10

LEYENDA		
	NOTA II: Cada vivienda está conectada a una única fase alternada R, S y T	ES07Z-K(AS): Cableado de cuadros
NOTA: Todos los elementos con curva tipo C	NOTA III: No se prevé la instalación de I.C.P. debido a que su función la ejerce el contador digital.	H07Z1: Cableado en instalaciones fijas

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO		TFM Nº: 4523M01A7
TÍTULO DEL TFM: REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA VIVIENDA		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS BELLO MÉNDEZ		ESCALA: S/E
FIRMA: 		PLANO Nº: 14

TÍTULO: **REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA**

PLIEGO DE CONDICIONES

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **ANDRÉS BELLO MÉNDEZ**

Fdo.:

ÍNDICE

5.1 OBJETO.....	2
5.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	4
5.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS.....	7
5.4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	19

5.1 OBJETO

5.1.1 OBJETO DEL PRESENTE PLIEGO

El pliego de condiciones se define como el documento que especifica las condiciones técnico-facultativas para la ejecución de las obras, determinando con carácter general las obligaciones de las partes que intervienen en el proceso de ejecución de las obras de las instalaciones objeto del presente trabajo. El pliego de condiciones generales define con un carácter genérico los aspectos de las obras y las relaciones habituales entre sus agentes.

Este pliego de condiciones tiene por objeto determinar las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las actividades de montaje de las instalaciones objeto del trabajo. Se refieren al suministro y colocación de los materiales necesarios en la instalación, fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que correspondan según el contrato y legislación aplicables a la propiedad, el contratista, sus técnicos y encargados y los servicios a ella vinculados, así como las relaciones entre todos ellos, y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del Contrato de Obras.

5.1.2 DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA.

Integran el Contrato los siguientes documentos relacionados por orden de relación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- 1) Las condiciones fijadas en el propio documento de Contrato de empresa o arrendamiento de Obra, si existiera.
- 2) El Pliego de Condiciones Particulares.
- 3) Pliego General de Condiciones.
- 4) Los precios de las Unidades de Obra.
- 5) Los planos.
- 6) La memoria, en cuanto a la definición de materiales y calidades.

En las Obras que lo requieran, también formarán parte el Estudio de Seguridad y Salud, y el Anexo de Control de Calidad de la Edificación. Deberá incluir las

condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de Control de Calidad, si la Obra lo requiriese.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de la Obra se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

5.1.3 COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN ENTRE DICHOS DOCUMENTOS.

En caso de contradicciones e incompatibilidades entre los documentos del presente trabajo se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los planos tienen prelación sobre los demás documentos del trabajo en lo que a dimensionado se refiere, en caso de incompatibilidad entre los mismos.
- El pliego de condiciones técnicas tiene prelación sobre los demás en lo que se refiere a materiales a emplear, ejecución, medición y valoración de las obras.
- El presupuesto general tiene prelación sobre las diferentes partidas o presupuestos parciales.

En cualquier caso, los documentos del trabajo tienen preferencia respecto a pliegos de condiciones generales que se mencionan en los diferentes apartados de este pliego.

Lo mencionado en los pliegos de condiciones particulares y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté perfectamente definida en uno u otro documento y aquella tenga precio en el presupuesto.

Las omisiones en planos y pliego de condiciones, o las descripciones erróneas en los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los planos y pliego de condiciones técnicas, o que, por su uso y costumbre deben ser realizados, no solo no exime al contratista de la obligación de ejecutar estos, sino que por el contrario deberán ser ejecutados

como si hubiesen sido completa y correctamente especificados en los planos y pliego de condiciones.

5.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

5.2.1 DISPOSICIONES GENERALES

El propietario es la Escuela Universitaria Politécnica de Ferrol que ha encomendado este Trabajo fin de Máster a Andrés Bello Méndez.

- Las instalaciones a realizar son descritas en la memoria y deberán ser ejecutadas de acuerdo con los planos adjuntos.
- La ejecución del trabajo se encomendará a contratistas e instaladores debidamente autorizados, quienes acreditarán tal circunstancia y serán responsables a todos los efectos de los hechos que pudieran derivarse del incumplimiento de estas condiciones.
- El replanteo de las instalaciones deberá realizarse en presencia del director de las mismas, a quien el contratista podrá exigir el levantamiento del acta correspondiente, siendo el contratista responsable de las circunstancias que pudieran derivarse del incumplimiento de las mismas.
- El contratista será el responsable del fiel cumplimiento de las normas relativas a todo tipo de pruebas en depósitos, dispositivos, instrumentos de control y dispondrá de los medios oportunos para que las mismas puedan realizarse en presencia de los Técnicos de los Organismos Oficiales o de la Dirección de las Obras.
- El contratista es responsable de la instalación para que ha sido contratado. No tendrá derecho a indemnización alguna por el mayor precio que pudiera costar ni las erradas maniobras que se cometieran durante el montaje, siendo toda esto de su cuenta y riesgo e independiente de la dirección técnica.
- El contratista se hace responsable del cumplimiento de la vigente normativa sobre Seguridad y Salud, así como de las medidas complementarias que sobre la misma puede introducir la dirección técnica, siendo responsable de los accidentes que sobrevinieran tanto al personal como a terceros, tanto durante su ejecución como durante las pruebas.

- El contratista proporcionará por su cuenta tanto el personal auxiliar como los útiles y herramientas necesarias para la realización de las pruebas oficiales o que la dirección técnica estime oportunas, corriendo por su cuenta los gastos que pudieran ocasionar dichas pruebas.
- Si durante el montaje de la Obra, el Director Técnico considerase necesario introducir modificaciones en el trabajo, el instalador queda obligado a realizarlas siempre y cuando el aumento y disminución en la instalación no suponga más del 25% del total contratado, abonándose o cargándose la parte que resulte con arreglo a los precios del trabajo. Si figurasen partidas de otra clase, cuyo precio unitario no figure en el trabajo, éste se estipulará previamente entre el contratista y el propietario; de no hacerlo así, se dejará a juicio de la dirección técnica.
- Las dudas que pudieran surgir sobre el trabajo y contrato de instalación, serán resueltas por la dirección técnica, así como sobre la interpretación de planos, debiendo el contratista someterse a lo que ésta decida.
- La dirección técnica podrá rechazar cualquier instalación que considere defectuosa, estando obligado el contratista a desmontarla y volver a ejecutarla sin derecho a indemnización.
- Si el contratista se negase a seguir las instrucciones de la Dirección Técnica o las ejecutase a velocidad inadecuada en un plazo máximo a juicio de ésta, será apercibido, y si en el plazo de 48 horas no modificase su actitud, el Director Técnico levantará acta de tal circunstancia y si en un plazo de 72 horas el contratista persistiese, el Director Técnico levantará nueva acta quedando a partir de dicho momento el contrato entre el propietario y el contratista rescindido sin que éste último tenga derecho a ningún tipo de indemnización.
- En caso de rescisión del contrato por la persistencia de las condiciones indicadas del presente pliego de condiciones, las cantidades que el contratista tiene derecho a percibir por parte de obra realizada las determinaría el buen juicio de la dirección técnica.

5.2.2 CONTRATOS

- Se extenderá entre el propietario y el contratista o en su caso con el instalador cuando competiese, contrato con el que se especifiquen plazos de ejecución y formas de cobro, pero entendiéndose que cualquier posible contradicción entre dicho contrato y el presente Pliego de Condiciones se resolverá dando absoluta prioridad al Pliego de Condiciones.
- El presente Pliego de Condiciones es de obligado cumplimiento tanto por la parte de la Dirección Técnica como del instalador, así como de la propiedad, sin que ninguno de ellos pueda alegar desconocimiento del mismo.

5.2.3 SEGUROS

- Además de los seguros obligatorios, antes del comienzo de la obra y para toda la duración de ésta, incluido el período de garantía, el contratista deberá contratar una póliza a todo riesgo de la obra e instalación por el valor total de la misma, complementada con una garantía de responsabilidad civil de un mínimo de 150.000 €.
- El contratista someterá a la aprobación de la Dirección Técnica el empleo de cualquier material fundamental o accesorio, sin cuya aprobación no podrá emplearse.
- El contratista queda obligado a encargar la realización de los análisis o ensayos indicados por la Dirección Técnica en los laboratorios que ésta especifique, corriendo el coste de los mismos por la cuenta del contratista siempre que no sobrepase el 1,5 % del total del presupuesto. De sobrepasarlo, la diferencia será abonada por el propietario.
- Los instrumentos de protección y control, conducciones, mecanismos y en general cualquier elemento de que consten las instalaciones, responderán a las características exigidas por los vigentes reglamentos, o en su defecto a Normas de Institutos u Organismos normalmente reconocidos por la Dirección Técnica.

5.2.4 GARANTÍAS

El contratista, por la parte que le corresponda, garantizará completamente la instalación durante un (2) años, comprometiéndose a su reparación y/o reposición sin ningún derecho a recepción.

5.2.5 RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

- Se considerará recibida la instalación cuando los Organismos competentes den su aprobación y la Dirección Técnica los admita en todos sus extremos.
- Aunque la inspección de los Organismos competentes pueda dar por aprobada la instalación, ésta no se considerará recibida sin la aprobación expresa de la Dirección Técnica, quien extenderá el correspondiente certificado, que será visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales.
- Una vez recibida la instalación, el contratista tendrá derecho a percibir el importe total de la misma en la forma especificada en el contrato, pero el propietario tendrá derecho a retener hasta un 10% durante el año de garantía que empezará a contar desde la fecha del visado del certificado. Una vez transcurrido dicho plazo y en un tiempo máximo de diez días, el contratista deberá percibir la cantidad pendiente.

5.2.6 FINAL

Todo lo expuesto en el pliego de condiciones generales será de obligado cumplimiento.

5.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS.

5.3.1 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

Toda la Obra se ejecutará con estricta sujeción al Trabajo que sirve de base a la Contrata, a este Pliego de Condiciones y a las órdenes e instrucciones que se dicten por el Director Técnico o ayudantes delegados. El orden de los trabajos será fijado por ellos, señalándose los plazos prudenciales para la buena marcha de las Obras. A estos efectos, el contratista entregará un Plan de Trabajo valorado mensualmente antes de una semana tras la firma del acta de replanteo.

El contratista habilitará por su cuenta los caminos, vías de acceso, etc., así como una caseta en la Obra donde figuren en las debidas condiciones los documentos esenciales del Trabajo, para poder ser examinados en cualquier momento. Igualmente permanecerá en la Obra bajo custodia del contratista un “Libro de órdenes”, para cuando lo juzgue conveniente la Dirección, dictar las que hayan de extenderse y firmarse el “enterado” de las mismas por el Jefe de Obra.

El hecho de que en dicho Libro no figuren redactadas las órdenes que preceptorilmente tiene la obligación de cumplir el contratista no supone eximente ni atenuante alguno para las responsabilidades que sean inherentes al contratista.

Por la Contrata se facilitarán todos los medios auxiliares que se precisen, y locales para almacenes adecuados, pudiendo adquirir los materiales dentro de las condiciones exigidas en el lugar y sitio que tenga por conveniente, pero reservándose el propietario, siempre por sí o por intermedio de sus técnicos, el derecho de comprobar que el contratista ha cumplido sus compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, e igualmente, en lo relativo a las cargas en material social y obligaciones tributarias, especialmente al aprobar las liquidaciones o recepciones de Obras.

La Dirección Técnica con cualquier parte de la Obra ejecutada que no esté de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones o con las instrucciones dadas durante su marcha, podrá ordenar su inmediata demolición o su sustitución a costa del contratista, hasta quedar, a su juicio, en las debidas condiciones, o alternativamente, aceptar la Obra con la depreciación que estime oportuna en su valoración.

Igualmente se obliga a la Contrata a demoler aquellas partes en que se sospeche la existencia de vicios ocultos, aunque se hubiesen recibido provisionalmente. En el caso de que se comprobase la no existencia de estos vicios, la Propiedad correría con los gastos de la demolición. En caso contrario, la Contrata deberá corregir las disconformidades, corriendo por su cuenta los gastos.

