



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

Grado en Ingeniería Eléctrica

TRABAJO FIN DE GRADO

TFG. Nº: **770G02A66**

**TÍTULO: INSTALACIONES PARA UNA VIVIENDA CON
MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO
DE LA DOMÓTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES**

AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

TUTOR: MANUEL ÁNGEL GRAÑA LÓPEZ

FECHA: **NOVIEMBRE DE 2014**

Fdo.: EL AUTOR

Fdo.: EL TUTOR

**TÍTULO: INSTALACIONES PARA UNA VIVIENDA CON
MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGETICA
MEDIANTE EL USO DE LA DOMOTICA Y ENERGIAS
RENOVABLES**

ÍNDICE GENERAL

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

FECHA: NOVIEMBRE DE 2014

AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

Fdo.: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

1. ÍNDICE GENERAL

2. Memoria

2.1 Título del trabajo

2.2 Objeto del trabajo

2.3 Alcance

2.4 Peticionario

2.5 Emplazamiento

2.6 Antecedentes

2.7 Normas y referencias

2.7.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

2.7.2 Bibliografía

2.7.3 Programas de cálculo

2.8 Definiciones y abreviaturas

2.9 Requisitos de diseño

2.10 Análisis de soluciones

2.11 Resultados finales

2.12 Planificación

2.13 Orden de prioridad

3. Anexos

3.1 Anexo I: Iluminación

3.1.1 Objeto del anexo**3.1.2 Memoria del alumbrado****3.1.3 Descripción del alumbrado****3.1.4 Estancias analizadas****3.1.5 Resultados para las diferentes estancias****3.1.6 Cálculos luminotécnicos****3.1.7 Ejemplo de cálculo****3.2 Anexo II: Instalación eléctrica****3.2.1 Objeto del anexo****3.2.2 Consideraciones a tener en cuenta****3.2.3 Suministro de energía****3.2.4 Resumen de características****3.2.5 Condiciones generales de ejecución****3.2.6 Descripción de la instalación****3.2.7 Cálculo de la instalación****3.3 Anexo III: Instalación solar fotovoltaica****3.3.1 Objeto del anexo****3.3.2 Características generales****3.3.3 Descripción de los cálculos****3.3.4 Descripción de la instalación**

3.4 Anexo IV: Instalación solar térmica A.C.S - Piscina

3.4.1 Objeto del anexo

3.4.2 Características generales de la instalación

3.4.3 Cálculo de la instalación

3.4.4 Componentes de la instalación

3.5 Anexo V: Fontanería

3.5.1 Objeto del anexo

3.5.2 Dimensionado de tuberías

3.5.3 Dimensionado de las instalaciones

3.5.4 Dimensionado de la red de A.C.S

3.5.5 Reutilización de aguas pluviales

3.6 Anexo VI: Saneamiento

3.6.1 Objeto del anexo

3.6.2 Descripción de la instalación

3.6.3 Red de pequeña evacuación

3.6.4 Red de bajantes

3.6.5 Red de colectores

3.6.6 Cálculo de las instalaciones de evacuación de aguas residuales

3.6.7 Redes de aguas pluviales

3.7 Anexo VII: Domótica

3.7.1 Objeto del anexo**3.7.2 Pilares básicos de la domótica****3.7.3 Elementos que componen el sistema****3.7.4 Sistemas domotizados en la vivienda****3.7.5 Control de la vivienda****3.7.6 Elementos y módulos requeridos para automatizar los sistemas****4. Planos****4.1 Plano de situación****4.2 Plano de situación parcelaria****4.3 Plano de emplazamiento****4.4 Plano de alzados y sección****4.5 Plano de distribución de la vivienda****4.6 Plano de acotación de la vivienda****4.7 Plano de alumbrado interior vivienda****4.8 Plano de alumbrado exterior vivienda****4.9 Plano de fuerza interior vivienda****4.10 Plano de fuerza exterior vivienda****4.11 Esquema unifilar eléctrico****4.12 Esquema instalación solar fotovoltaica****4.13 Esquema instalación solar térmica de A.C.S**

4.14 Disposición del panel de la instalación solar térmica de A.C.S**4.15 Esquema instalación solar térmica Piscina****4.16 Disposición de los paneles de la instalación solar térmica piscina****4.17 Plano de fontanería interior vivienda****4.18 Plano de fontanería exterior vivienda****4.19 Plano de aguas residuales interior vivienda****4.20 Plano de aguas residuales exterior vivienda****4.21 Plano de recogida de aguas pluviales****4.22 Plano de la instalación domótica****5. Pliego de condiciones****5.1 Objeto****5.1.1 Objeto del presente pliego****5.1.2 Documentación del contrato de obra****5.1.3 Compatibilidad y prelación entre los documentos****5.2 Pliego de condiciones generales****5.2.1 Disposiciones generales****5.2.2 Contratos****5.2.3 Seguros****5.2.4 Garantías****5.2.5 Recepción de las instalaciones**

5.2.6 Final

5.3 Pliego de condiciones facultativas

5.3.1 Obligaciones del contratista

5.3.2 Obligaciones de los operarios

5.3.3 Medios auxiliares e impuestos

5.3.4 Materiales

5.3.5 Aumento o disminución de las obras del contrato

5.3.6 Subcontratación de las obras

5.3.7 Seguro de incendios

5.3.8 Plazo de ejecución de las obras

5.3.9 Sanciones por retraso de las obras

5.3.10 Cesión de traspaso

5.3.11 Atribuciones de la Dirección de Obra

5.3.12 Documentación complementaria

5.3.13 Liquidaciones parciales

5.3.14 Recepción provisional

5.3.15 Plazo de garantía de las obras

5.3.16 Recepción definitiva

5.3.17 Libro de órdenes

5.3.18 Datos de la Obra

5.3.19 Trabajos no previstos**5.3.20 Facilidades para la inspección****5.3.21 Certificados y documentación****5.3.22 Relaciones legales y responsabilidades con el público****5.3.23 Documentos que puede reclamar el contratista****5.3.24 Normativa de obligado cumplimiento****5.3.25 Seguridad en el trabajo****5.3.26 Seguridad pública****5.3.27 Rescisión del contrato****5.4 Pliego de condiciones técnicas****5.4.1 Objeto****5.4.2 Campo de aplicación****5.4.3 Condiciones generales****5.4.4 Normas****5.4.5 Condiciones que deben cumplir las unidades de Obra****5.5 Disposición final****6. Estado de mediciones****6.1 Alumbrado****6.2 Instalación eléctrica****6.3 Instalación solar fotovoltaica**

6.4 Instalación solar térmica A.C.S - Piscina**6.5 Fontanería****6.6 Saneamiento****6.6.1 Evacuación de aguas residuales****6.6.2 Evacuación de aguas pluviales****6.7 Domótica****7. Presupuesto****7.1 Alumbrado****7.2 Instalación eléctrica****7.3 Instalación solar fotovoltaica****7.4 Instalación solar térmica A.C.S - Piscina****7.5 Fontanería****7.6 Saneamiento****7.6.1 Evacuación de aguas residuales****7.6.2 Evacuación de aguas pluviales****7.7 Domótica****7.8 Resumen de presupuesto****8. Estudio básico de seguridad y salud****8.1 Antecedentes y datos generales****8.1.1 Justificación del estudio básico de seguridad y salud**

8.1.2 Objeto del estudio básico de seguridad y salud**8.1.3 Datos del trabajo****8.1.4 Descripción del emplazamiento y la obra****8.1.5 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria****8.2 Riesgos laborales****8.2.1 Identificación de riesgos****8.2.2 Análisis de riesgos****8.3 Previsiones para trabajos futuros****8.4 Normas de seguridad aplicables a la obra****8.5 Pliego de condiciones****8.5.1 Empleo y mantenimiento de los medios y equipos de protección****8.5.2 Obligaciones del promotor****8.5.3 Coordinador en materia de seguridad y salud****8.5.4 Plan de seguridad y salud en el trabajo****8.5.5 Obligaciones de contratistas y subcontratistas****8.5.6 Obligaciones de los trabajadores autónomos****8.5.7 Libro de incidencias****8.5.8 Paralización de los trabajos****8.5.9 Derechos de los trabajadores**

8.5.10 Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables en la obra

**TÍTULO: INSTALACIONES PARA UNA VIVIENDA CON
 MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
 MEDIANTE EL USO DE LA DOMÓTICA Y ENERGÍAS
 RENOVABLES**

MEMORIA

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

FECHA: NOVIEMBRE DE 2014

AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

Fdo.: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

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	3
2.7 Normas y referencias	3
2.7.1 Disposiciones legales y normas aplicadas	3
2.7.2 Bibliografía	6
2.7.3 Programas de cálculo	6
2.8 Definiciones y abreviaturas	6
2.9 Requisitos de diseño	7
2.10 Análisis de soluciones	7
2.11 Resultados finales	8
2.12 Planificación	8
2.13 Orden de prioridad	9

2. MEMORIA

2.1 Título del trabajo

Instalaciones para una vivienda con mejoras de la eficiencia energética mediante el uso de la domótica y energías renovables.

2.2 Objeto del trabajo

El presente trabajo tiene como objeto el diseño y cálculo de las instalaciones necesarias para garantizar unas condiciones apropiadas de habitabilidad y un adecuado nivel de confort en la vivienda. Durante el desarrollo de las mismas se tendrán en cuenta las medidas adecuadas para mejorar, dentro de lo posible, la eficiencia energética del sistema teniendo en cuenta que se trata de una edificación con conexión eléctrica a la red.

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

Se ha tenido como referente el cumplimiento de todos los trámites legales a que están sujetos este tipo de instalaciones con el propósito de poder de obtener los oportunos permisos y licencias ante los Organismos correspondientes.

2.3 Alcance

Las obras e instalaciones a realizar en el presente trabajo son:

- Diseño del circuito eléctrico para iluminación y fuerza de la vivienda.
- Instalación solar fotovoltaica para el aporte y venta de energía eléctrica.
- Diseño de captadores solares térmicos con el fin de adecuar la temperatura del agua para uso sanitario.
- Diseño de captadores solares térmicos para acondicionar la temperatura del agua de la piscina.
- Diseño de la instalación domótica para impulsar el ahorro energético, el nivel de confort y aumento de la seguridad en la vivienda.

- Cálculo y diseño de la red de agua fría y agua caliente para la correcta distribución hasta los puntos de consumo.
- Evacuación de aguas residuales.
- Recogida y aprovechamiento de aguas pluviales

2.4 Peticionario

El presente 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 Grado para el alumno.

2.5 Emplazamiento

Las instalaciones objeto del trabajo se llevarán a cabo en la localidad de Bañobre, Miño, en la Provincia de A Coruña, ubicado concretamente en la zona denominada Lugar de Bañobre con coordenadas UTM (Este, Norte, Huso, Hemisferio): 564952.2392651052m, 4801181.540176332m, 29, Norte.

La parcela que figura en los planos adjuntos que forman parte de la documentación gráfica tiene una superficie aproximada de 1241,9m².

2.6 Antecedentes

Se redacta este trabajo asignado por la Escuela Universitaria Politécnica de Ferrol (EUP), con el Título "Instalaciones para una vivienda con mejoras de la eficiencia energética mediante el uso de la domótica y energías renovables" para su presentación como Trabajo Fin de Grado.

2.7 Normas y referencias

2.7.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

En la redacción del presente 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 su 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.

- Norma UNE 157001 de Criterios generales para la elaboración de proyectos.
- Norma UNE 157701 de Criterios generales para la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y posteriores modificaciones.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, RITE.
- Ley y Reglamento de prevención de riesgos laborales
- 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 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.
- Orden IET/221/2013, de 14 de febrero, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2013 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.
- Normas UNE:
 - UNE 20434:1999, Sistema de designación de cables.
 - UNE 20460-5-523:2004, Intensidad máxima admisible según la ITC-BT-19.
 - UNE 20460-4-443:2007, Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobre intensidades.
 - UNE-HD 60364-5-54:2011, Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-54: Selección e instalación de los equipos eléctricos. Puesta a tierra, conductores de protección y conductores de equipotencialidad.
 - UNE-EN 60947-2:2007, Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.
 - UNE EN 60898-1:2004, Accesorios eléctricos. Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.

A la vez que la aplicación de la anterior normativa, y de las reglas al uso, se han tenido en cuenta las pretensiones y posibilidades de la propiedad en todo aquello que ha sido posible.

2.7.2 Bibliografía

Pereda Suquet, Pilar. Proyecto y Cálculo de Instalaciones Solares Térmicas. Madrid. Editorial Fundación COAM. 2006.

Soriano Rull, Alberto; Pancorbo Floristán, F.Javier. Sumisnitro, distribución y evacuación interior de agua sanitaria. Barcelona. Marcombo. 2012.