Son obligaciones generales del contratista las siguientes:

- Verificar las operaciones de replanteo y nivelación, previa entrega de las referencias por la Dirección de la Obra.
- Firmar las actas de replanteo y recepciones.

- Presenciar las operaciones de medición, certificaciones y liquidaciones, haciendo las observaciones que estime justas, sin perjuicio del derecho que le asiste para examinar y comprobar dichas certificaciones y liquidaciones.
- Ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las Obras, aunque no esté expresamente estipulado en este Pliego.

El contratista no podrá subcontratar la Obra total o parcialmente, sin autorización escrita de la Dirección, no reconociéndose otra personalidad que la del contratista o su apoderado. En todo caso, queda prohibida la subcontratación.

El contratista se obliga, asimismo, a tomar a su cargo el personal necesario a juicio de la Dirección Facultativa, dentro de las necesidades para la buena marcha de las Obras y el cumplimiento de los plazos.

El contratista no podrá, sin previo aviso, y sin consentimiento de la Propiedad y Dirección Facultativa, ceder ni traspasar sus derechos y obligaciones a otra persona o entidad.

5.3.2 OBLIGACIONES DE LOS OPERARIOS

El contratista empleará en los trabajos operarios de aptitud reconocida en las diversas ramas de la construcción, asegurándolos según la legislación vigente, considerando al contratista como patrono en los casos de aplicación de la misma.

También correrá por su cuenta el pago de las cantidades que corresponda por la aplicación de las disposiciones sobre las obras, seguro de enfermedad, pluses y todas las disposiciones de carácter oficial vigentes en el día de la fecha.

5.3.3 MEDIOS AUXILIARES E IMPUESTOS

Correrán por cuenta del contratista de todos los jornales y materiales, la totalidad de los medios auxiliares empleados en la construcción industrial y el impuesto industrial.

5.3.4 MATERIALES

Todos los materiales que se empleen en la obra serán de buena calidad y en todo caso, antes de la utilización de los mismos, merecerán la aprobación de la Dirección Técnica, que rechazará aquellos que no le satisfagan o no se ajusten a las condiciones en que debe realizarse la Obra. La vigilancia y conservación de los materiales será por cuenta del contratista.

5.3.5 AUMENTO O DISMINUCIÓN DE LAS OBRAS DEL CONTRATO

El Propietario de la obra, de acuerdo con la Dirección Técnica, se reserva el derecho de aumentar o eliminar el número o clase de unidades que le convenga, sin que por ellos pueda reclamar el contratista, siempre que su importe no exceda del 25% del valor de la contrata.

El precio de las obras aumentadas o disminuidas se fijará de acuerdo con la Dirección Técnica. El mismo criterio se ajustará al posible aumento del plazo de ejecución en el caso de que sea menor de 30 días, en caso contrario se deberá contar con la aprobación del contratista.

5.3.6 SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concretar con terceros la realización de determinadas unidades de obra. La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito a la Dirección Técnica de la Obra, del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de la Obra a

realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquel lo autorice previamente.

- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50% del presupuesto total de la Obra principal.

En cualquier caso, el contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al contratista a ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.

5.3.7 SEGURO DE INCENDIOS

Queda obligado el contratista a asegurar las obras contra incendios, siendo el único responsable ante cualquier infortunio que pueda ocurrir. En caso de que ocurra algún siniestro, se volverán a contar las cantidades que se entreguen al contratista a partir de esta cifra en sucesivas liquidaciones parciales.

5.3.8 PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El contratista deberá dar comienzo a las Obras dentro de los quince días siguientes a la fecha de la adjudicación definitiva a su favor, dando cuenta de oficio a la Dirección Técnica, del día que se propone inaugurar los trabajos, quien acusará recibo, intervalo en el que se habrá firmado Acta de Replanteo, comenzando el plazo al día siguiente.

Las Obras deberán quedar total y absolutamente terminadas en el plazo que se fije en el Contrato. No se considerará motivo de demora de las Obras la posible falta de mano de obra o dificultades en la entrega de los materiales, ni los cambios por la Dirección Facultativa.

5.3.9 SANCIONES POR RETRASO DE LAS OBRAS

Si el contratista, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas las Obras y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio dentro del plazo previsto en el artículo correspondiente del contrato, la Propiedad oyendo el parecer de la Dirección Técnica, podrá reducir de las liquidaciones,

fianzas o emolumentos de todas clases que tuviese en su poder las cantidades establecidas según las cláusulas del Contrato privado entre Propiedad y Contrata.

5.3.10 CESIÓN DE TRASPASO

El contratista no podrá traspasar sus derechos a otra persona sin el consentimiento del propietario y de acuerdo con la Dirección de Obra, bastando su retirada de la obra, cualesquiera que sean las causas que lo motiven, para la rescisión del contrato.

5.3.11 ATRIBUCIONES DE LA DIRECCIÓN DE OBRA

El contratista deberá someterse a sus decisiones, ejecutando sin demora las órdenes que de ella reciba. Podrá reconocer las obras siempre que lo estime necesario, por lo cual se le facilitará el libre acceso a todos los puntos de la misma.

5.3.12 DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA

El presente Pliego estará complementado por las condiciones económicas que puedan fijarse en las condiciones del concurso, bases de ejecución de las obras o en el contrato de escritura. Las condiciones de este pliego serán preceptivas en tanto no sean anuladas o modificadas en forma expresa por los anuncios, bases, contrato o escritura antes citada.

5.3.13 LIQUIDACIONES PARCIALES

Los pagos de la obra se ejecutarán en virtud de las especificaciones exigidas por la Dirección Técnica, las cuales se presentarán por triplicado. El pago de las cuentas derivas de las liquidaciones parciales tendrán carácter provisional y a buena cuenta, quedando sujeta a las certificaciones y variaciones que produzcan la liquidación y consiguiente cuenta final. Estas liquidaciones serán sin incluir los materiales acopiados, dejando un tanto por ciento de garantía para responder del cumplimiento del contrato, realizándolo mensualmente.

5.3.14 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras y en el plazo de los 15 días siguientes a la petición del contratista, se reconocerán por la Dirección Técnica y, de hallarse ejecutadas

de acuerdo por el contrato se procederá a recibirlas provisionalmente, extendiéndose el acta correspondiente que suscribirá el contratista, el propietario y la Dirección Técnica.

El acta será firmada por la Dirección Técnica y por el representante del contratista, dándose la Obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Trabajo correspondiente, comenzando en este momento a contar el plazo de garantía.

De no hallarse las obras realizadas según el contrato se hará constar así en acta y se dará al contratista las precisas y detalladas para remediar los defectos observados y fijándose un plazo de ejecución. Las obras de reparación serán por cuenta del contratista. Expirado dicho plazo se procederá de nuevo al reconocimiento de la obra de reparación y una vez subsanados los defectos, se procederá a la recepción provisional. Si el contratista no cumplierse estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato, con la pérdida de la fianza.

5.3.15 PLAZO DE GARANTÍA DE LAS OBRAS

A partir de la fecha en que las obras se reciban provisionalmente, se contará el plazo de garantía que será de un (2) años.

Durante este periodo el contratista queda obligado a reparar por su cuenta todos los desperfectos o defectos que se encontraran y fueran debidos a construcción defectuosa o mala calidad de los materiales.

Para responder de esta obligación quedará retenido por el propietario el 10% de la contrata citada en el artículo anterior. La responsabilidad que se exige al contratista mediante este artículo, no exime de las que se establecen en las Leyes Generales.

5.3.16 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Una vez concluido el plazo de garantía, se reconocerán de nuevo las obras y, de hallarse en buen estado, se recibirán definitivamente con las formalidades de la recepción provisional. Si en el reconocimiento se observasen defectos en la construcción (no están en condiciones de ser recibidas), el contratista ejecutará las que la Dirección Técnica considere necesarias, a fin de dejarlas con arreglo al

contrato, verificándose éstas con cargo a las fianzas, en caso de no aceptar el contratista a subsanar los defectos que se le hubieran ordenado o en caso de retrasarse en su ejecución.

Concluidas las obras ordenadas por la Dirección Técnica, se procederá a la recepción definitiva de la misma, alzando la responsabilidad al contratista y entregándole la cantidad que ha servido de garantía, o lo que reste de ella, si hubo necesidad de realizar obras con cargo a la misma.

5.3.17 LIBRO DE ÓRDENES

El Director Técnico llevará un “Libro de órdenes” en el que se anotarán las órdenes que dicte al contratista. Dichas órdenes serán firmadas por ambas partes, quedando la matriz en el libro y entregando la copia al contratista. No obstante, el Director de la Obra podrá dar órdenes verbales, que serán igualmente de obligado cumplimiento si el contratista no exige que le sean dictadas por escrito.

A estos efectos existirá en las oficinas de las Obras, un Libro de órdenes en el que quedarán escritas, por parte de la Dirección Facultativa, todas las órdenes que se precisen para la buena ejecución de los trabajos. El cumplimiento de estas órdenes expresadas en el libro citado, es tan obligatorio para la empresa instaladora como las que figuran en el Contrato.

5.3.18 DATOS DE LA OBRA

Se entregará al contratista una copia de los Planos y Pliego de Condiciones, así como cuantos datos necesite para la compleja ejecución de la Obra.

El contratista podrá tomar copia o sacar nota, a su costa, de todos los documentos del Trabajo, haciéndose responsable de la buena conservación de los documentos originales, que serán devueltos al Director Técnico después de su utilización.

Tras la finalización de los trabajos, y en el plazo máximo de 2 meses, el contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos originales, de acuerdo con las características de la Obra terminada, entregando al Director Técnico dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por parte del contratista alteraciones, correcciones, comisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa y por escrito del Director Técnico.

5.3.19 TRABAJOS NO PREVISTOS

Cuando el Director de Obra juzgue necesario ejecutar Obras no previstas o modificar el origen de los materiales indicados en el Contrato, se fijarán los precios contradictorios correspondientes, teniendo en cuenta los del Contrato, o por asimilación, los de las Obras semejantes, pero siempre basándolos en las mismas condiciones económicas que las del Contrato.

A falta de mutuo acuerdo, y en espera de la solución de las discrepancias se liquidará provisionalmente al adjudicatario sobre la base de los precios fijados por el Director de Obra.

En caso de que las Obras no previstas sean por un valor superior al 20 % del

Presupuesto, la Contrata puede rechazar hacerlos.

5.3.20 FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El contratista proporcionará al Ingeniero Técnico Director o a subalternos o delegados toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos y pruebas de materiales, así como para la inspección de la mano de obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a talleres y fábricas donde se produzcan o realicen los trabajos para las obras.

5.3.21 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se aportará, para la tramitación de este trabajo ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- 1) Autorización administrativa.
- 2) Trabajo, suscrito por Técnico competente.
- 3) Certificado de dirección de obra.

- 4) Contrato de mantenimiento.
- 5) Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

5.3.22 RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDADES CON EL PÚBLICO

El contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la expropiación de las zonas ubicadas de las obra.

Será responsable el contratista, hasta la recepción definitiva, de los daños y perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de los actos, comisiones o negligencia del personal a su cargo o de una deficiente organización de obras.

El contratista será responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras y deberá dar cuenta inmediata de los hallazgos al Director y colocarlos bajo su custodia, estando obligado a solicitar de los organismos y empresas existentes en la ciudad, la información referente a las instalaciones subterráneas que pudieran ser dañadas por las obras.

También estará obligado al cumplimiento de lo establecido en la Ley de Contrato de Trabajo, en las Reglamentaciones de Trabajo y Disposiciones Regulatoras de los Seguros Sociales y de Accidentes.

5.3.23 DOCUMENTOS QUE PUEDE RECLAMAR EL CONTRATISTA

El contratista podrá reclamar, a sus expensas, pero dentro de las oficinas de Ingeniero Técnico Director, sacar copias de los documentos del trabajo, cuyos originales le serán facilitados por el Ingeniero Técnico, el cual autorizará con su firma las copias, si así conviniese al contratista.