Monge Mal, Luis. Instalaciones de energía solar térmica para la obtención de ACS en viviendas. Barcelona. Marcombo. 2010.

Pareja Aparicio, Miguel. Energía solar fotovoltaica. Barcelona. Marcombo. 2009.

2.7.3 Programas de cálculo

- MICROSOFT WORD 2010 como tratamiento de textos.
- MICROSOFT EXCEL 2010 para confección de tablas y cálculos.
- ADOBE ACROBAT PRO para crear los documentos en formato pdf.
- AUTOCAD 2014 para el desarrollo gráfico.
- DIALUX 4.12 para los cálculos luminotécnicos.
- PVGIS

2.8 Definiciones y abreviaturas

- REBT: Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e ITC
- CTE: Código Técnico de la Edificación
- ACS: Agua caliente sanitaria
- RD: Real decreto
- Irradiancia: Es la potencia de la radiación solar por unidad de superficie y se expresa en la unidad correspondiente del Sistema Internacional (S.I.), watos por metro cuadrado (W/m²).

- Irradiación: Es la energía que incide por unidad de superficie en un tiempo determinado, y que se expresa en las unidades correspondientes de S.I. kilovatio hora por metro cuadrado (kWh/m²).
- STC: Condiciones estándar de prueba. Se emplean estas siglas para referirse a las condiciones bajo las que han sido probadas las células solares. Las condiciones consideradas como estándar se dan para una irradiancia de 1000 W/m² a una temperatura de 25 °C.
- NOCT: Temperatura nominal operativa de la célula. Es la temperatura que alcanza la célula con una irradiación de 800 W/m², a una temperatura ambiente de 20 °C.
- PVGIS: Photovoltaic Geographical Information System.
- CC: Corriente continua.
- CA: Corriente alterna.
- IDAE: Instituto para la diversificación y ahorro de la energía.

2.9 Requisitos de diseño

Para efectuar el dimensionado de las diferentes instalaciones se tendrá en cuenta como punto de partida la situación geográfica y el nivel de ocupación en la vivienda, estipulado en 7 días a la semana durante la totalidad del año. Por tal motivo no se aplicará ningún factor de corrección en ninguna de las instalaciones diseñadas respecto al número de ocupantes estimado.

Por otra parte es importante tener en cuenta que la presente edificación enlazará con todas las redes públicas de servicios (electricidad, agua, alcantarillado) para satisfacer los requerimientos de las diferentes instalaciones diseñadas, motivo por el cual el grado de eficiencia alcanzado dependerá exclusivamente de los sistemas complementarios empleados (fotovoltaica, solar térmica, domótica) para alcanzar tal fin.

2.10 Análisis de soluciones

Mediante el presente trabajo se pretende diseñar un sistema capaz de garantizar la eficiencia de la instalación mediante la actuación conjunta de las redes

domótica y renovables, teniendo en cuenta los condicionantes y necesidades existentes.

Resumidamente, los objetivos de cada uno de los equipos instalados y su aportación a la causa final determinada, son los siguientes:

- Para satisfacer la demanda de energía eléctrica se instalará un sistema solar fotovoltaico, de forma que pueda ser posible disminuir los requerimientos a la red eléctrica.
- Para dotar la instalación de agua caliente sanitaria se dispondrá de captadores solares térmicos encargados de elevar la temperatura del agua, de forma que sea posible reducir los niveles energéticos precisados para alcanzar tal fin.
- Para conseguir el mayor aprovechamiento de los recursos disponibles, se implantará un sistema automatizado capaz de gestionar los recursos empleados según la necesidad existente en cada momento.

2.11 Resultados finales

Para alcanzar el objeto del presente trabajo se instalarán los siguientes elementos en la vivienda:

- Paneles solares fotovoltaicos.
- Captadores solares térmicos.
- Equipo domótico.

2.12 Planificación

Una vez diseñadas las instalaciones, se procede a su ejecución estableciendo en un orden determinado que permita realizar la obra de la manera más razonable. Así, en primer lugar se procederá al desarrollo de las instalaciones de fontanería y saneamiento, posteriormente se llevaran a cabo las instalaciones de electricidad e iluminación de forma que se pueda aplicar la separación correspondiente entre las redes en construcción y las construidas anteriormente. Finalmente tendrán lugar

las instalaciones renovables y domótica, teniendo en cuenta que para la primera será necesario conocer la disposición más adecuada de los captadores de forma que sea posible obtener el mayor aprovechamiento posible sin que esto suponga un obstáculo para llevar a cabo cualquier tipo de actividad.

2.13 Orden de prioridad

En relación con las posibles discrepancias entre los documentos básicos del trabajo el orden de prioridad es el que viene indicado de forma general en la UNE 157001:2002, sin más consideraciones, es decir:

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria

**TÍTULO: INSTALACIONES PARA UNA VIVIENDA CON
 MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
 MEDIANTE EL USO DE LA DOMÉTICA Y ENERGÍAS
 RENOVABLES**

ANEXOS

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

FECHA: NOVIEMBRE DE 2014

AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

Fdo.: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

3. ANEXOS

3.1 Anexo I: Iluminación

3.2 Anexo II: Instalación eléctrica

3.3 Anexo III: Instalación fotovoltaica

3.4 Anexo IV: Instalación solar térmica A.C.S - Piscina

3.5 Anexo V: Fontanería

3.6 Anexo VI: Saneamiento

3.7 Anexo VII: Domótica

**TÍTULO: INSTALACIONES PARA UNA VIVIENDA CON
 MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
 MEDIANTE EL USO DE LA DOMÓTICA Y ENERGÍAS
 RENOVABLES**

ANEXO I: ILUMINACIÓN

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

FECHA: NOVIEMBRE DE 2014

AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

Fdo.: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

3.1 ILUMINACIÓN	2
3.1.1 Objeto del anexo	2
3.1.2 Memoria del alumbrado	2
3.1.2.1 Consideraciones a tener en cuenta	2
3.1.3 Descripción del alumbrado	7
3.1.4 Estancias analizadas	7
3.1.5 Resultados para las diferentes estancias	13
3.1.6 Cálculos luminotécnicos	13
3.1.6.1 Instalación de alumbrado	13
3.1.6.1.1 Selección de las luminarias	13
3.1.6.1.2 Iluminación	14
3.1.6.1.3 Método de los lúmenes	14
3.1.7 Ejemplo de cálculo	21

3.1 ILUMINACIÓN

3.1.1 Objeto del anexo

El objeto de este anexo es el dimensionado de la instalación de alumbrado en la vivienda en base a los niveles de iluminación requeridos en las diferentes estancias conforme a la legislación y normativas en vigor.

En este anexo también se especifican las características de las luminarias empleadas, así como el número de ellas necesarias en cada zona para alcanzar los niveles mínimos de iluminación. Para llevar a cabo el estudio lumínico en cuestión se especifican las marcas y modelos de las luminarias a emplear, sin embargo, podrán utilizarse otras de características equivalentes o similares.

3.1.2 Memoria del alumbrado

En el apartado de cálculos se puede ver como se ha seleccionado el tipo de alumbrado más adecuado para cada estancia en base al nivel lumínico requerido en cada una de ellas.

Como criterio de partida para el dimensionado de la instalación de alumbrado se decide emplear luminarias de bajo consumo con la menor potencia posible, siempre y cuando se cumplan los requisitos establecidos, con el fin de lograr el mayor aprovechamiento energético posible.

Por otra parte se han tenido en cuenta la calidad de limitación de deslumbramiento directo de cada luminaria y el rendimiento de color de la lámpara recomendado en función de la instalación, controlando que sus valores se encuentren dentro de unos límites aceptables, a pesar de no ser parámetros de obligado control por tratarse de una vivienda unifamiliar.

3.1.2.1 Consideraciones a tener en cuenta

Serán de obligado cumplimiento todos aquellos aspectos recogidos por cualquier artículo del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión que hagan alusión al tipo de instalación objeto de este anexo. En concreto deberán respetarse las cifras

reflejadas en el apartado 4 “puntos de utilización” de la ITC 25 “Número de circuitos y características”.

Los puntos mínimos que se deben disponer en la vivienda según dicha instrucción se agrupan en la siguiente tabla:

Estancia	Circuito	Mecanismo	n.º mínimo	Superf./Longitud
Acceso	C ₁	pulsador timbre	1	—
Vestíbulo	C ₁	Punto de luz Interruptor 10.A	1	— —
	C ₂	Base 16 A 2p+T	1	—
Sala de estar o Salón	C ₁	Punto de luz Interruptor 10.A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	3 (1)	una por cada 6 m ² , redondeado al entero superior
	C ₉	Toma de calefacción	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
	C ₉	Toma de aire acondicionado	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
Dormitorios	C ₁	Punto de luz Interruptor 10.A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	3 (1)	una por cada 6 m ² , redondeado al entero superior
	C ₉	Toma de calefacción	1	—
	C ₉	Toma de aire acondicionado	1	—
Baños	C ₁	Punto de luz Interruptor 10.A	1 1	— —
	C ₂	Base 16 A 2p+T	1	—
	C ₉	Toma de calefacción	1	—
Pasillos o distribuidores	C ₁	Punto de luz Interruptor/Conmutador 10.A	1 1	uno cada 5 m de longitud uno en cada acceso
	C ₂	Base 16 A 2p+T	1	hasta 5 m (dos si L > 5m)
	C ₉	Toma de calefacción	1	—
Cocina	C ₁	Punto de luz Interruptor 10.A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	2	extractor y frigorífico
	C ₃	Base 25 A 2p+T	1	cocina/horno
	C ₄	Base 16 A 2p+T	3	lavadora, lavavajillas; y termo
	C ₅	Base 16 A 2p+T	3 (2)	encima del plano de trabajo
	C ₉	Toma de calefacción	1	—
	C ₁₀	Base 16 A 2p+T	1	secadora
Terraza y Vestidores	C ₁	Punto de luz Interruptor 10.A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
Garajes unifamiliares y Otros	C ₁	Punto de luz Interruptor 10.A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)

Tabla 3.1.2.1.1

En cuanto a niveles de iluminancia requeridos para este tipo de local, no existe ninguna normativa que establezca y especifique los valores exigidos para cada una de las diferentes estancias de la vivienda. Por ello se tomara como referencia, de forma orientativa y generalizada, las cifras manejadas en el informe UNE 41500 de 2001, relativo a la accesibilidad en la edificación y el urbanismo. En el informe citado encontramos en el apartado 5.4 “iluminación”, la siguiente tabla, en la cual se nos proporcionan los niveles de iluminancia requeridos según las características del espacio:

Niveles de iluminación recomendados

Nivel de iluminación lux	Características del espacio
20	Espacios exteriores.
50	Interiores visitados con poca frecuencia sin percepción de detalles.
100	Interiores visitados ocasionalmente con tareas visuales confinadas al movimiento y una pequeña percepción de detalles.
150	Interiores visitados ocasionalmente con tareas visuales requiriendo percepción de detalles o bien con riesgo para personas o productos.
200	Interiores continuamente ocupados, con tareas visuales sin percepción de detalles.
300	Interiores continuamente ocupados, con tareas visuales sencillas (detalles grandes o con contraste).
500-1 000	Interiores con tareas visuales difíciles, indispensable fina distinción de detalles.
>1 000	Interiores con actividades que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste extremadamente difíciles.

Tabla 3.1.2.1.2

Partiendo de esta base, el estudio lumínico de la vivienda se complementa tomando como referencia información fijada por especialistas con experiencia en el sector. En base a estos, los valores de iluminancia media recomendables en las diferentes estancias de la vivienda son los siguientes:

- Cocina: La recomendación para la iluminación general está entre los 200 y 300 lx, aunque podría elevarse en determinadas áreas específicas de trabajo (por ejemplo donde se cortan y preparan los alimentos) hasta valores que podrían alcanzar los 500 lx.
- Dormitorios: En los de los adultos, se aconsejan niveles no muy altos para la iluminación general, entre 50 y 150 lx. Sin embargo, en las cabeceras de las camas se recomiendan luces focalizadas con hasta 500 lx, para poder

realizar actividades que requieran estos niveles (por ejemplo la lectura). En los cuartos de los niños se recomienda un poco más de iluminación general (150 lx) y unos 300 lx si hay una zona de actividades y juegos.

- Salón: La iluminación general puede variar entre unos 100 y 300 lx, aunque para ver la televisión se recomienda que baje a unos 50 lx y para leer, al igual que en el dormitorio, una iluminación focalizada que ronde valores sobre los 500 lx.
- Baños: No hace falta demasiada iluminación, unos 100 lx son suficientes, se estipula que el valor óptimo para el local en general se situaría sobre los 200lx, pudiendo incrementarse en determinadas zonas hasta los 500lx.
- Escaleras, pasillos y otras zonas de paso o poco uso: Lo idóneo es una iluminación general de al menos 100 lx.

Por último será tenido en cuenta, de forma orientativa, el Código Técnico de la Edificación en el Documento Básico HE sobre el ahorro de energía, Sección HE 3, en el cual se establecen determinadas pautas para favorecer el ahorro y conseguir una instalación eficiente energéticamente. Se tomarán como referencia los criterios fijados para los términos de potencia máxima de iluminación (W/m^2) y eficiencia energética ($W/m^2/100lx$) de los locales tratados. Los valores aportados por este documento se recogen en las siguientes tablas:

Potencia máxima de iluminación

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m^2]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Tabla 3.1.2.1.3

Valores límite de eficiencia energética de la instalación

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, <i>salas técnicas</i> y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Tabla 3.1.2.1.4

Junto con los cálculos justificativos, será necesario que figuren, además, los siguientes datos:

- Índice del local (K).
- Número de puntos considerados en el trabajo.
- Factor de mantenimiento (Fm).
- La iluminancia media horizontal mantenida (Em) obtenida.
- El índice de deslumbramiento unificado (UGR).
- Los índices de rendimiento de color (RA) de las lámparas utilizadas.
- El valor de la eficiencia energética de la instalación (VEEI).
- Las potencias de los conjuntos lámpara más equipo.

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m} \quad (3.1.2.1.1)$$

P = Potencia total instalada de lámparas más equipos auxiliares (W).

S = Superficie iluminada (m²).

E_m = Iluminancia media horizontal (lux).

3.1.3 Descripción del alumbrado

Para optimizar el rendimiento energético de la vivienda se implantará tecnología led en todas las estancias analizadas.

Una vez determinados los puntos de luz mínimos requeridos en cada local, se puede proceder al cálculo de la instalación, teniendo en cuenta como punto de partida que la altura de cálculo de los puntos de luz es 2,50 metros en todas las estancias y que la totalidad del alumbrado será dispuesto de manera empotrada.

3.1.4 Estancias analizadas.

A continuación se muestran, de forma resumida, los resultados obtenidos tras el análisis de las diferentes dependencias de la vivienda. Las estancias objeto de este resumen serán el salón, un dormitorio y un baño. Posteriormente se reflejan los resultados obtenidos para el resto de locales analizados en una tabla resumen.

- Salón.



Figura 3.1.4.1

El tipo de luminaria utilizado en esta dependencia es: Philips RS551B 1xLED39S/830 PSU-E MB GC BK. Con característica de emisión de luz:

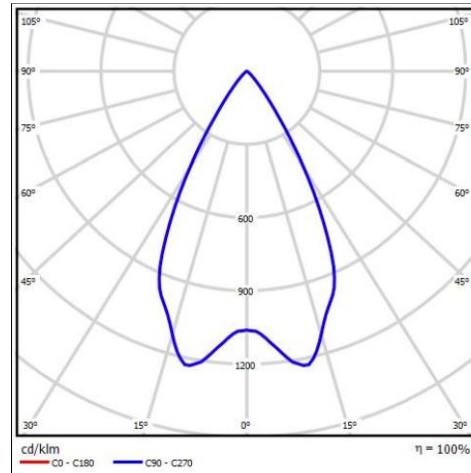


Figura 3.1.4.2

La geometría del local se define a una altura de 2,5 metros con un plano útil colocado a 0,85 metros del suelo. Se propone además la distribución de 4 luminarias dispuestas de la siguiente forma:

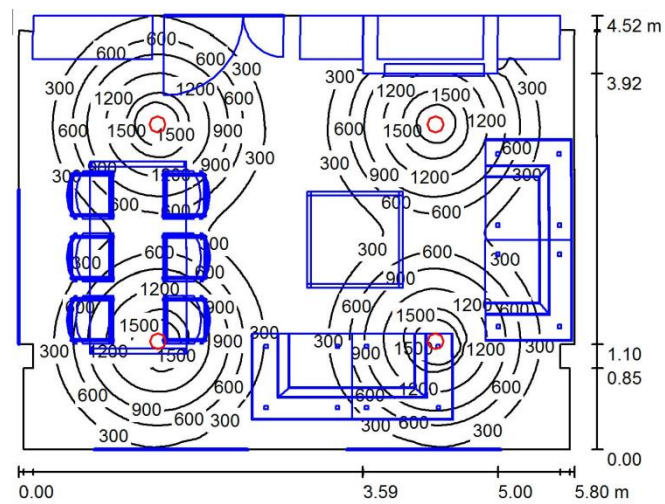


Figura 3.1.4.3

Altura del local: 2.500m, Altura de montaje: 2.650, Factor mantenimiento: 0.80

Los resultados en base a dicha distribución son los siguientes:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	582	62	1543	0.106
Suelo	54	331	9.22	792	0.028
Techo	90	127	45	171	0.359
Paredes (16)	52	113	13	408	/

Tabla 3.1.4.1

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS RS551B 1xLED39S/830 PSU-E MB GC BK	3900	3900	53.0
			Total: 15600	Total: 15600	212.0

Tabla 3.1.4.2

Las tablas enseñadas se complementan con los siguientes valores:

Valor de eficiencia energética: $8.15 \text{ W/m}^2 = 1.40 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 26.01 m^2).

Valor obtenido según superficie de cálculo UGR: 24

- Dormitorio 2.

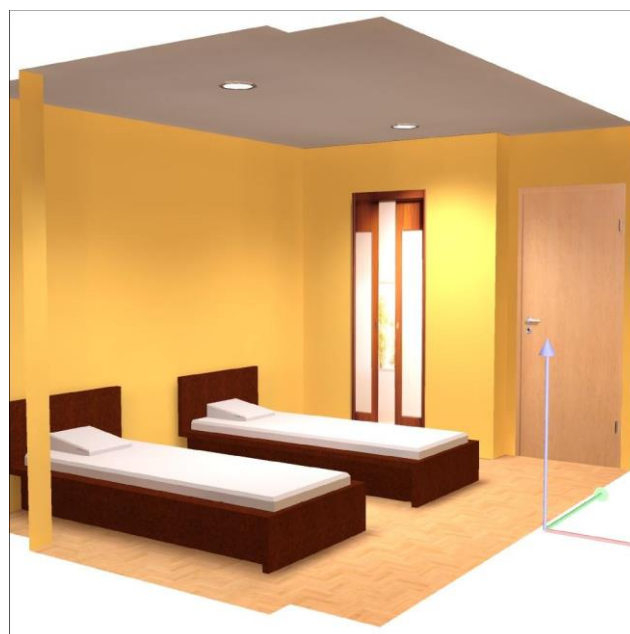


Figura 3.1.4.4

El tipo de luminaria utilizado en esta dependencia es: Philips DN470B 1XLED20S/830 C. Con característica de emisión de luz:

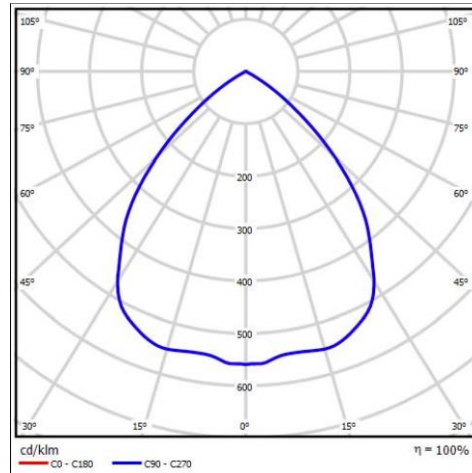


Figura 3.1.4.5

Al igual que en el local anterior se mantienen la altura del local y del plano útil. Se propone en este caso la distribución de 2 luminarias dispuestas de la siguiente forma:

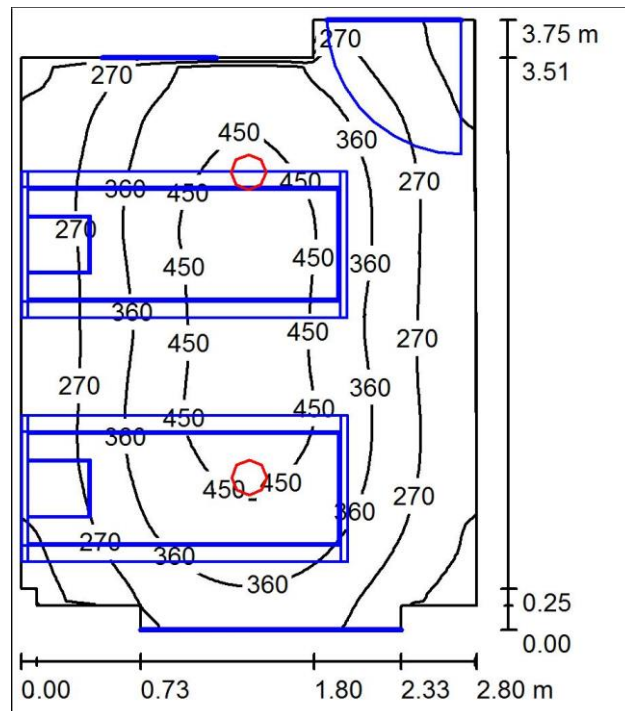


Figura 3.1.4.6

Altura del local: 2.500m, Altura de montaje: 2.595, Factor mantenimiento: 0.80

Los resultados en base a dicha distribución son los siguientes:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	336	69	492	0.204
Suelo	54	147	6.55	307	0.045
Techo	90	82	59	94	0.725
Paredes (16)	52	113	7.29	416	/

Tabla 3.1.4.3

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS DN470B 1XLED20S/830 C (1000)	2200	2200	24.0
			Total: 4400	Total: 4400	48.0

Tabla 3.1.4.4

Las tablas enseñadas se complementan con los siguientes valores:

Valor de eficiencia energética: $4.86 \text{ W/m}^2 = 1.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 9.87 m^2).

Valor obtenido según superficie de cálculo UGR: 23

- Baño 3.



Figura 3.1.4.7

El tipo de luminaria utilizado en esta dependencia es: Philips DN470B 1XLED20S/830 C. Con característica de emisión de luz:

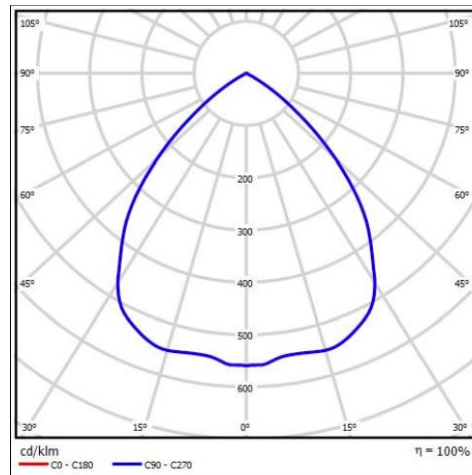


Figura 3.1.4.8

Al igual que en toda la vivienda la altura del local y del plano útil se mantienen respecto al primer ejemplo. Se propone en este caso la distribución de 1 luminaria dispuesta de la siguiente forma:

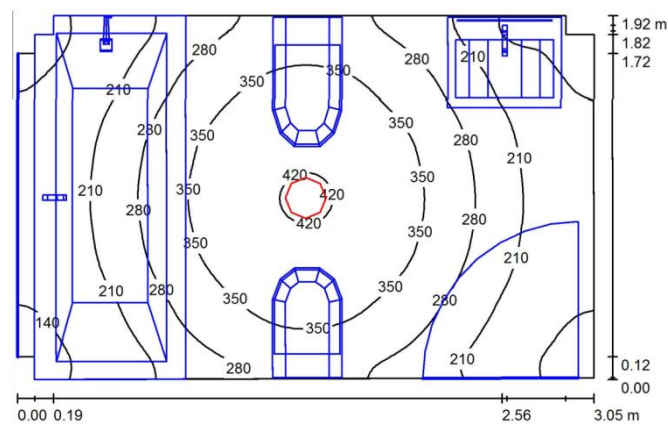


Figura 3.1.4.9

Altura del local: 2.500m, Altura de montaje: 2.595, Factor mantenimiento: 0.80

Los resultados en base a dicha distribución son los siguientes:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	268	81	429	0.304
Suelo	54	128	1.69	230	0.013
Techo	90	71	54	83	0.768
Paredes (16)	52	106	5.63	264	/

Tabla 3.1.4.4

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN470B 1XLED20S/830 C (1000)	2200	2200	24.0
			Total: 2200	Total: 2200	24.0

Tabla 3.1.4.5

Las tablas enseñadas se complementan con los siguientes valores:

Valor de eficiencia energética: $4.15 \text{ W/m}^2 = 1.55 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.79 m^2).