5.3.24 NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

Las obras del trabajo, además de lo prescrito en el presente Pliego de

Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos en que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- LOSEN (Ley de Ordenación del Sistema Eléctrico Español).
- Real Decreto 872/1982 sobre Tramitación de expedientes de solicitud de beneficios fiscales, financieros y económicos.
- Normativa de contratos de suministro de Energía Eléctrica.

5.3.25 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado anterior de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la contrata viene obligado a usar los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidas a reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si se estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que no son corregibles.

La Dirección Técnica de obra podrá exigir del contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente reconocida.

5.3.26 SEGURIDAD PÚBLICA

El contratista tomará las máximas precauciones en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo suyas las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El contratista mantendrá una póliza de seguros que lo proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., en que uno u otros pudieran incurrir para con el contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

5.3.27 RESCISIÓN DEL CONTRATO

El contratista no podrá rescindir el contrato, sino es por causa debidamente justificada, no pudiendo alegar ignorancia sobre precios, o alzas que se pudieran producir durante el curso de las obras. Puede, en cambio, prever estas alzas y adelantar al propietario las cantidades que de acuerdo con la Dirección de Obra se consideren, para el acopio de materiales que depositará el contratista para uso exclusivo de la obra.

El propietario podrá, por su parte, exigir la rescisión del contrato cuando considere y compruebe que el contratista de la obra ejecutada y del material existente en la obra no cumple debidamente lo estipulado, por incumplimiento de los plazos acordados o por cualquier otra causa imputable al contratista. En este caso se procederá a la tasación y abono al contratista de la obra ejecutada y del material existente en la obra, deduciendo de su valor el 20% en concepto de indemnización para resarcir de daños y perjuicios al propietario. La tasación la verificará el Ingeniero Técnico Industrial Director, y será inapelable. También puede el Ingeniero Técnico Director de la obra optar porque se incluyan los materiales acopiados que le resulten convenientes. Si el saldo de la liquidación efectuada resultase así negativo, responderán el primer término la fianza y después la maquinaria y medios auxiliares propiedad del contratista, quien en todo caso se compromete a saldar diferencias, si estas existiesen.

5.4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

5.4.1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones Técnicas determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las Obras de las instalaciones especificadas en el presente Trabajo.

5.4.2 CAMPO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones Técnicas se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en la ejecución de las Obras a realizar en una vivienda unifamiliar aislada.

5.4.3 CONDICIONES GENERALES

5.4.3.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los materiales a emplear en la presente Obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

5.4.3.2 PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser adoptado por la Dirección de las Obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

5.4.3.3 MATERIALES NO CONSIGNADOS EN EL TRABAJO

Los materiales no consignados en Trabajo que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

5.4.3.4 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

Todos los trabajos, incluidos en el presente Trabajo se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas de la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender Trabajos adicionales.

5.4.4 NORMAS

5.4.4.1 CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES

Los materiales, aparatos, máquinas, conjuntos y subconjuntos integrados en los circuitos de las instalaciones eléctricas deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifiquen en los distintos documentos que componen el Trabajo. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas, como son:

- Normas UNE.
- Normas NTE.
- Normas DIN.
- Normas establecidas por el Ministerio de Industria y Energía.
- Normas técnico-prácticas de la Compañía Suministradora de Energía.

Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad, aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica, que avale sus calidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Por parte del contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores las calidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos, sea solicitado informe sobre ellos a la Dirección Facultativa y al Organismo encargado del Control de Calidad.

El contratista será responsable del empleo de materiales que cumplan con las condiciones exigidas, siendo estas condiciones independientes con respecto al

nivel de control de calidad para aceptación de los mismos que se establece en el apartado de Especificaciones de Control de Calidad.

Aquellos materiales que no cumplan con las condiciones exigidas, deberán ser sustituidos, sea cual fuese la fase en que se encontrase la ejecución de la Obra, corriendo el Instalador Electricista con todos los gastos que ello ocasionase. En el supuesto de que por circunstancias diversas tal sustitución resultase inconveniente, a juicio de la Dirección Facultativa, se actuará sobre la devaluación económica del material en cuestión, con el criterio que marque la Dirección Facultativa y sin que el Instalador Electricista pueda plantear reclamación alguna.

5.4.4.2 IDENTIFICACIÓN, MARCAS Y HOMOLOGACIÓN

Los materiales y elementos utilizados en la construcción, montaje, reparación o reformas importantes de las instalaciones eléctricas de más de 1 kV, deberán estar señalizados con la información que determine la norma u homologación de aplicación correspondiente.

5.4.4.3 MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

El instalador electricista entregará un manual de instalaciones para el perfecto funcionamiento del cuadro general de distribución, así como de cada uno de los cuadros secundarios, en el que se especifique el uso de cada uno de los dispositivos que en dicho cuadro se han instalado.

Los propietarios de las instalaciones deberán presentar, antes de su puesta en marcha, un Contrato, suscrito con persona física o jurídica competente, en el que estas se hagan responsables de mantener las instalaciones en el debido estado de conservación y funcionamiento.

5.4.4.3.1.1 PUESTA A TIERRA

El conductor neutro se conectará a tierra en el centro de transformación, así como en otros puntos de la red, de un modo eficaz, de acuerdo con las instrucciones del Reglamento Electrotécnico par Baja Tensión y el Reglamento Técnico de Instalaciones de Alta Tensión.

5.4.4.3.1.2 MATERIALES

Los materiales empleados en la canalización serán aportados por el contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares. No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Los cables instalados serán los que figuran en el Trabajo y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

5.4.4.3.1.3 RECEPCIÓN DE OBRA

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra. En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la resistencia de las tomas a tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes. El Director de Obra contestará por escrito al contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

5.4.4.3.1.4 APERTURA DE ROZAS

Previamente a la apertura de las rozas las mismas deberán haber sido marcadas convenientemente, indicándose el número de tubos o anchura de las mismas, el trazado completo y la posición exacta de las cajas de derivación y de mecanismos. Para el marcado de las cajas se utilizará una plantilla apropiada, de forma que queden todas a la misma altura, en cada caso, y a la misma distancia de los marcos de las puertas, no se permitirán cajas desniveladas.

Las rozas se abrirán manualmente o con la ayuda de máquina procurando causar el mínimo desperfecto posible a los paramentos, y en ningún caso afectando a más de un tabique de los elementos cerámicos.

En las bovedillas, y cuando sea posible en los ladrillos, los tubos se introducirán por sus propios huecos, rompiéndose únicamente para la entrada y para la salida de los mismos. De ninguna manera se realizarán rozas o corte sobre los elementos estructurales o sobre las capas de compresión de los forjados. Cuando se prevea la necesidad de atravesar estructuras con canalizaciones se colocarán pasamuros adecuados, constituidos por tubos de acero de suficiente diámetro.

Una vez alojados los tubos y cajas en las rozas se recibirán con el mismo material a ser empleado en el enfoscado, para evitar que posteriormente aparezcan grietas, procurando fijarlos convenientemente. Especial atención se pondrá al recibido de las cajas, nivelándolas y aplomándolas teniendo en cuenta el espesor del revestimiento de paramento, para que luego queden enrasadas con él.

Cuando sea preciso pasar algún tubo por el suelo, se recibirá el mismo sobre la capa de compresión mediante un puente de mortero de cemento con altura tal que quede en el espesor de la capa nivelante del piso.

5.4.4.3.1.5 CONDUCTORES

De forma general los conductores a emplear en la instalación serán de cobre. Los conductores serán aislados, salvo casos de conductores de toma de tierra y excepciones referidas en el trabajo, cumpliendo con lo especificado en la norma UNE-21022 "Conductores de cables aislados". En general tendrán la clasificación de no propagadores de la llama.

El aislamiento de los conductores podrá ser termoplástico o termoestable, conforme se indique; para el caso de los de tensiones de 0,6/1 kV, la sección mínima a utilizar será de 1,5mm². En ningún caso se permitirán cambios en las secciones proyectadas, a no ser con la autorización escrita de la Dirección Técnica de Obra.

Los conductores se colocarán en tramos enteros desde el interruptor, cuadro o caja hasta el receptor, no estando autorizados empalmes ni cambios de secciones intermedios. Los conductores se dispondrán de forma que las curvas lo sean con radios amplios, siempre mayores a 10 veces el diámetro del mismo, evitando además que se formen cocas o que se deteriore el aislamiento.

En atmósferas o condiciones especiales se utilizarán los conductores que específicamente se detallen en el trabajo. Los conductores a emplear serán de fabricantes de reconocida solvencia técnica. Cuando exista duda sobre la calidad, el Director Técnico de Obra podrá solicitar los correspondientes certificados de homologación y sujeción a normas.

5.4.4.3.1.6 CANALIZACIONES

Se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m.
- El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3.
- Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una “T” de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o neutro.

A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:

- Pantallas de protección calorífica.
- Alejamiento suficiente de las fuentes de calor.
- Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir.
- Modificación del material aislante a emplear.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 m. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura de 2,50 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños metálicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo, separados entre sí 5 centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

También se deberán tener en cuenta las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar cubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1cm de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la Obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50cm como máximo, de suelos o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 cm.

5.4.4.3.1.7 CAJAS DE REGISTRO

Las cajas de registro mantendrán el mismo grado de protección exigible a la canalización a que pertenezcan. Sus dimensiones serán las suficientes para permitir la conexión de los tubos que a ellas acometan y para realizar con orden y comodidad las conexiones necesarias. En general serán de dimensión mínima de 80mm de diámetro o de lado por 40mm de profundidad.

Se instalarán perfectamente niveladas y en lugares que no presenten problemas para su posterior manipulación. Su fijación a los paramentos se llevará a cabo de manera que no se modifique su grado de estanqueidad.

Las cajas destinadas a instalaciones empotradas serán de materiales aislantes autoextinguibles dotadas de tapas blancas lisas con cierre mediante tornillos. Vendrán semitroqueladas y serán resistentes a las deformaciones para evitar que se arqueen sus paredes al recibirlas.

Las cajas aislantes para montaje en superficie serán de PVC o material similar, con protección contra los efectos de la intemperie (principalmente de radiación ultravioleta) cuando vayan a ser instaladas en el exterior. En general mantendrán el mismo grado de protección global exigido a la canalización, con un mínimo IP-443.

Para mayores estanqueidades se hará uso de cajas ciegas, realizando el troquelado necesario, haciendo los empalmes mediante racores o prensaestopas adecuados.

En las canalizaciones de acero, las cajas a utilizar serán de dicho material o fundición de aluminio, en cualquier caso manteniendo el mismo grado de protección global exigible a la canalización a la que pertenecen. Estas cajas vendrán con salidas previamente roscadas o en su defecto serán ciegas para su troquelado en

obra de acuerdo con las necesidades, para unión de los tubos mediante racores adecuados. En cualquier caso las cajas vendrán con tratamiento contra la corrosión, acorde con la agresividad de la atmósfera en la que vayan a estar situadas.

Las cajas para mecanismos serán las adecuadas a cada tipo de los mismos, manteniendo el grado de protección exigible a la canalización. Las destinadas a elementos empotrados serán preferiblemente cuadradas del tipo universal enlazables en sus cuatro caras, dotadas de tornillos inoxidables.

5.4.4.3.1.8 BORNAS

En los empalmes, conexiones, derivaciones y salidas de cuadros de protección de algún porte, se utilizarán bornas adecuadas a cada situación o finalidad.

Para conexiones en cajas de derivación y pequeñas secciones (hasta 10mm²) se utilizarán regletas de bornas de dos tornillos imperdibles ocultos en envolvente aislante transparente de polietileno o similar, adecuadas a la sección de los conductores y previstas para un mínimo de 16 A.

Para el mismo caso si bien en secciones de 16mm² o superiores se hará uso de bornas de cabeza hendida o bornas clic, atornillándose las mismas en ambos casos al fondo de la caja.

Para las salidas de cuadros se hará uso de bornas tipo Viking multirrail para una intensidad nominal mínima de 22 A. Otras conexiones especiales o de potencia se llevarán a efecto mediante bornas adecuadas a cada caso. En las conexiones de cobre con aluminio se hará uso siempre de bornas bimetálicas, con impregnación de pasta antioxidante.

5.4.4.3.1.9 MECANISMOS

Los interruptores, conmutadores, pulsadores, tomas de corriente, señalizadores, bien como las salidas de cables y otros elementos similares serán de la marca y modelo indicado en los presupuestos, siendo necesaria la autorización de la Dirección Técnica de Obra para proceder a su cambio.

Los elementos de accionamiento vendrán previstos como norma general, para una intensidad nominal de 10 A, llevando sistema de ruptura independiente de la acción del operador.

Las tomas de corriente estarán previstas para una intensidad nominal mínima de 16 A en las tomas monofásicas y de 32 A en las trifásicas, a no ser que se especifique lo contrario. Por lo general serán del sistema tipo Schuko, esto es, con toma de tierra por láminas laterales.

5.4.4.3.1.10 CUADROS Y ARMARIOS

Para el alojamiento de los elementos de protección y maniobra se hará uso de cuadros o armarios, optándose por unos u otros en función del grado de protección exigible a la instalación. Los mismos podrán ser aislantes o metálicos, siendo preferibles los primeros y dentro de ellos los de doble aislamiento, pero siempre de materiales autoextinguibles y con tratamiento adecuado al ambiente de instalación.

Cuando se trate de armarios metálicos serán de chapa de acero soldada eléctricamente, con tratamiento adecuado contra la corrosión mediante minios y pinturas epoxi, o similares, pudiendo ser de acero inoxidable.

En los cuadros, los aparatos de protección y maniobra se fijarán sobre carriles omega (DIN) sujetos al propio cuerpo, llevando un chasis protector para remate del conjunto y protección mediante puerta.

Los armarios contarán con placa de montaje, que podrá ser metálica o aislante, sobre la cual se dispondrán los carriles omega (DIN), los propios aparatos o los soportes de los mismos. El acceso a su interior se realizará por medio de una o varias puertas abisagradas que dejen al descubierto, prácticamente, la totalidad de la superficie interior.

En la puerta de los armarios podrán instalarse aparatos de medida o elementos de maniobra o señalización, pero siempre manteniendo el grado de protección exigible a la instalación.

Cuando los armarios vayan montados en superficie la entrada a los mismos de los tubos se realizará mediante racores adecuados. Los cuadros y armarios se

instalarán en locales de fácil acceso y libres de impedimentos que dificulten la manipulación en el interior.

5.4.4.3.1.11 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Los interruptores automáticos a instalar cumplirán con lo que se especifica en el trabajo en término de intensidad nominal, poder de corte, número de polos y curva de disparo. Salvo indicación en contrario serán magnetotérmicos, es decir con disparo magnético instantáneo para cortocircuito y disparo térmico de diferentes características para protección de sobrecargas.

Estos aparatos serán siempre de corte omipolar, con rearme y ruptura brusca independiente de la acción del operador. Exteriormente, serán de materiales aislantes con sus bornes protegidos, equivalentes a un IP-2.

En casos especiales podrán utilizarse interruptores dotados únicamente de disparo magnético. En interruptores de intensidades nominales superiores a 80 A, el corte térmico podrá ser regulable.

En general, no se aceptará que en una misma instalación se coloquen interruptores de más de un fabricante.

5.4.4.3.1.12 DIFERENCIALES

Los diferenciales a utilizar en la instalación serán los que se especifican en el trabajo, refiriéndose su intensidad nominal, su sensibilidad, número de polos y retardo, en caso de que exista.

Cuando se trate de intensidades superiores a los 63 A, o cuando las circunstancias así lo aconsejen podrán utilizarse transformadores toroidales con relés incorporados o no, actuantes sobre otros interruptores (bloque diferencial tipo VIGI), pudiendo ser de acción instantánea o retardada; en este último caso, cuando se incluyan otros aparatos instantáneos aguas abajo.

En todos los casos los diferenciales llevarán pulsador para prueba de su funcionamiento.

En general no se aceptará en una misma instalación se coloque diferenciales de más de un fabricante.

5.4.4.3.1.13 RESISTENCIA DE TIERRA

El contratista está obligado a efectuar la medición de la resistencia de la toma de tierra, comunicando el resultado a la Dirección Técnica de Obra, quien podrá solicitar una nueva medición en su presencia.

Caso que la resistencia supere el valor fijado en el trabajo deberán tomarse las medidas oportunas para su mejora o en la imposibilidad de ello, proceder a otras sustitutorias.

5.4.4.3.1.14 CALIDAD DE LA INSTALACIÓN

La Dirección Técnica de Obra podrá solicitar del contratista que proceda a comprobar niveles de tensión, aislamientos, resistencias de tierra u otros parámetros en diferentes puntos de la instalación.

Asimismo, podrá pedir la comprobación de los niveles de alumbrado y de los factores de uniformidad.

5.4.5 DISPOSICIÓN FINAL.

Si como consecuencia de rescisión o por otra causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios establecidos en el presupuesto, según desglose, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida en dicho presupuesto.

En ningún caso tendrá derecho el contratista a reclamación alguna, basada en la insuficiencia del presupuesto u omisión del coste de los elementos que constituyen los referidos precios.

La firma del contrato para la ejecución de las instalaciones cuyo trabajo incluya el presente Pliego de Condiciones, presupone la plena aceptación de todas y cada una de las cláusulas de que consta tanto el Pliego de Condiciones Generales como los Pliegos de Condiciones Facultativas y Técnicas.

TÍTULO: **REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA**

ESTADO DE MEDICIONES

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **ANDRÉS BELLO MÉNDEZ**

Fdo.:

ÍNDICE

6 ESTADO DE MEDICIONES.....	2
6.1 REHABILITACIÓN ENERGÉTICA.....	2
6.2 INSTALACION FOTOVOLTAICA	5
6.3 INSTALACION VENTILACIÓN VMC	10

6 ESTADO DE MEDICIONES

6.1 REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

6.1.1 ENVOLVENTE TÉRMICA

Descripción	
Aislamiento en cerramiento de doble hoja de fábrica, rellenando el interior de la cámara de aire de 50 mm de espesor medio, mediante inyección de espuma de poliuretano de baja densidad, de 12 a 18 kg/m ³ y conductividad térmica 0,038 W/(mK).	
Ud.	Medición
m ²	113

Descripción	
Aislamiento por el interior sobre espacio no habitable en cubierta inclinada, formado por fieltro aislante de lana mineral, según UNE-EN 13162, revestido por una de sus caras con un complejo de papel kraft con polietileno que actúa como barrera de vapor, de 60 mm de espesor	
Ud.	Medición
m ²	203

Descripción	
Trasdosado directo, realizado con placa de yeso laminado de 16mm tipo estándar, anclado en la parte interior de la cubierta mediante maestras; 30 mm de espesor total; separación entre maestras 600 mm.	
Ud.	Medición
m ²	203

6.1.2 SUSTITUCIÓN PUERTAS Y VENTANAS

Descripción	
<p>Suministro y colocación de ventanas y puertas Sistema Cortizo A70 Abisagrada PVC, abisagradas de canal 16 compuestas por perfiles de PVC con espesor de pared exterior de 2,8 mm (clasificación A según la norma UNE-EN 12608) y perfil para clima severo (clase S según la norma UNE-EN 12608). 5 cámaras interiores, tanto en marco como en hoja. Profundidad de 70 mm en marco y de 70 / 80 mm en hoja. Capacidad de acristalamiento de 40 mm. Posibilidad de estética recta o achaflanada. Refuerzos interiores de acero galvanizado y juntas de EPDM. Incluidas mecanizaciones para desagüe y aireación, p/p de garras de fijación, sellado perimetral de juntas por medio de cordón de silicona neutra y ajuste final. Elaborada en taller y totalmente montada en obra.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	15

Descripción	
Suministro e instalación de persiana enrollable de lamas de PVC con doble enganche de 50 mm con cajón térmico mejorado (monoblock), equipada con eje, discos, cápsulas y todos sus accesorios, con accionamiento manual mediante cardán con manivela.	
Ud.	Medición
Ud.	15

6.1.3 INSTALACIÓN BOMBA CALOR AIRE/AGUA

Descripción	
Bomba de Calor aerotérmica para calefacción de Alta Temperatura (hasta 80°C) y producción de ACS,	
Ud.	Medición
Ud.	1

6.2 INSTALACION FOTOVOLTAICA

Descripción	
Módulo solar fotovoltaico AMERISOLAR AS-6P de 330 Wp con certificado CE y alta eficiencia. Garantía de funcionamiento de entre 12 y 30 años.	
Ud.	Medición
Ud.	18

Descripción	
Estructura soporte para soporte y fijación de los módulos fotovoltaicos sobre cubierta de teja formado por anclajes de aluminio, tirafondos, placas para fijación de los módulos y la tornillería necesaria. Está incluido el estudio estructural.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
Batería solar POWERSAFE OPZS TVS-7, 2V, 745Ah (C120) . Gran capacidad y resistencia, mínimo mantenimiento. Elementos cargados húmedos con conexiones, protecciones y tapones cerámicos incluidos.	
Ud.	Medición
Ud.	24

Descripción	
<p>Inversor híbrido marca VOLTRONIC POWER modelo INFINISOLAR E5.5 KW. Los inversores INFINISOLAR sin transformador AC se adaptan a las normativas vigentes de los distintos mercados internacionales.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Cuadro protección series fotovoltaicas marca GAVE sin monitorización para la conexión de 2 strings con MPPT, con bases portafusibles y fusibles para continua de 16A.</p> <p>Salida con seccionador hasta 900Vdc y 25A (1000Vdc de aislamiento), sin contacto auxiliar de estado. Montado en caja de doble aislamiento con tapa transparente, 380x380x225mm (máximo), IP55. Entradas con prensaestopas M16 para entrada de cable de strings, de M20 para la salidas de tierra y del seccionador. Con protector contra sobretensiones de continua clase 2 hasta 1000Vdc, sin contacto auxiliar. Completo, montado y cableado. Según normas IEC.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Cable flexible TOPSOLAR PV ZZ-F de 6 mm² adecuado para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Con conductor de cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según EN 60228 y cubierta de goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Este cable es de alta seguridad (AS): no propagadores del incendio, con baja emisión de humos y libres de halógenos. Apto para instalaciones interiores y exteriores. Cumple las normativas nacionales y europeas: UNE-EN 60332-1 / UNE-EN 50266 / UNE-EN 50267-1 / UNE-EN 50267-2 / UNE-EN 61034. Y las normas internacionales: IEC 60332-1 / IEC 60332-3 / IEC 60754-1 / IEC 60754-2 / IEC 61034</p>	
Ud.	Medición
m.	100

Descripción	
<p>Cable Unifilar 50 mm² POWERFLEX RV-K de 50 mm² de sección. Con conductor de cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según EN 60228 y cubierta de goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Este cable es de alta seguridad (AS): no propagadores del incendio, con baja emisión de humos y libres de halógenos. Apto para instalaciones interiores y exteriores. Cumple las normativas nacionales y europeas: UNE-EN 60332-1 / UNE-EN 50266 / UNE-EN 50267-1 / UNE-EN 50267-2 / UNE-EN 61034. Y las normas internacionales: IEC 60332-1 / IEC 60332-3 / IEC 60754-1 / IEC 60754-2 / IEC 61034SREBT: emisión de humos y libres de halógenos. Apto para instalaciones interiores y exteriores.</p>	
Ud.	Medición
m.	12

Descripción	
Tubo corrugado HALOFLEX libre de halógenos de 40 mm de diámetro, fabricado con material no propagador de la llama. Estable hasta 90°C.	
Ud.	Medición
m.	6