Valor obtenido según superficie de cálculo UGR: 23

3.1.5 Resultados para las diferentes estancias

Dependencia	Tipo luminaria	Nº	P (W)	E_m	UGR	U_0	Ra	VEEI
Vestidor	BBS470	1	8	150	<10	0.806	80	5.74
Dormitorio 3	DN470B	2	48	341	23	0.167	80	1.56
Distribuidor	DN450B	1	14	144	21	0.269	80	2.51
Escaleras	BBG390	2	26	146	<10	0.284	80	3.25
Cocina	DN470B	2	48	272	26	0.336	80	1.40
Lavandería	DN470B	1	24	288	<10	0.489	80	1.66
Recibidor	DN450B	3	42	208	<10	0.383	80	2.12
Baño1	DN570C	1	13	247	<10	0.181	80	1.82
Dormitorio 1	DN470B	2	48	273	24	0.392	80	1.32
Baño 2	DN470B	1	24	287	<10	0.463	80	1.56

Tabla 3.1.5.1 – Resultados Dialux según estancias

3.1.6 Cálculos luminotécnicos

3.1.6.1 Instalación de alumbrado

3.1.6.1.1 Selección de las luminarias

Se ha seleccionado el tipo de alumbrado más adecuado para cada zona en base al nivel de iluminación requerido en función de la actividad a realizar en el lugar, así mismo se ha tenido en cuenta la calidad de limitación de deslumbramiento directo de cada luminaria, y el rendimiento de color de la lámpara más recomendado para una instalación concreta.

3.1.6.1.2 Iluminación

Para realizar el estudio luminotécnico se ha usado el programa de cálculo DIALUX. Todos los cálculos de iluminación se realizarán basándose en el método del flujo o método de los lúmenes, teniendo en cuenta las recomendaciones de la C.I.E. en cuanto a iluminancias de servicio, calidad de la limitación de deslumbramiento directo y grupo de rendimiento de color más recomendado para una instalación concreta. A partir de los datos geométricos del local y de los factores de reflexión (cuyo valor depende de los colores de la pared, techo y suelo), se obtienen como resultado los parámetros más significativos del estudio: iluminancia media en servicio, calidad de deslumbramiento directo, factor de mantenimiento, factor de utilización, etc.

El procedimiento empleado por el programa informático se desarrolla en el siguiente apartado.

3.1.6.1.3 Método de los lúmenes

La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Es muy práctico y fácil de usar, y por ello se utiliza mucho en la iluminación de interiores cuando la precisión necesaria no es muy alta como ocurre en la mayoría de los casos.

El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente diagrama de bloques:

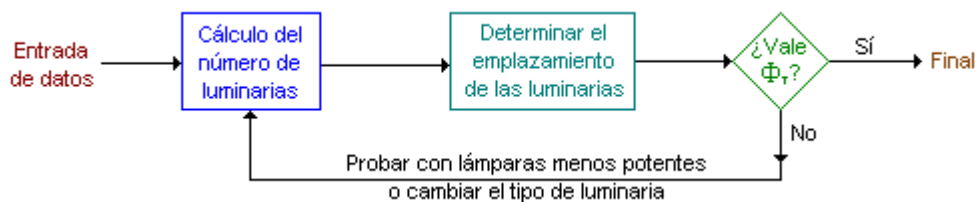


Imagen 3.1.6.1.3.1

- Datos de entrada:

1. Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente de 0,85 m.

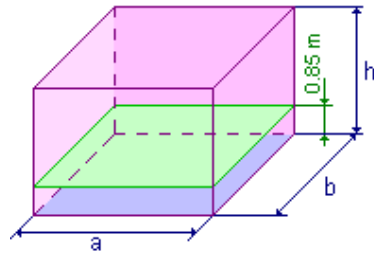


Imagen 3.1.6.1.3.2

2. Determinar el nivel de iluminancia media (E_m). Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local y se puede encontrar tabulados en normas y recomendaciones.
3. Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente,...) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.
4. Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a las necesidades y las luminarias correspondientes.
5. Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido

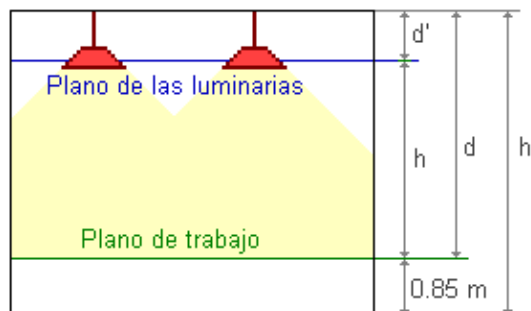


Imagen 3.1.6.1.3.3

h : altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

h' : altura del local.

d : altura del plano de trabajo al techo.

d' : altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

6. Calcular el índice del local (k) a partir de la geometría de este. En el caso del método europeo se calcula como:

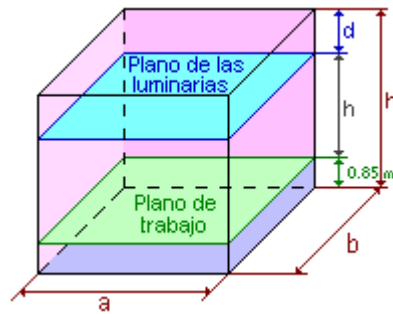


Imagen 3.1.6.1.3.4

- Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa:

$$K = \frac{a \times b}{h \times (a + b)} \quad (3.1.6.1.3.1)$$

- Iluminación indirecta y semidirecta:

$$K = \frac{3 \times a \times b}{2 \times (h + 0,85) \times (a + b)} \quad (3.1.6.1.3.2)$$

Donde k es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar 10 o un número mayor en los cálculos es despreciable.

7. Determinar los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado.

Se tomarán los siguientes valores:

- Suelo: 30%.
- Techo: 70%.
- Paredes: 50%.

8. Determinar el factor de utilización (η , CU) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran

los fabricantes. En las tablas se encuentran para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Si no se pueden obtener los factores por lectura directa será necesario interpolar.

FACTORES DE REFLEXIÓN										
Techo	0,8		0,7				0,5		0,3	
Paredes	0,7		0,7		0,5		0,3		0,3	
Suelo	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Índice del local	Rendimiento del local									
0,60	0,72	0,66	0,70	0,65	0,58	0,56	0,50	0,55	0,49	0,49
0,80	0,83	0,76	0,81	0,74	0,70	0,66	0,60	0,64	0,59	0,59
1,00	0,91	0,81	0,88	0,80	0,77	0,72	0,66	0,71	0,66	0,65
1,25	0,98	0,87	0,95	0,85	0,85	0,79	0,73	0,77	0,73	0,72
1,50	1,02	0,90	0,99	0,88	0,90	0,82	0,77	0,81	0,76	0,75
2,00	1,01	0,94	1,05	0,94	0,97	0,88	0,83	0,86	0,82	0,81
2,50	1,12	0,97	1,09	0,95	1,02	0,91	0,87	0,89	0,86	0,85
3,00	1,15	0,99	1,11	0,97	1,05	0,93	0,90	0,91	0,89	0,87
4,00	1,19	1,01	1,14	0,99	1,09	0,96	0,94	0,94	0,92	0,90
5,00	1,21	1,02	1,16	1,01	1,12	0,98	0,961	0,96	0,94	0,92

Tabla 3.1.6.1.3.1 – Factores de reflexión

9. Determinar el factor de mantenimiento (f_m) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Este factor se obtiene por multiplicación de tres factores: la depreciación del flujo de la lámpara, la depreciación de la luminaria y la depreciación de la superficie de la habitación. Para una limpieza periódica anual se pueden considerar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento (f_m)
Limpio	0,8
Sucio	0,6

Tabla 3.1.6.1.3.2

- Cálculos:

1. Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello se aplicará la fórmula:

$$\Phi_T = \frac{E \times S}{\eta \times f_m} \quad (3.1.6.1.3.3)$$

Donde:

- Φ_T = es el flujo luminoso total.
- E = es la iluminancia media deseada.
- S = es la superficie del plano de trabajo.
- η = es el factor de utilización.
- f_m = es el factor de mantenimiento.

2. Cálculo del número de luminarias. Para ello se aplicará la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\Phi_T}{n \times \Phi_{Lum}} \quad (3.1.6.1.3.4)$$

Redondeando por exceso.

Donde:

- N = es el número de luminarias.
- Φ_T = es el flujo luminoso total.
- Φ_{Lum} = es el flujo luminoso de una lámpara.
- n = es el número de lámparas por luminaria.

3. Volver a Calcular la Iluminancia Media E_m

Con el redondeo por exceso del número de luminarias, se aumenta el flujo emitido por el conjunto total de las lámparas. Por ello se debe recalcular la E_m , y debe ser superior a la de diseño que hemos adoptado para el uso.

La fórmula es la misma pero despejando E.

$$E_m = \frac{\Phi_T \times \eta \times f_m}{S} \quad (3.1.6.1.3.5)$$

- Emplazamiento de las luminarias.

Una vez ha sido calculado el número mínimo de luminarias se procede a distribuir las sobre la planta del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas.

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total} \times ancho}{Largo}} \quad N_{ancho} = \sqrt{N_{ancho} \times \left(\frac{largo}{ancho}\right)}$$

(3.1.6.1.3.6)

Donde N es número de luminarias.

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo.

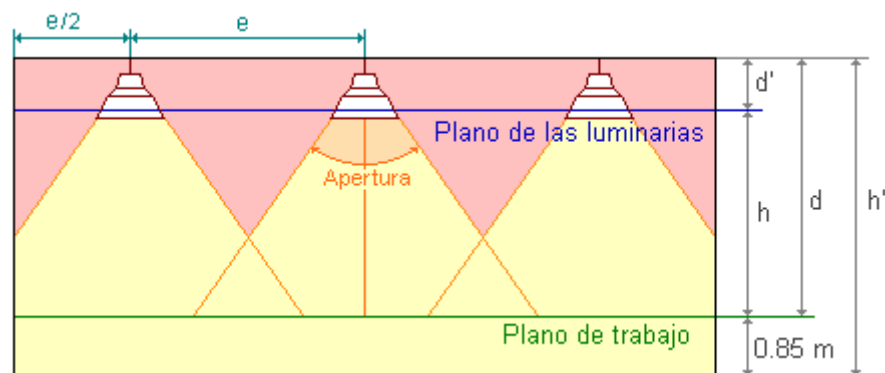
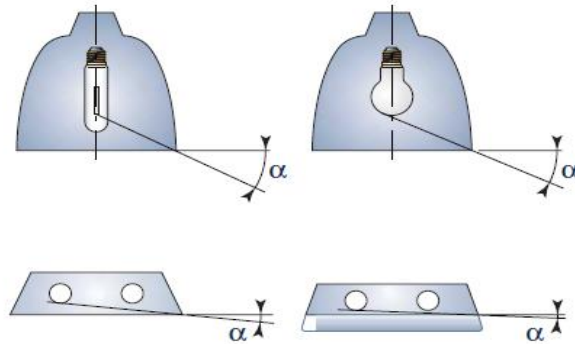


Imagen. 3.1.6.1.3.5

Como se puede ver fácilmente, mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará, aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y como dice la ley inversa de los cuadrados.



Ángulos de apantallamiento para varia luminarias.

Imagen. 3.1.6.1.3.6

De la misma manera, se observa que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia).

Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias se pueden resumir como sigue:

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
Intensiva	>10 m.	$e \leq 1,2 h.$
Extensiva	6 – 10 m.	$e \leq 1,5 h.$
Semiextensiva	4 – 6 m.	
Extensiva	$\leq 4 m.$	$e \leq 1,6 h.$
Distancia pared-luminaria $e/2$.		

Tabla 3.1.6.1.3.3

Si después de calcular la posición de las luminarias se encuentra que la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme.

Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva.

En estos casos conviene rehacer los cálculos probando a usar lámparas menos potentes, más luminarias con menos lámparas.

- Comprobación de los resultados.

Por último, queda comprobar la validez de los resultados mirando si la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas.

$$E_m = \frac{n \times \Phi_{Lum} \times \eta \times f_m \times f_c}{S} \geq E_{tablas} \quad (3.1.6.1.3.7)$$

3.1.7 Ejemplo de cálculo

La dependencia a realizar a modo de ejemplo es el dormitorio 2:

- Largo: 3,75 m
- Ancho: 2,80m
- Plano útil: 0,85 m

Cuyos factores de reflexión son:

- Techo: 90
- Suelo: 54
- Paredes: 52

Datos de la instalación:

- Nivel de iluminancia media requerida: $E_m = 200 \text{ lux}$.
- Tipo de lámpara: LED de 24 W
- Tipo de luminaria: Downlight LED.
- Número de lámparas por luminaria: $n=1$
- Flujo luminoso: $\Phi_L = 2200 \text{ lm}$.
- Flujo luminoso de una luminaria: $\Phi_L = 2200 \text{ lm}$.
- Factor de mantenimiento $F_m=0,8$.
- Altura del local: $h'=2.50 \text{ m}$.
- Altura del suelo al plano de trabajo: $d=0,85 \text{ m}$.
- Altura entre el plano de las luminarias y el techo: $d'=0 \text{ m}$ (lámparas empotradas)
- Altura entre el plano de trabajo y las luminarias: $h = 2,5 - 0,85 = 1,65 \text{ m}$.