Descripción	
Tubo corrugado HALOFLEX libre de halógenos de 25 mm de diámetro, fabricado con material no propagador de la llama. Estable hasta 90°C.	
Ud.	Medición
m.	20

Descripción	
Tubo corrugado HALOFLEX libre de halógenos de 20 mm de diámetro, fabricado con material no propagador de la llama. Estable hasta 90°C.	
Ud.	Medición
m.	20

Protección salida inversor		
Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Interrptor diferencial Scneider, 2P 32A Tipo AC, 30mA	1
Ud.	Interrptor magnetotérmico Schneider ik60n 2P 40A 400VACC60N "C"	1

Protección inversor - baterías		
Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Interrptor diferencial Scneider, 2P 63A Tipo AC, 30mA	1

MATERIAL ELECTRICO VARIO		
Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Fusible cilíndrico PMP 10x38, In=16 A; PdC=10 kA; U=1000 V; fusibles Gpv	4
Ud.	Caja superficie de distribución 12 elementos HAGER VECTOR	1
Ud.	Conector Mc4 4-6mm2 macho	8
Ud.	Conector Mc4 4-6mm2 hembra	8

Ud.	Material necesario para el conexionado e instalación de todos los equipos y elementos: grapas, cajas bridas, punteras...	1
-----	--	---

6.3 INSTALACION VENTILACIÓN VMC

Descripción	
VMC serie IDEO 325 ECOWATT marca S&P de doble flujo para viviendas unifamiliares, con intercambiador de calor del tipo contraflujo de alto rendimiento (hasta el 92%) y motor EC de corriente continua a caudal constante de muy bajo consumo (menos de 40w).	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Conducto flexible aislado de PVC tipo GP ISO marca S&P color gris protegido por una capa aislante de fibra de vidrio y recubiertos por una capa de polietileno.	
Ud.	Medición
m	70

Descripción	
Conductos y codos rígidos aislados de polietileno GPR ISO marca S&P de diámetro 125mm	
Ud.	Medición
m	20

Descripción	
Conductos y codos rígidos aislados de polietileno marca S&P modelo GPR ISO de diámetro 150mm	
Ud.	Medición
m	15

Descripción	
Plénium aislado de extracción marca S&P con descarga Ø 125/150-160mm, 1 emocadura para cocina de Ø 125mm y hasta un máximo de 6 embocaduras sanitarias Ø 80 mm.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Plénium aislado de impulsión marca S&P con descarga Ø 125/150-160mm y hasta un máximo de 8 embocaduras para zonas secas (comedor, salón, habitaciones Ø 80 mm)	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Boca de plástico, de color blanco marca S&P modelo BDO Ø 80 mm. Se utilizan en extracción e impulsión en instalaciones de doble flujo.	
Ud.	Medición
Ud	7

Descripción	
Boca de plástico, de color blanco marca S&P modelo BDO Ø 125 mm. Se utilizan en extracción e impulsión en instalaciones de doble flujo.	
Ud.	Medición
Ud	7

Descripción	
Toma de aire mural marca S&P modelo TAP utilizada en instalaciones de VMC de doble flujo	
Ud.	Medición
Ud	1

TÍTULO: **REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA**

PRESUPUESTO

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **ANDRÉS BELLO MÉNDEZ**

Fdo.:

ÍNDICE

7. PRESUPUESTO.....	2
7.1 REHABILITACIÓN ENERGÉTICA.....	2
7.2 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	5
7.1 INSTALACIÓN VENTILACION VMC DOBLE FLUJO	11

7. PRESUPUESTO

7.1 REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

Descripción			
Aislamiento en cerramiento de doble hoja de fábrica, rellenando el interior de la cámara de aire de 50 mm de espesor medio, mediante inyección de espuma de poliuretano de baja densidad, de 12 a 18 kg/m ³ y conductividad térmica 0,038 W/(mK).			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m ²	113	7,65 €	864 €

Descripción			
Aislamiento por el interior sobre espacio no habitable en cubierta inclinada, formado por fieltro aislante de lana mineral, según UNE-EN 13162, revestido por una de sus caras con un complejo de papel kraft con polietileno que actúa como barrera de vapor, de 60 mm de espesor			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m ²	203	7 €	1.421 €

Descripción			
Trasdosado directo, realizado con placa de yeso laminado de 16mm tipo estándar, anclado en la parte interior de la cubierta mediante maestras; 30 mm de espesor total; separación entre maestras 600 mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m ²	203	17,74 €	3.601 €

Descripción			
Suministro y colocación de ventanas y puertas Sistema Cortizo A70 Abisagrada PVC, abisagradas de canal 16 compuestas por perfiles de PVC con espesor de pared exterior de 2,8 mm (clasificación A según la norma UNE-EN 12608) y perfil para clima severo (clase S según la norma UNE-EN 12608). 5 cámaras interiores, tanto en marco como en hoja. Profundidad de 70 mm en marco y de 70 / 80 mm en hoja. Capacidad de acristalamiento de 40 mm. Posibilidad de estética recta o achaflanada. Refuerzos interiores de acero galvanizado y juntas de EPDM. Incluidas mecanizaciones para desagüe y aireación, p/p de garras de fijación, sellado perimetral de juntas por medio de cordón de silicona neutra y ajuste final. Elaborada en taller y totalmente montada en obra.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	15	600 €	9000 €

Descripción			
Suministro y colocación de persiana enrollable de lamas de PVC con doble enganche de 50 mm con cajón térmico mejorado (monoblock), equipada con eje, discos, cápsulas y todos sus accesorios, con accionamiento manual mediante cardán con manivela.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	15	300 €	4500 €

Descripción			
Suministro e instalación de Bomba de Calor aerotérmica para calefacción de Alta Temperatura (hasta 80°C) y producción de ACS,			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	10370 €	10.370 €

ENVOLVENTE	VENTANAS	BOMBA CALOR	TOTAL
5886 €	13500	10370 €	29.756 €

TOTAL IMPORTE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA	29.756 €
--	-----------------

7.2 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Descripción			
Módulo solar fotovoltaico AMERISOLAR AS-6P de 330 Wp con certificado CE y alta eficiencia. Garantía de funcionamiento de entre 12 y 30 años.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	18	226,27 €	4.072,86 €

Descripción			
Estructura para soporte y fijación de los módulos fotovoltaicos sobre cubierta de teja formado por anclajes de aluminio, tirafondos, placas para fijación de los módulos y la tornillería necesaria. Está incluido el estudio estructural.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	268 €	536 €

Descripción			
Batería solar POWERSAFE OPZS TVS-7, 2V, 745Ah (C120) . Gran capacidad y resistencia, mínimo mantenimiento. Elementos cargados húmedos con conexiones, protecciones y tapones cerámicos incluidos.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	24	247 €	5.928 €

Descripción			
<p>Inversor híbrido marca VOLTRONIC POWER modelo INFINISOLAR E5.5 KW. Los inversores INFINISOLAR sin transformador AC se adaptan a las normativas vigentes de los distintos mercados internacionales.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	2695 €	2.695 €

Descripción			
<p>Cuadro protección series fotovoltaicas marca GAVE sin monitorización para la conexión de 2 strings con MPPT, con bases portafusibles y fusibles para continua de 16A.</p> <p>Salida con seccionador hasta 900Vdc y 25A (1000Vdc de aislamiento), sin contacto auxiliar de estado. Montado en caja de doble aislamiento con tapa transparente, 380x380x225mm (máximo), IP55. Entradas con prensaestopas M16 para entrada de cable de strings, de M20 para la salidas de tierra y del seccionador. Con protector contra sobretensiones de continua clase 2 hasta 1000Vdc, sin contacto auxiliar. Completo, montado y cableado. Según normas IEC.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	225 €	225 €

Descripción			
<p>Cable flexible TOPSOLAR PV ZZ-F de 6 mm² adecuado para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Con conductor de cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según EN 60228 y cubierta de goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Este cable es de alta seguridad (AS): no propagadores del incendio, con baja emisión de humos y libres de halógenos. Apto para instalaciones interiores y exteriores. Cumple las normativas nacionales y europeas: UNE-EN 60332-1 / UNE-EN 50266 / UNE-EN 50267-1 / UNE-EN 50267-2 / UNE-EN 61034. Y las normas internacionales: IEC 60332-1 / IEC 60332-3 / IEC 60754-1 / IEC 60754-2 / IEC 61034</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	100	2,45 €	245 €

Descripción			
<p>Cable Unifilar 50 mm² POWERFLEX RV-K de 50 mm² de sección. Con conductor de cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según EN 60228 y cubierta de goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Este cable es de alta seguridad (AS): no propagadores del incendio, con baja emisión de humos y libres de halógenos. Apto para instalaciones interiores y exteriores. Cumple las normativas nacionales y europeas: UNE-EN 60332-1 / UNE-EN 50266 / UNE-EN 50267-1 / UNE-EN 50267-2 / UNE-EN 61034. Y las normas internacionales: IEC 60332-1 / IEC 60332-3 / IEC 60754-1 / IEC 60754-2 / IEC 61034SREBT: emisión de humos y libres de halógenos. Apto para instalaciones interiores y exteriores.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	12	4,7 €	56,4 €

Descripción			
Tubo corrugado HALOFLEX libre de halógenos de 40 mm de diámetro, fabricado con material no propagador de la llama. Estable hasta 90°C.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	6	1,05 €	6,3 €

Descripción			
Tubo corrugado HALOFLEX libre de halógenos de 25 mm de diámetro, fabricado con material no propagador de la llama. Estable hasta 90°C.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	20	0,65 €	13 €

Descripción			
Tubo corrugado HALOFLEX libre de halógenos de 20 mm de diámetro, fabricado con material no propagador de la llama. Estable hasta 90°C.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	20	0,55 €	11 €

Protección salida inversor				
Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Interrptor diferencial Scneider, 2P 32A Tipo AC, 30mA	1	98,4 €	98,4 €
Ud.	Interrptor magnetotérmico Schneider ik60n 2P 40A 400VACC60N "C"	1	40,4 €	40,4 €
Total				138,8

Protección inversor - baterías				
Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Interrptor diferencial Scneider, 2P 63A Tipo AC, 30mA	1	125,7 €	125,7 €
Total				125,7

MATERIAL ELECTRICO VARIO				
Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Fusible cilíndrico PMP 10x38, In=16 A; PdC=10 kA; U=1000 V; fusibles Gpv	4	2 €	8 €
Ud.	Caja superficie de distribución 12 elementos HAGER VECTOR	1	28 €	28 €
Ud.	Conector Mc4 4-6mm2 macho	8	2,64 €	2,64 €
Ud.	Conector Mc4 4-6mm2 hembra	8	3,65 €	3,65 €
Ud.	Material necesario para el conexionado e instalación de todos los equipos y elementos: grapas, cajas bridas, punteras...	1	60	60
Total				102,29 €

MANO DE OBRA				
Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª electricista	25	17 €	425 €
h.	Oficial 2ª electricista	25	13 €	325 €
Total importe mano de obra				750 €

TOTAL IMPORTE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	22.259€
---	----------------

7.1 INSTALACIÓN VENTILACION VMC DOBLE FLUJO

Descripción			
Central VMC serie IDEO 325 ECOWATT marca S&P de doble flujo para viviendas unifamiliares, con intercambiador de calor del tipo contraflujo de alto rendimiento (hasta el 92%) y motor EC de corriente continua a caudal constante de muy bajo consumo (menos de 40w).			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	2.250 €	2.250 €

Descripción			
Conducto flexible aislado de PVC tipo GP ISO marca S&P color gris protegido por una capa aislante de fibra de vidrio y recubiertos por una capa de polietileno.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	70	7 €	490 €

Descripción			
Conducto y codos rígidos aislados de polietileno GPR ISO marca S&P de diámetro 125mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	20	20 €	400 €

Descripción			
Conducto y codos rígidos aislados de polietileno marca S&P modelo GPR ISO de diámetro 150mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	15	25 €	275 €

Descripción			
Plénium aislado de extracción marca S&P con descarga Ø 125/150-160mm, 1 emocadura para cocina de Ø 125mm y hasta un máximo de 6 embocaduras sanitarias Ø 80 mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	86 €	86 €

Descripción			
Plénium aislado de impulsión marca S&P con descarga Ø 125/150-160mm y hasta un máximo de 8 embocaduras para zonas secas (comedor, salón, habitaciones Ø 80 mm)			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	89 €	89 €

Descripción			
Boca de plástico, de color blanco marca S&P modelo BDO Ø 80 mm. Se utilizan en extracción e impulsión en instalaciones de doble flujo.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud	7	9 €	63 €

Descripción			
Boca de plástico, de color blanco marca S&P modelo BDO Ø 125 mm. Se utilizan en extracción e impulsión en instalaciones de doble flujo.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud	7	12 €	12 €

Descripción			
Toma de aire mural marca S&P modelo TAP utilizada en instalaciones de VMC de doble flujo			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud	1	69 €	69 €

Descripción			
Reja de descarga en fachada marca S&P modelo PAF Ø150 mm utilizada en instalaciones de VMC de doble flujo.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud	1	34 €	34 €

MANO DE OBRA				
Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª instalador	25	17 €	425 €
h.	Oficial 2ª instalador	25	13 €	325 €
Total importe mano de obra				750 €

TOTAL IMPORTE INSTALACIÓN VENTILACIÓN VMC DOBLE FLUJO	6.334
--	--------------

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	58.349 €
13% GASTOS GENERALES	7.585,37 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	3.500,94 €
IMPORTE DE EJECUCIÓN	69.435,31 €
21 % IVA	14.581,41 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	84.016,72 €
PRESUPUESTO TOTAL	84.016,72 €

TÍTULO: **REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA**

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **ANDRÉS BELLO MÉNDEZ**

Fdo.:

ÍNDICE

8 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	2
8.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	2
8.2 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	2
8.4 DESCRIPCION DE LA OBRA Y SITUACION	7
8.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	7
8.7 PREVENCIÓN DE RIESGOS	8
8.8 ANÁLISIS DE RIESGOS.....	13
8.9 PLIEGO DE CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD.....	20

8 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En el RD 1627/1997 de 24 de Octubre se especifica la transposición a la legislación nacional de la Directiva 83/391 en Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales en la cual se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de producción de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz, y la Directiva 92/57 en R.D. 1627/97 disposiciones mínimas de Seguridad y Salud que deben aplicarse en las obras de construcción.

A efectos de este R.D., la obra proyectada requiere la redacción del presente Estudio de Seguridad y Salud, por cuanto dicha obra, dada su dimensión y ejecución, no se incluye en alguno de los supuestos contemplados en el Artículo 4 del R.D. 1627/1997.

De acuerdo con el Artículo 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio de Seguridad y Salud deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas precisas para ello, la relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y cualquier tipo de actividad a desarrollar en obra.

8.2 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, modificada por la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Riesgos Laborales.

- Conforme se especifica en el Artículo 6, apartado 2, del R.D. 1627/1997, el Estudio Básico deberá precisar:
- Relación de las normas de seguridad y salud aplicables a la obra.
- Identificación de los riesgos que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.

- Relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. No será necesario valorar esta eficacia cuando se adopten las medidas establecidas por la normativa o indicadas por la autoridad laboral (Notas Técnicas de Prevención).
- Relación de actividades y medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en el Anexo II.
- Previsión e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

8.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE 10/11/1995.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales. BOE 13/12/2003.
- LEY 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales. BOE 31/1/2004. Corrección de errores: BOE 10/03/2004.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción. BOE: 25/10/1997.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE 29/5/2006.

- Real Decreto 688/2005, de 10 de junio, por el que se regula el régimen de funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social como servicio de prevención ajeno. BOE 11/06/2005.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE: 1/5/1998.
- Corrección de errores de la Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico. BOE 7/02/2003.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. BOE: 18/7/2003.
- Resolución de 23 de julio de 1998, de la Secretaría de Estado para la Administración Pública, por la que se ordena la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros de 10 de julio de 1998, por el que se aprueba el Acuerdo Administración-Sindicatos de adaptación de la legislación de prevención de riesgos laborales a la Administración General del Estado. BOE: 1/8/1998.
- Orden de 9 de marzo de 1971 (Trabajo) por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1), (sigue siendo válido el Título II que comprende los artículos desde el nº13 al nº51, los artículos anulados quedan sustituidos por la Ley 31/1995). BOE 16/03/1971.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción. BOE: 25/10/1997.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. BOE: 23/4/1997.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE: 23/04/1997.

- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. BOE: 23/04/1997.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. BOE: 23/04/1997.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. BOE: 24/05/1997.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. BOE: 24/05/1997.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. BOE: 16/3/1971. SE DEROGA, con la excepción indicada, los capítulos I a V y VII del título II, por Real Decreto 486/1997, de 14 de abril.
- Orden de 20 de septiembre de 1986 por la que se establece el modelo de libro de incidencias correspondiente a las obras en las que sea obligatorio un estudio de seguridad e higiene en el trabajo. BOE 13/10/86. Corrección de errores: BOE 31/10/86.
- Orden de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado. BOE 18/09/87.
- Orden de 23 de mayo de 1977 por la que se aprueba el reglamento de aparatos elevadores para obras. BOE 14/06/81. Modifica parcialmente el art. 65: la orden de 7 de marzo de 1981. BOE 14/03/81.
- Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones. BOE 17/07/2003.

- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. BOE 11/04/2006.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE 11/3/2006.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. BOE 05/11/2005.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. BOE 21/06/2001.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. BOE 1/5/2001.
- Reglamentos Técnicos de los elementos auxiliares:
 - Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. BOE 18/9/2002.
 - Orden de 23 de mayo de 1977 por la que se aprueba el reglamento de aparatos elevadores para obras. BOE: 14/6/1977.
 - Resolución de 25 de julio de 1991, de la Dirección General de Política Tecnológica, por la que se actualiza la tabla de normas UNE y sus equivalentes ISO y CENELEC incluida en la instrucción técnica complementaria MIE-AEM1 del Reglamento de Aparatos de elevación y manutención referente a ascensores electromecánicos, modificada por Orden de 23 de septiembre de 1987 por la que se modifica la instrucción técnica complementaria MIE-AEM1 del reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a ascensores electromecánicos. BOE 6/10/1987
- Normativas relativas a la organización de los trabajadores. Artículos 33 al 40 de la Ley de Prevención de riesgos laborales. BOE: 10/11/95.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención. BOE: 31/07/97.

8.4 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN

Las instalaciones objeto del trabajo se llevarán a cabo en el Ayuntamiento de Sada, ubicada la vivienda en el Lugar de Samoedo.

Las instalaciones comprenden mejora de aislamiento en fachada mediante inyección de espuma de poliuretano, forrado bajo cubierta con lana mineral y planchas de pladur, instalación de paneles solares fotovoltaicos, instalación de bomba de calor aire/agua e instalación de ventilación mecánica controlada (VMC).

8.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

La ejecución de las obras puede dar lugar a la aparición de riesgos de accidentes tanto para el personal de la obra como de suministradores de materiales o elementos para la misma.

Asimismo, en ciertos casos pueden aparecer riesgos de accidentes para personas ajenas, derivadas de actuaciones de máquinas en tránsito exterior o por proyecciones desde el interior de las obras

8.6.1 Riesgos profesionales

Entre los riesgos laborales del personal directamente adscrito a la obra pueden citarse los siguientes:

- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Caída al interior de zanjas.
- Atrapamientos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas a distinto nivel (desde forjados en construcción, desde altura durante montaje de estructura, elementos de cubierta, etc.).
- Desprendimientos.
- Interferencias con líneas eléctricas.
- Polvo.
- Ruídos.
- Golpes contra objetos.
- Impactos por caída de objetos.
- Heridas punzantes o aplastamientos en pies y manos.
- Salpicaduras de hormigón en ojos.
- Daños en los ojos por soldaduras.

- Erosiones y contusiones en manipulación.
- Heridas por máquinas cortadoras.
- Cortes con chapa o rebabas.
- Interferencia con tuberías de abastecimiento en servicio.
- Por utilización de productos bituminosos.
- Salpicaduras de productos asfálticos calientes.
- Cierres de zanjas.
- Explosiones de gas de botellas para corte oxiacetilénico.
- Quemaduras.
- Riesgos producidos por agentes atmosféricos.
- Riesgos eléctricos.
- Riesgos de incendio.

8.6.2 Riesgos de daños a terceros

Se considerará la posibilidad de aparición de riesgos de daños a terceros o personas o bienes ajenos a las obras derivados de la entrada y/o salida de vehículos y maquinaria a las vías públicas o por la presencia de curiosos en la proximidad de la obra.

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente el enlace con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera. Se señalizará los accesos naturales a la obra prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso cerramientos.

8.7 PREVENCIÓN DE RIESGOS

8.7.1 Protecciones colectivas

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de las protecciones colectivas ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas últimas, en función de los riesgos previstos, son las siguientes:

RIESGOS.	PROTECCIONES COLECTIVAS
Caídas de altura	<ul style="list-style-type: none"> – Protección perimetral.
Choques, golpes, impactos, compresiones.	<ul style="list-style-type: none"> – Señalizar y estudiar los recorridos de las máquinas y camiones. – Señalización límite velocidad en caminos de acceso. – Proteger y señalar borde exterior de excavación. – Radio de acción de máquinas y vehículos, despejado de personas.
Pinchazos, cortes y abrasiones.	<ul style="list-style-type: none"> – Mantenimiento de las obras en buen estado de limpieza y orden – Recogida y evacuación de materiales peligrosos y escombros.
Resbalones, caídas al mismo nivel del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> – Se mantendrán limpios todos los tajos. – Protección y balizamiento, zonas de excavación. – Acopio de materiales en lugares predeterminados
Caídas a distinto nivel.	<ul style="list-style-type: none"> – Limpieza de todos los tajos de la obra. – No acopiar materiales en los andamios o plataformas. Tener solo el imprescindible
Eléctricos.	<ul style="list-style-type: none"> – Tomas de tierra. – Herramientas con la protección eléctrica reglamentaria.
Atropellos y accidentes de circulación.	<ul style="list-style-type: none"> – Señalización de las vías de circulación. – Maquinaria dotada de señalización acuática para la marcha atrás.
Accidentes con maquinaria.	<ul style="list-style-type: none"> – La maquinaria estará proyectada y dotada de los elementos de protección que impidan o reduzcan todo tipo de accidentes.

Tabla 8.7.1.1 - Protecciones colectivas

8.7.2 Protecciones individuales

En todas aquellas situaciones en las que por medios técnicos no se puedan eliminar los riesgos existentes, se utilizarán adicionalmente equipos de protección individual adecuados, que estarán debidamente certificados CE y normalizados .

Cascos: todas las personas que participan en la obra de cualquier manera (estén o no en zonas de peligro directo), incluso visitantes periódicos o circunstanciales.

RIESGOS	PARTES DEL CUERPO	PROTECCIÓN INDIVIDUAL
Caídas de altura	Cabeza	Cascos protectores
	Miembro Interiores	Calzado de protección y seguridad
	Tronco Abdomen	Dispositivos de presión del cuerpo Arneses Cinturones de seguridad.
Choques, golpes, impactos y compresiones.	Cabeza	Casco
	Cara	Pantallas faciales
	Miembro superiores	Guantes Muñequeras
	Miembros inferiores	Botas de seguridad.
Resbalones y caídas al mismo nivel	Miembros inferiores	Botas antideslizantes
Contactos eléctricos	Cuerpo entero	Guantes Botas para protección eléctrica

Tabla 8.7.2.1 Protecciones individuales

Estos equipos se mantendrán en buen estado de conservación debiendo procederse a su cambio por otros nuevos cuando resulte necesario.