Cálculo índice del local (iluminación directa):

$$K = \frac{a \times b}{h \times (a+b)} = \frac{2,80 \times 3,75}{1,65 \times (2,80+3,75)} = 0,9715$$

El “factor de rendimiento” del local se buscará en la tabla teniendo en cuenta el factor de reflexión de techo, paredes, suelo y el índice del local, en este caso se debe interpolar entre los cuatro valores resaltados en la tabla 3.1.6.1.3.1, tomando los factores de reflexión más próximos a los de nuestra estancia, ya que no es posible entrar directamente con los datos que disponibles.

Para el valor de $k=0,9715$, se interpola:

$$\frac{1-0,9715}{1-0,8} = \frac{0,77-x}{0,77-0,7}$$

El rendimiento del local en este caso será: $x = 0,76$

Rendimiento de la luminaria η_L : Es la relación entre el flujo emitido por la luminaria y el total de la lámpara. Lo proporciona el fabricante de la luminaria, se puede ver en la esquina inferior del diagrama polar de la luminaria, en nuestro caso $\eta_L = 1$

El rendimiento de la iluminación:

$$\eta = \eta_R \times \eta_L \quad (3.1.7.1)$$

Cálculo del flujo luminoso total:

$$\Phi_T = \frac{ExS}{n \times f_m} = \frac{200 \times 3,32 \times 4,2}{(0,76 \times 1) \times 0,8} = 3453,95 \text{ lum}$$

Cálculo del número de lámparas:

$$N = \frac{\Phi_T}{n \times \Phi_{Lum}} = \frac{3452,95}{1 \times 2230} \approx 1,57 \rightarrow \text{Se colocan 2 lámparas}$$

Se determina a continuación el valor de la iluminancia media:

$$E_m = \frac{2 \times 2200 \times 1 \times 0,76 \times 0,8}{2,8 \times 3,75} = 254,78 \text{ lux} \geq 200 \text{ lux}$$

Eficiencia energética:

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m} \quad (3.1.7.2)$$

P = Potencia total instalada de lámparas más equipos auxiliares (W).

S = Superficie iluminada (m²).

E_m = Iluminancia media horizontal (lux).

La potencia instalada en iluminación será:

$$P = \frac{n^{\circ} \text{ lamparas } \times \text{ potencia unitaria}}{\text{superficie}} = \frac{2 \times 24}{2,8 \times 3,75} = 4,57 \frac{W}{m^2}$$

De esta manera se puede comprobar que la potencia instalada por metro cuadrado en la vivienda está muy por debajo de los valores establecidos según el documento básico del Código Técnico de la Edificación HE 3, que ha sido tomado como referencia, teniendo en cuenta que la potencia de lámparas y equipos auxiliares para el caso más restrictivo no debería ser superior a 10 W/m² según el apartado “otros” de la tabla 3.1.2.1.3, en el que situamos el recinto. Esta mención se realiza para tener un referente sobre el cuál sustentar la eficiencia del local, ya que en viviendas no existe ninguna normativa de obligado cumplimiento.

**TÍTULO: INSTALACIONES PARA UNA VIVIENDA CON
MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
MEDIANTE EL USO DE LA DOMÓTICA Y ENERGÍAS
RENOVABLES**

ANEXO II: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

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

FECHA: NOVIEMBRE DE 2014

AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

Fdo.: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

3.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	3
3.2.1 Objeto del anexo	3
3.2.2 Consideraciones a tener en cuenta	3
3.2.3 Suministro de energía.....	3
3.2.4 Resumen de características.....	3
3.2.4.1 Grado de electrificación	4
3.2.4.2 Superficie útil de la vivienda	4
3.2.4.3 Potencia máxima admisible	4
3.2.4.4 Potencia instalada.....	4
3.2.4.5 Potencia a contratar	5
3.2.4.6 Tensión de alimentación	5
3.2.5 Condiciones generales de ejecución	5
3.2.6 Descripción de la instalación.....	7
3.2.6.1 Acometida.....	7
3.2.6.2 Caja general de protección y medida, CPM.....	8
3.2.6.3 Derivación individual	9
3.2.6.4 Cuadro general de protección	9
3.2.6.5 Canalizaciones	10
3.2.6.6 Conductores	12
3.2.6.7 Montaje de los circuitos interiores y exteriores	14
3.2.6.8 Tomas de corriente	14
3.2.6.9 Aparatos de conexión y corte	14
3.2.6.10 Protección contra contactos indirectos.....	15
3.2.6.11 Protección contra sobretensiones	16
3.2.6.12 Tomas de tierra	16

3.2.7 Cálculo de la instalación	17
3.2.7.1 Cálculo de las líneas por criterio de intensidad máxima.....	17
3.2.7.2 Cálculo de las líneas por caída de tensión máxima admisible	18
3.2.7.3 Factores de simultaneidad, utilización y sobreintensidad	21
3.2.7.4 Corriente de cortocircuito	22
3.2.7.5 Soluciones obtenidas	23

3.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.2.1 Objeto del anexo

El presente anexo tiene por finalidad definir, describir y calcular los requisitos técnicos de la instalación eléctrica correspondiente a una vivienda unifamiliar de dos plantas construida sobre un terreno de 1241,9m², sobre el cual se prevé disponer de garaje, piscina y jardín.

Para el desarrollo del presente documento se considerarán los receptores básicos y los requerimientos de las instalaciones de fuerza y alumbrado en cada estancia de la vivienda, de forma que se garantice una confortable habitabilidad en la misma.

Para asegurar la fiabilidad y seguridad de cada una de las instalaciones diseñadas se tendrán en cuenta las normativas y disposiciones legales pertinentes y de obligado cumplimiento.

3.2.2 Consideraciones a tener en cuenta

Para dimensionar la instalación eléctrica se utilizará el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) así como el Código Técnico de la Edificación (CTE) y todas las normas UNE aplicables a la instalación en concreto.

En cuanto al diseño de la misma, ante un futuro montaje de los sistemas de calefacción y aire acondicionado, los circuitos destinados a tales efectos serán considerados durante el dimensionado de la instalación

3.2.3 Suministro de energía

El suministro eléctrico será realizado por la empresa Gas Natural Fenosa, empresa suministradora de la zona. El cliente, según las circunstancias, debido a la liberalización del mercado de la energía eléctrica podrá negociar con otra empresa comercializadora el coste de la misma.

3.2.4 Resumen de características

3.2.4.1 Grado de electrificación

Según lo estipulado en la instrucción ITC-BT-10 del REBT, se considerará como vivienda con grado de electrificación elevada aquella que se encuentre en alguna de las siguientes situaciones:

- Se supera la previsión de aparatos electrodomésticos básicos.
- Se prevé la utilización de sistemas de calefacción eléctrica y/o aire acondicionado.
- La superficie útil de la vivienda es superior a los 160m².

En la vivienda objeto del presente trabajo se dan al menos dos de los tres casos citados, por lo tanto se le asigna el grado de electrificación elevada.

3.2.4.2 Superficie útil de la vivienda

Será la suma de la superficie útil de las plantas baja y alta. Según los planos disponibles, se dispone una superficie útil de 140,95m² en la planta inferior y 37,70m² en la planta superior, que en conjunto suponen un total de 178,65m².

3.2.4.3 Potencia máxima admisible

Será la marcada por el producto de la tensión simple requerida en la instalación y la intensidad máxima admisible del conductor seleccionado para la derivación individual. En la presente instalación monofásica, la intensidad máxima admisible por el cable de 25mm² con aislamiento de PVC, o equivalente, según la tabla 7.5 de la ITC-BT-07 para cables con conductores de cobre enterrados es de 140A, que tras aplicar los factores de corrección por tratarse de cables unipolares (1,225) y que discurren bajo un mismo tubo (0,8) quedan en 137,2A. Con lo cual la potencia máxima admisible será de:

$$P_{\text{max.adm}} = 230V * 137,2A = 31,556kW$$

3.2.4.4 Potencia instalada

Será la correspondiente a la suma de los servicios de alumbrado y fuerza requeridos en la instalación en base a los receptores establecidos, tal y como se

refleja en el apartado de cálculos del presente anexo. Sumando la potencia total de las tablas 3.2.7.5.1 y 3.2.7.5.2, se tiene que la potencia instalada en la edificación será de 36,82kW.

3.2.4.5 Potencia a contratar

Se estipula contratar con la compañía distribuidora el valor mínimo asignado en base al grado de electrificación de la vivienda correspondiente a 9200W, para disponer entre las diferentes cargas de la edificación. Se considera que dicha potencia será suficiente para garantizar el confortable funcionamiento de la instalación eléctrica de la vivienda en base a los receptores establecidos, al grado de utilización de los mismos y a que se dispondrá de una instalación solar fotovoltaica que complementara el aporte de energía en la vivienda.

3.2.4.6 Tensión de alimentación

Se suministrará por parte de la compañía distribuidora la tensión fase-neutro (230V) necesaria para garantizar el funcionamiento de todos los receptores estipulados en la vivienda. No será necesario el suministro trifásico en esta instalación debido a que se carece de carga alguna que obligue a disponer de dicha tensión de alimentación.

3.2.5 Condiciones generales de ejecución

La instalación se realizara conforme a lo estipulado por el REBT en las diferentes ITC vinculadas al objeto de este anexo, de tal forma que sea posible dotar la vivienda de los equipos necesarios para habilitar la instalación eléctrica cumpliendo con los estándares requeridos.

A continuación se describe el esquema correspondiente a la instalación eléctrica de la vivienda unifamiliar objeto de este anexo:

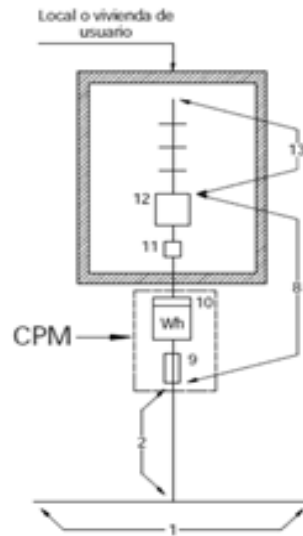


Figura 3.2.5.1 Esquema para un único usuario

Dónde:

1. Red de distribución.
2. Acometida.
8. Derivación Individual.
9. Fusible de seguridad.
10. Contador.
11. Caja para interruptor de control de potencia.
12. Dispositivos generales de mando y protección.
13. Instalación interior.

Para calcular el valor de la sección de la derivación individual se tendrá en cuenta el nivel de electrificación especificado para la instalación según la instrucción ITC-BT-10, que como se mencionó antes, será en este caso de 9200w. A efectos de las intensidades admisibles por cada sección, se tendrá en cuenta lo que se indica en la instrucción ITC-BT-19 y para el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados, lo dispuesto en la instrucción ITC-BT-07.

Según la instrucción ITC-BT-13, apartado 2, al tratarse de una vivienda unifamiliar y no existir línea general de alimentación, la caja general de protección, CGP, que

incluye el contador y fusibles de protección se denominará caja de protección y medida, CPM.

La sección de los conductores a utilizar se determinara de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3% de la tensión nominal para cualquier circuito de la vivienda.

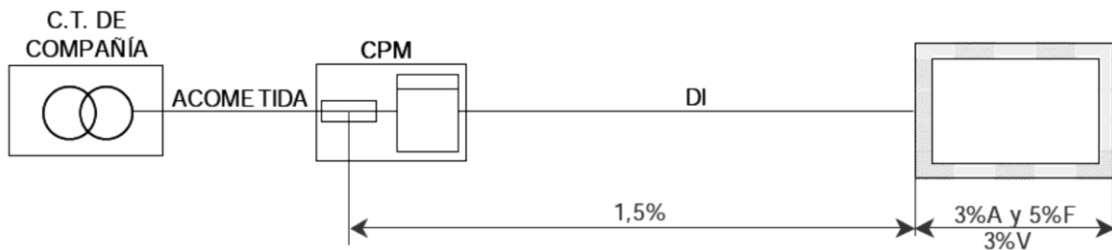


Figura 3.2.5.2 Caídas de tensión máximas permisibles para un único usuario

La instalación será realizada por un instalador autorizado y en posesión del certificado de instalador electricista, expedido por la delegación provincial de industria y energía, ateniéndose en todo al reglamento electrotécnico de baja tensión del ministerio de industria y a las normas establecidas por la empresa suministradora.

La potencia eléctrica total que demandará la instalación será la que resulte de aplicar a la potencia total instalada unos coeficientes que vendrán determinados por la normativa a seguir.