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado den la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

8.7.3 Medidas preventivas en la organización del trabajo

Partiendo de una organización de la obra en la que el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo sea conocido lo más ampliamente posible, el jefe de la obra dirigirá su implantación y el encargado de obra realizará las operaciones de su puesta en práctica y verificación. Las medidas preventivas se impondrán según las líneas siguientes:

- Normativa de prevención dirigida y entregada a los operarios de las máquinas y herramientas para su aplicación en todo su funcionamiento.
- Cuidar del cumplimiento de la normativa vigente en el manejo de máquinas y herramientas, movimiento de materiales y cargas y utilización de los medios auxiliares.
- Mantener los medios auxiliares y las herramientas en buen estado de conservación.
- Disposición y ordenamiento del tráfico de vehículos y de aceras y pasos para los trabajadores.
- Señalización de la obra en su generalidad y de acuerdo con la normativa vigente.
- Asegurar la entrada y salida de materiales de forma organizada y coordinada con los trabajos de realización de obra.
- Orden y limpieza en toda la obra.
- Delimitación de las zonas de trabajo y cercado si es necesaria la prevención

8.7.4 Formación

De acuerdo con el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que todos los trabajadores y personal en general debe recibir, al ingresar en obra una información comprensible y exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar,

juntamente con las medidas de seguridad que deberán emplear.

Los cursillos de socorrismo y primeros auxilios se impartirán eligiendo al personal más cualificado, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

Las medidas de seguridad se harán extensivas a los trabajadores autónomos según lo previsto en el artículo 12 del R.D. 1627/1997, sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción. En particular, por lo que respecta a la aplicación de los principios de la acción preventiva según el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales; al cumplimiento de las disposiciones mínimas de seguridad y salud reglamentadas; a la utilización de los equipos de trabajo más adecuados así como a las protecciones individuales necesarias; etc., y al entendimiento y respeto de las indicaciones y cumplimiento de las instrucciones del coordinador en materia de seguridad.

En todo caso, las responsabilidades de los coordinadores de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

8.7.5 Medicina preventiva y primeros auxilios

➤ Botiquines

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo.

➤ Asistencia a accidentados

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde deben trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente además disponer en la obra, en un sitio bien visible, de una lista de teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

➤ Reconocimiento médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el periodo máximo de un año.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su

potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento público de la ciudad.

8.8 ANÁLISIS DE RIESGOS

La identificación o análisis de riesgos tiene por objeto describir las fases de ejecución de los trabajos que se realizan con los posibles riesgos de accidentes asociados durante la realización de los mismos.

8.8.1 Descripción de riesgos de carácter general

8.8.1.1 Riesgos de caída de personal desde altura

Todo trabajo que se ejecute en altura, se realizará sobre andamios o plataformas de trabajo que han de reunir las condiciones fijadas en la normativa legal vigente, siendo además obligatorio el uso de cinturón de seguridad tipo arnés, que para soldadores, tendrá que tener la cuerda de amarre de material incombustible.

En los andamios o plataformas colgadas será obligatorio que el personal que se encuentre en la plataforma este sujeto mediante cinturón de seguridad a algún punto no perteneciente a la plataforma.

8.8.1.2 Riesgo de caída de objetos

Como prevención de estas caídas se colocará rodapiés en todas las plataformas de trabajo, estando prohibido acopiar en ellas todos aquellos materiales o herramientas que no sean imprescindibles. Asimismo, se adoptarán otras medidas tendentes a evitar los riesgos de caídas de objetos y materiales, tales como: rodapiés, mantas ignífugas, redes de protección, etc.

8.8.1.3 Riesgos de los desplazamientos verticales

Para los accesos a las plataformas de trabajo se utilizarán con prioridad los accesos permanentes previstos, o en su defecto escaleras-torre, o cuando ello no sea posible, escaleras de mano con dispositivo antideslizante o convenientemente amarradas. En los andamios o plataformas colgadas se colocarán dispositivos anti-caídas, al que estarán sujetos mediante cinturón de seguridad tipo arnés los trabajadores que se encuentren en ella.

8.8.1.4 Riesgos por falta de orden y limpieza

La acumulación de basuras, restos de materiales, acopios desordenados, etc., constituyen una serie de riesgos potenciales, tales como tropezones y caídas al mismo nivel, caídas de objetos a cotas inferiores, incendios, etc.

Conscientes de estos riesgos, consideramos el orden y la limpieza como un medio de protección colectiva de gran importancia. Se establece, por tanto, como norma a cumplir por todo el personal, la conservación de los lugares de trabajo en adecuado estado de limpieza y el orden en los acopios de materiales. Cada empleado es responsable de mantener limpia y ordenada su zona de trabajo. Los empleados no pueden considerar su trabajo terminado hasta que las herramientas y medios empleados, resto de equipos y materiales utilizados y los recambios inutilizados, estén recogidos y trasladados al almacén o montón de desperdicios dejando el lugar y área limpia y ordenada.

Los derrames de líquido, aceites, grasa y otros productos, se limpiarán inmediatamente. Los residuos inflamables como algodones de limpieza, trapos, papeles, restos de madera, recipientes metálicos, contenedores de grasas o aceites y similares, se meterán en recipientes de basura metálicos y tapados.

Las herramientas, medios de trabajo, materiales, suministros y otros equipos nunca obstruirán los pasillos y vías de comunicación dejando aislada alguna zona de la sección.

Todo clavo o ángulo saliente de una tabla o chapa, se eliminará inmediatamente sea doblándolo, cortándolo o retirándolo de suelo o paso.

Las áreas de trabajo y servicios sanitarios comunes a todos los empleados serán usados de modo que se mantengan en perfecto estado.

Los desperdicios (vidrios rotos, recortes de material, trapos, etc.) se depositarán en los recipientes dispuestos al efecto. No se verterán en los mismos líquidos inflamables ni colillas.

Como líquidos de limpieza o desengrasado se emplearán preferentemente detergentes. En los casos en que sea imprescindible limpiar o desengrasar con gasolina u otros derivados del petróleo, estará prohibido fumar.

Las zonas de paso, o señalizadas como peligrosas, deberán mantenerse libres de obstáculos.

Los huecos situados en plano vertical u horizontal deberán protegerse con

barandillas, etc., a una altura mínima de 0,90 cm con listón intermedio y rodapiés, y estar iluminados, si es posible, de forma que se vean claramente tales protecciones.

Deben estar debidamente acotados y señalizados todos aquellos lugares y zonas de paso donde pueda existir peligro de lesiones personales o daños materiales.

No deben almacenarse materiales de forma que impidan el libre acceso a los extintores de incendios.

Los materiales almacenados en gran cantidad sobre pisos deben disponerse de forma que el peso quede uniformemente repartido.

No se deben colocar materiales y útiles en lugares donde pueda suponer peligro de tropiezos o caídas sobre personas, máquinas o instalaciones. Las botellas que contengan gases se almacenarán verticalmente asegurándolas contra las caídas y protegiéndolas de las variaciones notables de temperatura.

Todas las zonas de trabajo y tránsito deberán tener durante el tiempo que se usen como tales, una iluminación natural o artificial apropiada a la labor que se realiza, sin que se produzcan deslumbramientos.

Se mantendrá una ventilación eficiente, natural o artificial en las zonas de trabajo, y especialmente en los lugares, cerrados donde se produzcan gases o vapores tóxicos, explosivos o inflamables.

Las escaleras y pasos elevados estarán provistos de barandillas fijas de construcción sólida.

Está terminantemente prohibido fumar en los locales de almacenamiento de materiales combustibles, según indica la señalización dispuesta al efecto.

Está prohibido retirar cualquier protección de tipo colectivo (barandillas, tabloneros de plataforma de trabajo, escaleras, etc.) sin la debida autorización del mando responsable del tajo previo compromiso de su inmediata reposición al término de la actividad que motivó dicha retirada.

Cuando se tenga que levantar rejillas por necesidades de montaje, deben colocarse obstáculos físicos (barandillas), o si esto no es posible, señalizarlo adecuadamente.

Al finalizar de la jornada laboral y al mediodía, al ir a comer, se volverán a colocar en su lugar.

Las operaciones de limpieza se realizarán en los momentos, en la forma y con los medios más adecuados.

8.8.1.5 Riesgos por la falta de iluminación

De ser necesaria más iluminación puntual en zonas del interior del edificio, se instalarán focos y/o se dotará al personal de lámparas portátiles alimentadas a 24V, a fin de eliminar riesgos derivados de una insuficiente iluminación.

8.8.1.6 Riesgos eléctricos

Todos los cuadros de alimentación de grupos de soldar y máquinas eléctricas portátiles estarán protegidos por relés diferenciales, con puesta a tierra de las carcasas. Las máquinas eléctricas manuales que dispongan de doble aislamiento, no deberán conectar sus carcasas a tierra.

Todas las mangueras de alimentación de cuadros, así como aquellas de los circuitos de soldeo y alargaderas para máquinas eléctricas portátiles serán de sección adecuada y no presentarán deterioro en sus aislamientos. Los empalmes y conexiones se realizarán de acuerdo con las normas fijadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Solamente el personal autorizado o cualificado podrá operar en los equipos eléctricos sean cuadros de maniobra, de puesta en marcha de motores, de transformadores, etc.

Antes de iniciar cualquier trabajo en aparato o conducción eléctrica que se ha desconectado, se unirá a tierra.

Todo equipo eléctrico, lámpara, herramienta, transformador u otro con tensión superior a la de seguridad (24 voltios) o que carezca de características dieléctricas de doble aislamiento, estará unido o conectado con tierra y tendrá un relé diferencial. Todos los portátiles para alumbrado serán alimentados con tensión de 24 voltios.

Cuando se paren máquinas o equipos activados eléctricamente por reparación, revisión, sustitución u otros motivos en los que haya que ponerse en contacto con la máquina, se señalará ésta y el equipo de maniobra con tarjetas rojas y siempre que sea posible se cortará la alimentación, sea retirando los fusibles o por cualquier otro procedimiento eficaz. El personal, del servicio eléctrico usará además del equipo personal común a todos los empleados (casco, gafas, manguitos, etc.), el siguiente, todos ellos con el correspondiente certificado CE:

- Guantes de material aislante.
- Alfombra o banqueta aislante.
- Comprobador de tensión.
- Herramientas aisladas homologadas.
- Material de señalización.
- Calzado aislante.
- Pantalla facial transparente de policarbonato.

El personal eléctrico ha de cumplir rigurosamente la norma que prohíbe el uso de anillos, relojes, botones metálicos, hebillas, etc., durante su trabajo.

En incendios de equipos eléctricos no se usarán extintores de espuma o agua. Se emplearán exclusivamente extintores de gas carbónico, polvo químico o halones.

8.8.1.7 Riesgos de proyección de partículas

Estos riesgos están derivados de la utilización de máquinas de esmerilar portátiles y tienen como consecuencia general la introducción de cuerpos extraños en los ojos. Para limitar el riesgo en la zona de trabajo, los operarios han de estar protegidos con gafas de seguridad, y se colocarán, siempre que sea posible, pantallas que eviten que las proyecciones alcancen a terceras personas.

Mención especial merecen los riesgos que se derivan de realizar soldaduras y operaciones de corte en altura cayendo material fundente sobre personas y materiales, como evidente riesgo de quemaduras e incendios. Para evitarlo se colocarán mantas de fibra de vidrio o lonas ignífugas que retengan estas partículas incandescentes evitando con ello su caída descontrolada.

Asimismo, se dispondrán de extintores, perfectamente señalizados, en zonas próximas a los lugares donde se realicen trabajos con riesgo de incendio.

8.8.1.8 Riesgos generales en los transportes y manejo de carga

La carga y descarga de materiales e instrumentación en naves se efectuará mediante grúas autopropulsadas, cabestrantes, etc., de potencias varias, adecuados en cada caso a las características de los elementos a maniobrar.

Los estrobos estarán fabricados a partir de cables de alma de cáñamo y composición adecuada con el fin de conseguir la máxima flexibilidad. Los trenzados

tendrán longitudes mínimas señaladas en los catálogos y estarán ejecutados con la mayor destreza. Dichos trenzados estarán completamente protegidos, de tal modo que ninguna punta de alambre sea visible al exterior.

Cada estrobo estará marcado en lugar visible con la carga máxima de trabajo. Dicha carga no podrá ser superior a un sexto de la carga de rotura del cable a la cual está fabricado y habrá sido probado satisfactoriamente a dos veces la carga de trabajo.

El estrobado de carga se realizará de tal forma que la pieza a elevar no se someta a roces excesivos o deformaciones. El sistema de estrobado ofrecerá la máxima garantía en cuanto a estabilidad de carga, y todos los bordes o aristas vivas serán protegidos para evitar daños al cable. Para el estrobado se utilizarán eslingas y grilletes adecuados que serán revisados antes de su utilización.

En toda maniobra se designará una sola persona que será quien ordene los movimientos correspondientes al gruista.

8.8.1.9 Riesgos generales de herramientas, materiales y máquinas

Se vigilará especialmente el uso de las herramientas adecuadas para la ejecución de los trabajos y que éstas se encuentren en perfecto estado.

Los andamios y plataformas de trabajo se confeccionarán con arreglo a la normativa legal vigente colocando barandillas, rodapiés, número de tablonos conveniente y accesos adecuados.

Las escaleras fijas y portátiles se mantendrán en perfecto estado.

Los estrobos, cables y cuerdas, utilizadas serán revisados al menos una vez al mes, inutilizándolos o destruyéndolos cuando se detecten deficiencias que rebajen su capacidad.

La referida inspección será realizada por el responsable de las maniobras.

Los grupos de soldadura estarán alimentados por cuadros protegidos con relés diferenciales. Para que dichos relés protejan contra contactos eléctricos indirectos, es fundamental que la carcasa de las máquinas esté puesta a tierra.

8.8.1.10 Riesgos por carga y descarga de materiales

Son de aplicación en este caso las normas relativas a izados, debido a que la mayor parte de los materiales se manipularán con la ayuda de grúas.

Cuando haya que desembalar materiales, se utilizarán herramientas apropiadas, y se eliminarán los restos de embalajes que tengan clavos.

La manipulación de materiales es causa de frecuentes contusiones y fracturas. Para esta tarea se requieren operarios entrenados, por lo que se evitarán, en lo posible, cambios de personal.

Es obligatorio el uso de casco, guantes y botas de seguridad.

8.8.1.11 Riesgo de escaleras portátiles

Queda prohibido el uso de escaleras defectuosas o que no se pueda comprobar si se encuentran en buen estado.

Para trabajos eléctricos se usarán escaleras de madera, poliéster o fibra de vidrio. Quedan prohibidas para estos trabajos escaleras metálicas, Las escaleras portátiles y especiales (más de 7 m.) estarán provistas de zapatas antideslizantes. La escalera portátil tendrá una longitud tal que sobrepase un metro por encima del punto o la superficie a donde se quiere llegar. La longitud máxima de las escaleras portátiles no podrá sobrepasar los 5 m, sin un apoyo intermedio en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 m. Para mayores alturas se emplearán escaleras especiales.

Las escaleras se colocarán de modo que el ángulo con la vertical bajada del punto superior sea de 15 grados. De otra forma, la distancia entre la citada vertical y las zapatas de apoyo en el suelo deben ser la cuarta parte de la longitud existente entre la zapata del suelo y la intersección con la vertical del punto de apoyo superior. Todas las escaleras portátiles se apoyarán sobre superficies planas y firmes.

En la proximidad de puertas y pasillos, si es necesaria la colocación de una escalera portátil, se hará teniendo la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.

Siempre que sea posible se amarrará la escalera por su parte superior y en caso de no ser posible habrá una persona en la base de la escalera. En escaleras especiales será obligatorio.

No se empalmarán dos escaleras sencillas.

No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se habrá parado el mecanismo en movimiento y quitado la energía.

Las escaleras de tijera deben estar totalmente abiertas y con el tensor extendido de modo que no permita deslizamiento alguno.

Las escaleras de madera no se pintarán con el fin de poder examinar su estado en todo momento; para su conservación se podrá aplicar un barniz transparente.

El usuario de la escalera portátil se mantendrá vertical o al lado pero siempre dentro del espacio limitado por los largueros de la escalera.

Queda prohibido subir en una escalera a más de un operario simultáneamente.

En las escaleras portátiles no se deben pisar los tres últimos peldaños. El descenso por una escalera portátil nunca se realizará de espaldas a la misma.

El operario deberá llevar ambas manos libres.

Las escaleras de madera deberán ser ensambladas, no clavadas.

Para trabajos, continuados sobre escalera se deberá utilizar cinturón de seguridad tipo arnés.

Las escaleras portátiles no se utilizarán como guías, riostras ni para cualquier otro fin para el que no estén diseñadas.

8.9 PLIEGO DE CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

8.9.1 Objeto del Pliego de condiciones

El presente Pliego de condiciones, tiene por objeto definir las atribuciones y obligaciones de los agentes que intervienen en materia de Seguridad y Salud, así como las condiciones que deben cumplir las medidas preventivas, las protecciones individuales y colectivas. Todo ello con fin de evitar cualquier accidente o enfermedad profesional, que pueden ocasionarse durante el transcurso de la ejecución de la obra o en los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento del edificio construido.

8.9.2 Disposiciones facultativas

8.9.2.1 Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación

Las atribuciones y las obligaciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas en sus aspectos generales por la Ley 38/99, de Ordenación de la Edificación (L.O.E.). Las garantías y responsabilidades de los

agentes y trabajadores de la obra frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo en materia de seguridad y salud, son las establecidas por la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y el Real Decreto 1627/1997 "Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

8.9.2.2 El Promotor

Tiene la responsabilidad de contratar a los técnicos redactores del Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción, facilitando copias a las empresas contratistas, subcontratistas o trabajadores autónomos contratados directamente por el Promotor, exigiendo la presentación de cada Plan de Seguridad y Salud previamente al comienzo de las obras. El Promotor tendrá la consideración de Contratista cuando realice la totalidad o determinadas partes de la obra con medios humanos y recursos propios, o en el caso de contratar directamente a trabajadores autónomos para su realización o para trabajos parciales de la misma, excepto en los casos estipulados en el Real Decreto 1627/1997.

8.9.2.3 El Projectista

Tomará en consideración en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto básico y de ejecución, los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y de salud, de acuerdo con la legislación vigente.

8.9.2.4 El Contratista y Subcontratista

El Contratista comunicará a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del R.D.1627/1997, de 24 de octubre. Adoptará todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos Laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio Básico de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, cumpliendo las órdenes efectuadas por el

Coordinador de Seguridad y Salud en la fase de ejecución de la obra. Supervisará de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Entregará la información suficiente al Coordinador de Seguridad y Salud en la obra, donde se acredite la estructura organizativa de la empresa, sus responsabilidades, funciones, procesos, procedimientos y recursos materiales y humanos disponibles, con el fin de garantizar una adecuada acción preventiva de riesgos de la obra.

Entre las responsabilidades y obligaciones del contratista y de los subcontratistas en materia de seguridad y salud, cabe destacar las contenidas en el artículo 11 "Obligaciones de los contratistas y subcontratistas" del R.D. 1627/1997. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.

Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del R.D. 1627/1997, durante la ejecución de la obra. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas y precisas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo referente a su seguridad y salud en la obra.

Atender las indicaciones y consignas del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud, cumpliendo estrictamente sus instrucciones durante la ejecución de la obra.

Responderán de la correcta ejecución de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección Facultativa y del Promotor, no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

8.9.2.5 La Dirección Facultativa

Las responsabilidades de la Dirección Facultativa y del Promotor, no eximen en ningún caso de las atribuibles a los contratistas y a los subcontratistas.

8.9.2.6 Coordinador de Seguridad y Salud en Proyecto

Es el técnico competente designado por el Promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de ejecución, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

8.9.2.7 Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución

Asumirá las tareas y responsabilidades contenidas en la Guía Técnica sobre el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, cuyas funciones consisten en: Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización, con el fin de planificar las distintas tareas o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, estimando la duración requerida para la ejecución de las mismas.

Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva recogidos en la legislación vigente.

Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el Contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo. Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de un coordinador.

8.9.2.8 Trabajadores Autónomos

Los trabajadores autónomos cumplirán lo establecido en el plan de seguridad y salud.

8.9.2.9 Trabajadores por cuenta ajena

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La consulta y la participación de los trabajadores o de sus representantes, se realizarán de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. El Contratista facilitará a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones.

8.9.2.10 Fabricantes y suministradores de equipos de protección y materiales de construcción

Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo, deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal como su manipulación o empleo inadecuado.

8.9.2.11 Recursos preventivos

Con el fin de ejercer las labores de recurso preventivo, según lo establecido en la Ley 31/95, Ley 54/03 y Real Decreto 604/06, el empresario designará para la obra los recursos preventivos, que podrán ser:

- a) Uno o varios trabajadores designados por la empresa.
- b) Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- c) Uno o varios miembros del servicio o los servicios de prevención ajenos.

Las personas a las que se asigne esta vigilancia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas. En caso de observar un deficiente cumplimiento de las mismas o una ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las mismas, se informará al empresario para que éste adopte las medidas necesarias para su corrección, notificándose a su vez al Coordinador de Seguridad y Salud y al resto de la Dirección Facultativa. En el Plan de Seguridad y Salud se especificarán los casos en que la presencia de los recursos preventivos es necesaria, especificándose

expresamente el nombre de la persona o personas designadas para tal fin, concretando las tareas en las que inicialmente se prevé necesaria su presencia.

8.9.3 Formación en Seguridad

Con el fin de que todo el personal que acceda a la obra disponga de la suficiente formación en las materias preventivas de seguridad y salud, la empresa se encargará de su formación para la adecuada prevención de riesgos y el correcto uso de las protecciones colectivas e individuales.

Dicha formación alcanzará todos los niveles de la empresa, desde los directivos hasta los trabajadores no cualificados, incluyendo a los técnicos, encargados, especialistas y operadores de máquinas entre otros.

8.9.4 Reconocimientos médicos

La vigilancia del estado de salud de los trabajadores quedará garantizada por la empresa contratista, en función de los riesgos inherentes al trabajo asignado y en los casos establecidos por la legislación vigente. Dicha vigilancia será voluntaria, excepto cuando la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre su salud, o para verificar que su estado de salud no constituye un peligro para otras personas o para el mismo trabajador.

8.9.5 Salud e higiene en el trabajo

8.9.5.1 Primeros auxilios

El empresario designará al personal encargado de la adopción de las medidas necesarias en caso de accidente, con el fin de garantizar la prestación de los primeros auxilios y la evacuación del accidentado. Se dispondrá, en un lugar visible de la obra y accesible a los operarios, un botiquín perfectamente equipado con material sanitario destinado a primeros auxilios. El Contratista instalará rótulos con caracteres legibles hasta una distancia de 2 m, en el que se suministre a los trabajadores y participantes en la obra la información suficiente para establecer rápido contacto con el centro asistencial más próximo.

8.9.5.2 Actuación en caso de accidente

En caso de accidente se tomarán solamente las medidas indispensables hasta que llegue la asistencia médica, para que el accidentado pueda ser trasladado con rapidez y sin riesgo. En ningún caso se le moverá, excepto cuando sea imprescindible para su integridad. Se comprobarán sus signos vitales (consciencia, respiración, pulso y presión sanguínea), se le intentará tranquilizar, y se le cubrirá con una manta para mantener su temperatura corporal.

No se le suministrará agua, bebidas o medicamento alguno y, en caso de hemorragia, se presionarán las heridas con gasas limpias. El empresario notificará el accidente por escrito a la autoridad laboral, conforme al procedimiento reglamentario