Los coeficientes a los que se hace referencia son los expuestos a continuación:

- Coeficiente de simultaneidad (kS). Este parámetro dará una idea de la no coincidencia temporal en la demanda de potencia de cargas.
- Coeficiente de utilización (kU). Este factor tendrá en cuenta el hecho de que durante su funcionamiento, una carga puede demandar una potencia inferior a su potencia nominal. Este factor considerara la relación Potencia consumida / Potencia nominal.

3.2.6 Descripción de la instalación

3.2.6.1 Acometida

La acometida será la encargada de enlazar la red de distribución con la caja general de protección y medida de la vivienda. En base a la situación geográfica de la propiedad, el modelo de enlace adecuado será el aéreo tensado sobre poste y será la compañía suministradora la encargada de atender a su montaje.

Para su ejecución se respetarán las pautas y condiciones marcadas por el REBT en la instrucción ITC-BT-06, tales como distancias en altura, proximidades, cruzamientos y paralelismo. En cualquier caso, dado el montaje elegido, es fundamental que la acometida tenga una altura mínima sobre calles y carreteras no inferior a los 6m.

En cuanto a su constitución, se emplearán cables con tensión de aislamiento 0,6/1 Kv según lo establecido en la instrucción técnica mencionada anteriormente.

3.2.6.2 Caja general de protección y medida, CPM

En este caso en particular, al tratarse de un suministro para un único usuario, la caja general de protección y medida alojará los elementos de protección de la derivación individual y a su vez albergará los dispositivos requeridos para el control de la energía eléctrica.

De acuerdo con la instrucción ITC-BT-13, la CPM se instalará en un lugar libre y de permanente acceso, en concreto se decide instalarla en el punto de acceso a la propiedad de forma que facilite la realización de las tareas que tengan que llevar a cabo empleados de la compañía eléctrica.

El tipo de CPM a utilizar corresponderá a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la administración pública competente. En cualquier caso la caja será precintable y deberá cumplir con todas las normativas referentes al grado de inflamabilidad y grado de protección señaladas en las normativas indicadas en el apartado 2.2 de la instrucción citada anteriormente.

El equipo de medida de la energía eléctrica en la vivienda estará situado a una altura comprendida entre 0,7m y 1,8m. Será un contador monofásico bidireccional

encargado de marcar los valores respectivos del consumo en la vivienda y de generación por parte de los equipos de la instalación fotovoltaica.

Los fusibles generales alojados en el interior de la caja general de protección y medida serán mínimo de 40A, según la energía contratada, pudiendo llegar a emplearse fusibles de mayor calibre si el cliente contempla la posibilidad de aumentar en un futuro la energía estipulada y consigue acordarlo con la compañía.

3.2.6.3 Derivación individual

La derivación individual será la encargada de conducir la energía eléctrica hasta la instalación del usuario, su recorrido empieza en la CPM y termina en el cuadro general de protección de la vivienda.

En lo referido al montaje, la derivación individual discurrirá en conductores aislados en el interior de tubos enterrados hasta enlazar con el cuadro general de protección de la vivienda y respetará todos aquellos aspectos señalados en la instrucción ITC-BT-15 referidos a las características y forma de instalación de la misma.

En cualquier caso, los conductores empleados serán unipolares con tensión asignada de 0,6/1kV, según establece la instrucción mencionada anteriormente al tratarse de una derivación individual en el interior de tubos enterrados, siendo la designación del modelo empleado Prysmian Afumex 1000V(AS) o equivalente.

3.2.6.4 Cuadro general de protección

- **Situación**

Estará situado junto a la puerta de entrada, tal y como establece el REBT y se refleja en los planos de la documentación gráfica del presente trabajo. En su interior se colocará la caja para el interruptor de control de potencia en compartimiento independiente y precintable inmediatamente antes de los demás dispositivos de mando y protección de la vivienda.

La altura a la cual se situaran los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los diferentes circuitos existentes en la instalación, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1,4 y 2m.

- **Composición y características**

Los dispositivos generales de mando y protección se ubicarán en el interior del cuadro general de protección, de donde partirán los circuitos interiores.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE-20451 y UNE-EN-60439-3 con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20324 e IK07 según UNE-EN 500102.

Los dispositivos generales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte unipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte unipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23 si fuese necesario.

Dado que en la presente instalación se decide emplear un interruptor diferencial por grupo de circuitos, cumpliendo con lo estipulado en el apartado 2.3.2 de la ITC-BT-25 donde se manifiesta que como mínimo se dispondrá un diferencial por cada cinco circuitos instalados, es posible prescindir del interruptor diferencial general siempre y cuando queden protegidos todos los circuitos.

Cerca de cada uno de los interruptores se colocará una placa indicativa del circuito al que pertenecen.

3.2.6.5 Canalizaciones

Las características del tubo se elegirán de acuerdo a las acciones a las que se verá sometido, sus condiciones de puesta en obra y las características en donde se realizará la instalación y siempre teniendo en cuenta la finalidad del elemento a abastecer, todo esto cumpliendo las prescripciones descritas en la instrucción ITC-BT-21.

Según el apartado 1.2 de la citada instrucción, los tubos deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados, respetando siempre los valores mínimos fijados en la tabla 1 de la instrucción ITC-BT-25. Para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores. En este caso, en la presente instalación se trata de tubos aislantes corrugados y rígidos curvables en caliente, por lo tanto los diámetros mínimos vendrán dados por las tablas 5 y 9 de la citada instrucción ITC-BT-21, debido a que la instalación discurre mediante canalizaciones empotradas, en el interior de la vivienda, y en canalizaciones enterradas en el exterior.

En la siguiente tabla figuran los diámetros mínimos de los tubos según la sección y el número de conductores:

Sección nominal dos conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior dos tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1.5	12	12	16	16	16
2.5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75

120	40	50	63	63	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Tabla 3.2.6.5.1 – Diámetro exterior mínimo de los tubos

3.2.6.6 Conductores

Se instalarán conductores unipolares rígidos de cobre con aislamiento PVC en la totalidad de la instalación. En la instalación interior se emplearán conductores tipo ES07Z1 con tensión de aislamiento 450/750V. Para los consumos ubicados en el exterior se dispondrán conductores tipo RZ1-K, teniendo en cuenta que será necesario utilizar conductores de sección mínima de 6mm² y tensión de aislamiento 0,6/1KV, al tratarse de conductores enterrados.

Estos conductores serán fácilmente identificables según los siguientes colores:

- Negro, marrón o gris para los conductores de fase, preferentemente se utilizará el color negro al tratarse de una vivienda unifamiliar.
- Azul claro para conductores de neutro.
- Amarillo-verde para conductores de protección.

Los conductores de protección serán de cobre, con el mismo aislamiento que los conductores activos y se instalarán por las mismas canalizaciones que estos. La relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase se especifica en la Tabla 2 de la ITC-BT-18 p.5 del REBT que se muestra a continuación:

Sección de los conductores de fase de la instalación	Sección mínima de los conductores de protección
S (mm ²)	Sp (mm ²)
Hasta 16 mm ²	Sp=S

De 16 a 35 mm ²	Sp=16
superiores a 35 mm ²	Sp= S/2

Tabla 3.2.6.6.1– Sección de los conductores según ITC-BT-18

En nuestro caso al tratarse de un consumo monofásico, la sección a emplear para el conductor de protección será la misma que la del conductor de fase.

A continuación se refleja en la siguiente tabla los conductores empleados en cada uno de los diferentes circuitos que constituyen la instalación eléctrica de la vivienda, siendo válidos también otros modelos de conductores equivalentes.

Circuito	Descripción	Cable
C1-P.B	Alumbrado Planta Baja	Prysmian Afumex 750V Quick system (AS) 2x(1x1,5mm ²)+TT
C1-P.A	Alumbrado Planta Alta	Prysmian Afumex 750V Quick system (AS) 2x(1x1,5mm ²)+TT
C2	Tomas Uso General (Interior)	Prysmian Afumex 750V Quick system (AS) 2x(1x2,5mm ²)+TT
C3	Cocina y Horno	Prysmian Afumex 750V Quick system (AS) 2x(1x6mm ²)+TT
C4-LA	Lavadora	Prysmian Afumex 750V Quick system (AS) 2x(1x4mm ²)+TT
C4-LV	Lavavajilla	Prysmian Afumex 750V Quick system (AS) 2x(1x4mm ²)+TT
C4-T	Termo	Prysmian Afumex 750V Quick system (AS) 2x(1x4mm ²)+TT
C5	Baño y Cuarto de Cocina	Prysmian Afumex 750V Quick system (AS) 2x(1x4mm ²)+TT
C6	Alumbrado Exterior	Prysmian Afumex 1000V (AS) 2x(1x6mm ²)+TT
C7	Tomas Uso General (Exterior)	Prysmian Afumex 1000V (AS) 2x(1x6mm ²)+TT
C8	Calefacción	Prysmian Afumex 750V Quick system (AS) 2x(1x6mm ²)+TT
C9	Aire Acondicionado	Prysmian Afumex 750V Quick system (AS) 2x(1x6mm ²)+TT
C10	Secadora	Prysmian Afumex 750V Quick system (AS) 2x(1x2,5mm ²)+TT
C11	Automatización (Domótica)	Prysmian Afumex 750V Quick system (AS) 2x(1x1,5mm ²)+TT

Tabla 3.2.6.6.2 – Conductores de los circuitos básicos de la instalación

Circuito	Descripción	Cable
C12	Bomba Pluviales	Prysmian Afumex 1000V (AS) 2x(1x6mm ²)+TT

Tabla 3.2.6.6.3 – Conductores de los motores de la instalación

3.2.6.7 Montaje de los circuitos interiores y exteriores

El montaje de los distintos circuitos interiores de la vivienda se realizará para conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes, aspecto a tener en cuenta a la hora de determinar la intensidad máxima admisible por el conductor, fijada en la tabla 1 de la instrucción ITC-BT-19.

Los circuitos exteriores de la vivienda irán enterrados bajo tubo, motivo por el cual su intensidad máxima admisible vendrá dada por lo establecido en la tabla 7.5 de la ITC-BT-07 de intensidades máximas admisibles para conductores enterrados y los factores de corrección aplicables al tratarse de cables unipolares (1,225) que discurren bajo un mismo tubo (0,8).

Las distintas intensidades admisibles se determinan atendiendo a sección del conductor, el tipo de conductor (en toda la vivienda es conductor de cobre) y el tipo de montaje elegido.

3.2.6.8 Tomas de corriente

Para el diseño de la instalación proyectada, se prevé exclusivamente el uso de tomas de corriente monofásicas de 16A y 25A para satisfacer las necesidades existentes en la vivienda.

En total, serán necesarias 31 bases de 16A 2p+T y 1 base de 25A 2p+T según el diseño estimado de la instalación.

3.2.6.9 Aparatos de conexión y corte

Para tal fin, se dispondrán interruptores automáticos magnetotérmicos, situados en el origen de los circuitos, encargados de proteger contra los defectos de las sobre intensidades a todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el neutro. Su intensidad nominal será, como máximo, igual al valor de la intensidad máxima admisible de servicio del conductor protegido, según *ITC-BT-*

22 y tendrá un poder de corte que estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión.

Los aspectos requeridos para los dispositivos de protección se recogen en la norma UNE 20460-4-43. Teniendo así mismo que la norma UNE 20460-4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20460-4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuitos, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión, resumiendo los diferentes casos en la tabla 1 de la ITC-BT-22 p.3, apartado 1.2.

Los aparatos de conexión y corte empleados en la instalación se reflejan en las tablas 3.2.7.5.1 y 3.2.7.5.2 del apartado "Cálculos".

3.2.6.10 Protección contra contactos indirectos

Para proteger contra contactos indirectos se ha elegido el sistema de puesta a tierra de las masas y el empleo de interruptores diferenciales, que provocan la apertura automática de la instalación antes de que una corriente derivada a tierra (corriente de fuga) pueda resultar peligrosa si lo hace a través del cuerpo humano, existiendo una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación y las características de los dispositivos de protección.

Se utilizará como referencia la norma *UNE 20572-1*, haciendo alusión al corte automático de la alimentación cuando puede producirse un defecto peligroso debido al valor y la duración de la tensión de contacto.

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc. Los cuales obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático, que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

Los sistemas de protección de la clase B son los siguientes:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

En el caso de la instalación que nos ocupa, se empleará en la vivienda un sistema de puesta a tierra de las masas, asociándolo a un dispositivo de corte automático, que origine la desconexión de la instalación defectuosa y empleo de interruptores diferenciales de 30 mA.

Los interruptores diferenciales empleados en la vivienda se reflejan en los planos que forman parte de la documentación gráfica del presente trabajo.

3.2.6.11 Protección contra sobretensiones

Para proteger la instalación contra los picos de tensión que pueden aparecer por diversos motivos y que pueden ser perjudiciales para los receptores, se decide emplear un dispositivo cuya tecnología le permita conmutar de manera que sea posible enviar a tierra la sobretensión que tuviese lugar.

En concreto la protección monofásica (1polo + NPE) elegida dispondrá de un elemento que permita conocer el estado del dispositivo.

3.2.6.12 Tomas de tierra

En toda la vivienda se establecerá una toma de tierra instalada en el fondo de las zanjas de cimentación mediante cable rígido de cobre desnudo, con una sección mínima según se indica en la ITC-BT-18, formando un anillo cerrado con toda la vivienda. A este anillo deberán conectarse electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de puesta a tierra que pueda presentar el conductor en anillo.

A la toma de tierra establecida se conectará toda masa metálica importante existente en la zona de la instalación y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación

se lo exijan. A esta misma toma de tierra deberán conectarse las partes metálicas de las instalaciones de calefacción general, de las instalaciones de agua y de antenas de radio o televisión.

3.2.7 Cálculo de la instalación

Todos los cálculos eléctricos se harán de acuerdo a los establecido en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión así como en la norma de obligado cumplimiento UNE 20460-5-523:2004 “Instalaciones eléctricas en edificios. Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables.”

3.2.7.1 Cálculo de las líneas por criterio de intensidad máxima

Para el cálculo de la sección en las líneas se ha tenido en cuenta, inicialmente, la potencia demandada por los receptores, la tensión de alimentación y el factor de potencia. Una vez calculada la intensidad que circula por cada línea, se selecciona la sección correspondiente, teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible de acuerdo con las instrucciones de la *ITC-BT-19* según los casos.

Para el cálculo de intensidades se usará la siguiente fórmula:

- Para sistemas monofásicos:

$$I = \frac{P}{U_{FN} \times \cos\phi} \quad (3.2.7.1.1)$$

De acuerdo con la instrucción *ITC-BT-47* los conductores que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no menor al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión, y si alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás. Aspecto a tener en cuenta a la hora de calcular los motores de las bombas a emplear según el diseño de la vivienda.

Según la instrucción *ITC-BT-44*, los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar la carga debida a los propios

receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas, siendo la carga mínima prevista en VA, 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. En el caso de lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9. Sin embargo, dado que la instalación lumínica ha sido diseñada considerando el empleo de luminarias tipo LED se opta por no tener en cuenta dicho aumento de la carga mínima y aplicar un factor de potencia unidad.

En función de las condiciones de la instalación, hay que comprobar que los cables son capaces de soportar la intensidad de servicio prevista. Para eso empleamos los valores de la tabla 1 de la ITC-BT-19 sobre intensidades máximas admisibles según el modo de instalación.

3.2.7.2 Cálculo de las líneas por caída de tensión máxima admisible.

Una vez calculadas las secciones de los distintos tramos utilizando el criterio anterior, se procede a comprobar la validez de las mismas según el criterio de caída de tensión.

Para ello será necesario constatar que las secciones de los conductores cumplen con las caídas de tensión máximas admisibles, que según indica el REBT en la instrucción ITC-BT-15 será menor de un 1,5% para la derivación individual, al tratarse de un único usuario, y menor de un 3% entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización en la vivienda según la instrucción ITC-BT-19.

Para calcular dicha caída de tensión se distinguen dos fórmulas a emplear, según se trate de corriente alterna o corriente continua. En el caso de corriente continua, relacionado con la energía procedente de las placas solares fotovoltaicas y la almacenada en las baterías se aplica:

$$e = \frac{2 \times P \times l}{\sigma \times S \times U_{fn}} \quad (3.2.7.2.1)$$

Dónde:

e = caída de tensión en la línea (V).

P = potencia absorbida (W).

l = longitud de la línea (m).

S = sección del conductor (mm^2).

U = tensión de alimentación (V).

Por otra parte, para calcular los tramos monofásicos de la instalación se utiliza la siguiente expresión aplicable en los casos de corriente alterna:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot R_{ca(Tc')} \cdot P}{U_{fn}} \quad (3.2.7.2.2)$$

Dónde:

ΔV = Caída de tensión en la línea (V).

P = Potencia absorbida por el receptor (W).

U = Tensión de alimentación (V).

$R_{ca(Tc')}$ = Resistencia de la línea a la temperatura Tc' ($^{\circ}\text{C}$).

$R_{ca(Tc')}$ viene determinada por la siguiente ecuación:

$$R_{ca(Tc')} = R_{cc(20)} \cdot (1 + \alpha \cdot (Tc' - 20)) \quad (3.2.7.2.3)$$

Dónde:

$R_{cc(20)}$ = Resistencia en corriente continua a temperatura de 20°C (Ω).

Tc' = Temperatura del conductor ($^{\circ}\text{C}$).

A = Coeficiente de temperatura a 20 °C para cables de cobre. Se considera 0,00393.

$R_{cc(20)}$ viene dada por la expresión:

$$R_{cc(20)} = \frac{l}{\sigma \cdot S} \quad (3.2.7.2.4)$$

Dónde:

l = Longitud de la línea (m).

S = Sección del conductor (mm²).

σ = Coeficiente de conductividad ($\Omega\text{mm}^2/\text{m}$). Para Cu= 56 y para Al= 35, aunque éste varía según la temperatura del conductor.

En vista de lo anterior y a efectos de realizar los cálculos se tomará la ρ más desfavorable.

Al tratarse de una instalación cuyo cableado presenta aislamiento PVC o equivalente, se calculará la ρ para la temperatura de 70°C que es la máxima que puede aguantar el conductor.

Calculo de la ρ para el PVC:

- **PVC:**

$$\rho_{T^{\circ}\text{C}} = \rho_{20^{\circ}\text{C}} \times [1 + (\alpha \times \Delta T)] \quad (3.2.7.2.5)$$

$$T_{\text{máxima}} = 70^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha_{\text{Cu}} = 0,00393$$

$$\rho_{70^{\circ}\text{C}} \text{ ((}\Omega\cdot\text{mm}^2\text{)/m)} = 1/56,850483 \times [1 + (0,00393 \times (70 - 20))] = 0,021046435 = 1/47,51398515$$

Por otra parte, la temperatura T_c' se despeja de la siguiente expresión:

$$\frac{T_c - T_a}{T_c' - T_a'} = \frac{R_{ca(T_c)} \cdot I^2}{R_{ca(T_c')} \cdot I'^2} \quad (3.2.7.2.6)$$

Los valores de $R_{ca(T_c)}$ y $R_{ca(T_c')}$ se ponen en función de T_c y T_c' . Dónde:

T_c = Es la temperatura máxima del conductor, 70°C..

T_a = Temperatura ambiente en la canalización circulando por el conductor una intensidad I . Se considera 40 °C.

T_a' = Temperatura ambiente en la canalización circulando por el conductor una intensidad I' . Se considera 40°C.

I = Intensidad máxima del cable según la norma UNE 20.460-5-523.

I' = Intensidad de corriente calculada según las fórmulas.

Una vez obtenida la temperatura T_c' , se sustituye en la ecuación y se obtienen la Resistencia en corriente alterna a la temperatura T_c' .

En cualquier caso no se considerarán secciones inferiores a:

- 1,5mm² para líneas de alumbrado y mando.
- 2,5mm² para líneas de fuerza.

3.2.7.3 Factores de simultaneidad, utilización y sobreintensidad

Para el cálculo de cada uno de los circuitos diseñados se aplicaran los coeficientes de corrección considerados por el reglamento electrotécnico de baja tensión en sus ITC-BT-25 e ITC 47, en la primera de ellas se encontraran los factores de simultaneidad y utilización sugeridos para circuitos interiores, mientras que en la segunda figuran los factores que se deben tener en cuenta para soportar las sobreintensidades que se producen en el caso de motores en la instalación.

Posteriormente, teniendo en cuenta que los diferentes circuitos de la instalación se asociarán en grupos de cinco, como se indicó en el apartado 3.2.6.4 del presente anexo, se considerará, según el criterio del proyectista, que no se dará la circunstancia de que todos los circuitos de un mismo grupo funcionen a plena carga simultáneamente, motivo por el cual se eligen las protecciones generales de cada grupo con un valor de intensidad inferior al de la suma de las intensidades de cada circuito.

3.2.7.4 Corriente de cortocircuito

Como generalmente se desconoce la impedancia del circuito de alimentación a la red (impedancia del transformador, red de distribución y acometida) se admite que en caso de cortocircuito la tensión en el inicio de las instalaciones de los usuarios se puede considerar como 0,8 veces la tensión de suministro. Se toma el defecto fase tierra como el más desfavorable, y además se supone despreciable la inductancia de los cables. Esta consideración es válida cuando el Centro de Transformación, origen de la alimentación, está situado fuera del edificio o lugar del suministro afectado, en cuyo caso habría que considerar todas las impedancias.

Por lo tanto se puede emplear la siguiente fórmula simplificada:

$$I_{CC} = \frac{0,8 U}{R} \quad (3.2.7.4.1)$$

Dónde:

I_{CC} : intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado

U : tensión de alimentación fase neutro (230 V)

R : resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

Normalmente el valor de R deberá tener en cuenta la suma de las resistencias de los conductores entre la Caja General de Protección y el punto considerado en el que se desea calcular el cortocircuito, por ejemplo el punto donde se emplaza el cuadro con los dispositivos generales de mando y protección. Para el cálculo de R

se considerará que los conductores se encuentran a una temperatura de 20°C, para obtener así el valor máximo posible de I_{cc} .

Para el caso de esta vivienda unifamiliar, alimentada mediante instalación monofásica en corriente alterna de 230 voltios y con una resistencia de 0,78 Ω/km a 20 °C para el cable de sección de 25 mm^2 , se obtiene una corriente de cortocircuito máxima de:

$$I_{cc} = \frac{0,8 U}{R} = \frac{0,8 * 230}{\frac{0,78}{1000} * 57} = 4138,55 \text{ A}$$

Donde los 57 representan la distancia en metros desde la red de distribución hasta el cuadro general de protección de la vivienda.

3.2.7.5 Soluciones obtenidas

A continuación se exponen los resultados de los cálculos realizados para definir los elementos que compondrán la instalación eléctrica.

Además de los circuitos de la vivienda contemplados por el REBT, se expondrán las soluciones obtenidas para los motores empleados en la instalación y la derivación individual.

En el caso de los motores requeridos para poner en funcionamiento los sistemas de bombeo de la piscina y el depósito de aguas residuales se decide crear circuitos independientes para evitar que el suministro eléctrico no se vea comprometido en caso de problema en alguna de las bombas.

Según lo establecido en la ITC-BT-07 los conductores de los cables utilizados en las líneas subterráneas tendrán una sección mínima de 6 mm^2 para los conductores de cobre, por lo tanto, la alimentación a ambas bombas se realizara mínimo con dicha sección.

Circuito	Descripción	P(W)	Número Consumos	F _s	F _u	P tot. (Kw)	Longitud (m)	ΔV(%) Max	ΔV(%) real	S por ΔV(mm ²)	S mínima por ΔV(mm ²)	I (A)	I Adm.(A)	Tubo	Protec.
C1-P.B	Alumbrado Planta Baja	200	17	0,75	0,5	1,27	20	3	1,38	0,69	1,5	5,54	13	20	2x10A
C1-P.A	Alumbrado Planta Alta	200	10	0,75	0,5	0,75	25	3	1,02	0,51	1,5	3,26	13	20	2x10A
C2	Tomas Uso General (Interior)	3450	17	0,2	0,25	2,93	25	3	2,38	1,98	2,5	12,8	17,5	20	2x16A
C3	Cocina y Horno	5400	1	0,5	0,75	2,03	10	3	0,28	0,55	6	8,80	30	25	2x25A
C4-LA	Lavadora	3450	1	0,66	0,75	1,71	10	3	0,35	0,46	4	7,43	23	20	2x20A
C4-LV	Lavavajilla	3450	1	0,66	0,75	1,71	10	3	0,35	0,46	4	7,43	23	20	2x20A
C4-T	Termo	3450	1	0,66	0,75	1,71	9	3	0,32	0,42	4	7,43	23	20	2x20A
C5	Baño y Cuarto de Cocina	3450	6	0,4	0,5	4,14	25	3	2,1	2,80	4	16,0	23	16	2x20A
C6	Alumbrado Exterior	200	16	0,75	0,5	1,20	62	3	1,01	2,01	6	5,22	61,74	50	2x10A
C7	Tomas Uso General (Exterior)	3450	4	0,2	0,25	0,69	50	3	0,47	0,93	6	3,00	61,74	50	2x25A
C8	Calefacción	5750	1			5,75		3			6	25,0	30	25	2x25A
C9	Aire Acondicionado	5750	1			5,75		3			6	25,0	30	25	2x25A
C10	Secadora	3450	1	1	0,75	2,59	12	3	1,01	0,84	2,5	11,3	17,5	20	2x16A
C11	Automatización (Domótica)	2300	1			2,30		3			1,5	10,0	13	20	2x10A
						P.tot	34,52								

Tabla 3.2.7.5.1 – Sección de los conductores de los circuitos básicos de la vivienda

Circuito	Descripción	P(W)	Número Consumos	Fc	P total (Kw)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ Max	$\Delta V(\%)$ real	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	I Adm.(A)	Tubo	Protec.
C12	Bomba Pluviales	736	1	1,25	0,92	6	3	0,075	0,15	6	4,00	61,74	50	2x10A
C13	Bomba Piscina	1100	1	1,25	1,38	43	3	0,800	1,60	6	5,98	61,74	50	2x10A
				P.total	2,30									

Tabla 3.2.7.5.2 – Sección de los conductores de los motores requeridos en la vivienda

Circuito	Descripción	P(W)	Número Consumos	Fs	Fu	P total (Kw)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ Max	$\Delta V(\%)$ real	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	I Adm. (A)	Tubo	Protec.
D.I	Derivación Individual	9200	1	1	1	9,200	50	1,5	1,264	24,890	25	40,00	137,2	90	2x40A

Tabla 3.2.7.5.3 – Sección de los conductores de la derivación individual.

**TÍTULO: INSTALACIONES PARA UNA VIVIENDA CON
MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
MEDIANTE EL USO DE LA DOMÓTICA Y ENERGÍAS
RENOVABLES**

ANEXO III: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

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

FECHA: NOVIEMBRE DE 2014

AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

Fdo.: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

3.3 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	2
3.3.1 Objeto del anexo	2
3.3.2 Características generales	2
3.3.2.1 Instalación solar fotovoltaica conectada a red	2
3.3.2.2 Criterios generales de cálculo	4
3.3.3 Descripción de los cálculos	4
3.3.3.1 Procedimiento de cálculo	8
3.3.3.2 Resultados obtenidos	13
3.3.4 Descripción de la instalación	13
3.3.4.1 Módulos fotovoltaicos	13
3.3.4.2 Situación de los módulos	14
3.3.4.3 Inversor	15
3.3.4.4 Dispositivos de control, maniobra, medida y protección	15
3.3.4.4.1 Sistema de control	15
3.3.4.4.2 Dispositivos de medida	16
3.3.4.4.3 Elementos de protección y maniobra	16
3.3.4.4.4 Cableado de la instalación	17

3.3 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

3.3.1 Objeto del anexo

El objeto del presente anexo es el desarrollo del dimensionado básico, cálculo de prestaciones energéticas y la descripción funcional de una instalación de aprovechamiento de energía solar mediante un sistema solar fotovoltaico.

Hay multitud de razones para el uso de energía renovables en una instalación eléctrica, entre las más importantes están:

- Reducir la dependencia de recursos energéticos externos.
- Disminuir el impacto ambiental.
- Propiciar el ahorro de energía.
- Disminución de los costes de la producción.
- Obtener beneficios para el propietario.

3.3.2 Características generales

3.3.2.1 Instalación solar fotovoltaica conectada a red

Según el apartado 5.1 del documento básico HE, sección 5, Una instalación solar fotovoltaica conectada a red está constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, generando energía eléctrica en forma de corriente continua y adaptarla a las características que la hagan utilizable por los consumidores conectados a la red de distribución de corriente alterna. Este tipo de instalaciones fotovoltaicas trabajan en paralelo con el resto de los sistemas de generación que suministran a la red de distribución.

Los sistemas que conforman la instalación solar fotovoltaica conectada a la red son los siguientes:

- a) sistema generador fotovoltaico, compuesto de módulos que a su vez contienen un conjunto de elementos semiconductores conectados entre sí,

denominados células, y que transforman la energía solar en energía eléctrica;

- b) inversor que transforma la corriente continua producida por los módulos en corriente alterna de las mismas características que la de la red eléctrica;
- c) conjunto de protecciones, elementos de seguridad, de maniobra, de medida y auxiliares.

La instalación solar fotovoltaica tendrá como finalidad complementar el suministro eléctrico proporcionado por la red cuando sea necesario para satisfacer la demanda de la vivienda y devolver energía a la misma cuando lo producido exceda a lo requerido.

La máxima en la presente la instalación es la de generar la mayor parte del tiempo más energía de la que podría ser demandada en la edificación, de forma que los beneficios obtenidos por la venta de electricidad supongan una reducción considerable del importe a abonar a la compañía eléctrica por el servicio contratado.

A continuación se representa gráficamente la instalación propuesta y los elementos por los que estará constituida:

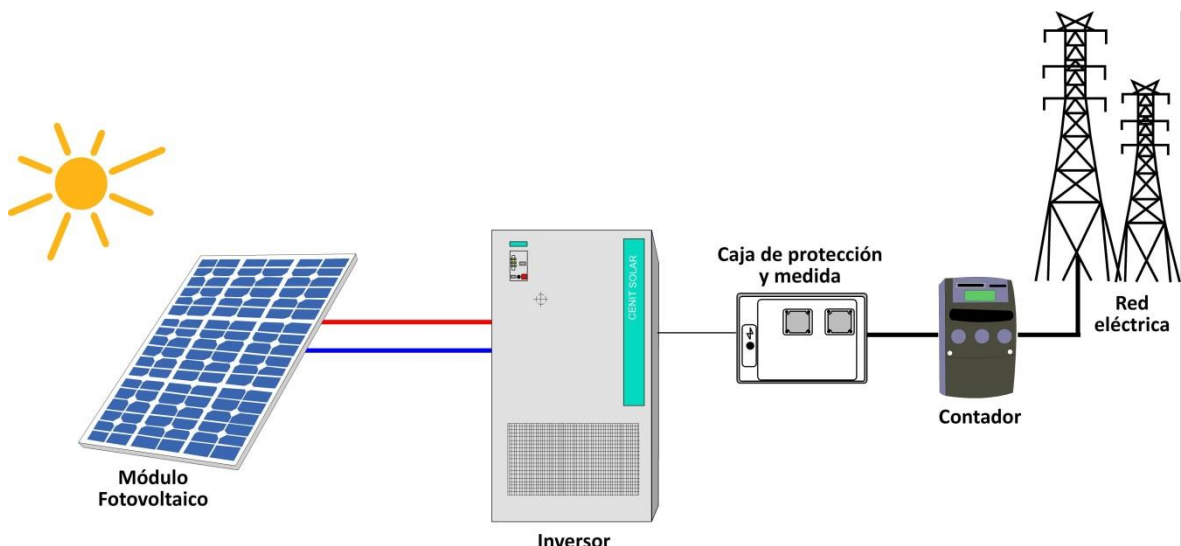


Figura 3.3.2.1.1 – Esquema de la instalación

3.3.2.2 Criterios generales de cálculo

Teniendo en cuenta que la edificación objeto del presente trabajo no se encuentra incluida dentro del ámbito de aplicación del documento básico HE5 al tener una superficie construida inferior a los 5000m², se tomarán como referencia todos aquellos aspectos recogidos en el apartado 5.2 del citado documento que puedan ser de aplicación en esta instalación.

3.3.3 Descripción de los cálculos

A continuación se detallan los procedimientos aplicados para obtener los valores de energía que se extraerán de los paneles instalados.

Tomando como punto de partida la situación geográfica de la vivienda y la inclinación a la que se situaran los paneles (15°), se determinarán los valores de la irradiancia en la zona mediante el software PVGIS, obteniendo los siguientes resultados:

Mes	Irradiación (W/m ² /día)	Horas sol	Irradiancia (W/m ²)	Temperatura (°C)
Enero	1950	8,75	222,86	9,9
Febrero	3060	10,25	298,54	9,7
Marzo	4560	11,75	388,08	11,4
Abril	5180	13	398,46	12,4
Mayo	5730	14	409,28	14,3
Junio	6200	14,5	427,59	16,7
Julio	6370	14,5	439,31	18,4
Agosto	6080	13,5	450,37	18,9
Septiembre	5310	12,25	433,47	18,3
Octubre	3580	10,75	333,02	15,6
Noviembre	2280	9,25	246,49	12,1
Diciembre	1940	8,75	221,71	10,4

Tabla 3.3.3.1 – Irradiación según situación geográfica e inclinación

Conocer los valores de irradiancia y temperatura ambiente para cada mes, será básico para poder determinar la potencia generada por célula aplicando el método de cálculo que se especificará más adelante.

Sin embargo, antes de proceder a realizar dichos cálculos se debe especificar el modelo de panel fotovoltaico a emplear de forma que sea posible conocer sus valores característicos. Para poder determinar la energía obtenida del módulo fotovoltaico es primordial conocer sus parámetros de funcionamiento en condiciones standard y sus condiciones TONC.

Tras definir los parámetros de partida requeridos, se procederá al análisis de los valores característicos del panel.

De acuerdo con la ecuación:

$$I = I_L - I_D(V) \quad (3.3.3.1)$$

La corriente eléctrica suministrada por una célula solar a una carga viene dada por la diferencia entre la fotocorriente I_L y la corriente de recombinación o de diodo, $I_D(V)$, debida a la polarización producida por el voltaje generado. Considerando, para simplificar, que la corriente de diodo puede expresarse mediante el modelo de una sola exponencial, la ecuación característica del dispositivo es:

$$I = I_L - I_0 \left[\exp \frac{eV}{mkT} - 1 \right] \quad (3.3.3.2)$$

La característica I - V representada por esta ecuación tiene la forma estándar que se muestra en la figura 3.3.3.1.

Esta forma de representación adopta el convenio de signos de considerar positivas las corrientes de generación (que es el contrario al habitualmente utilizado en los circuitos electrónicos que utilizan diodos). Con este convenio, el primer cuadrante del plano I - V corresponde al funcionamiento de la célula entregando corriente a una carga bajo tensión positiva; es decir, corresponde al funcionamiento del dispositivo como generador de energía.

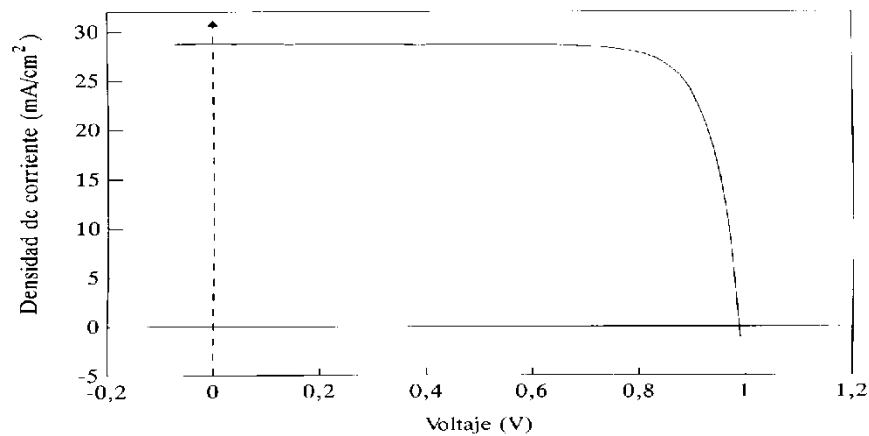


Figura 3.3.3.1 – Curva de la característica I-V

- Corriente de cortocircuito y tensión de circuito abierto

Como puede observarse en la figura anterior, el mayor valor de la corriente región de generación se obtiene para condiciones de cortocircuito, $V=0$. Según la ecuación 3.3.3.1, la *corriente de cortocircuito* I_{sc} viene dada por:

$$I_{sc} = I(V = 0) = I_L \quad (3.3.3.3)$$

Si el dispositivo se mantiene en circuito abierto ($I=0$), éste se autopolarizará con una cierta tensión, que es la mayor que puede soportar en la región de generación. Se trata de la tensión de circuito abierto V_{oc} y su valor es tal que la fotocorriente queda completamente compensada por la corriente de polarización. Esto es, $I_L = I_D(V_{oc})$ en condiciones de circuito abierto y, teniendo en cuenta la ecuación 3.3.3.1 resulta:

$$V_{oc} = m \frac{kT}{e} \ln \left[\frac{I_L}{I_0} + 1 \right] \quad (3.3.3.4)$$

La definición de los dos parámetros de operación anteriores permite escribir la característica de la célula de la siguiente manera alternativa:

$$I = I_{sc} \left[1 - \exp \left(- \frac{e(V_{oc}-V)}{mkT} \right) \right] \quad (3.3.3.5)$$

- Punto de máxima potencia

La región de la curva característica comprendida entre I_{sc} y V_{oc} corresponde al funcionamiento de la célula como generador.

Si la energía es suministrada a una carga resistiva, como se muestra en la figura anterior, la potencia entregada a la resistencia viene dada por el producto $P = I V$, y existirá un punto de funcionamiento (I_M, V_M) para el que la potencia entregada sea la máxima: es el punto de máxima potencia.

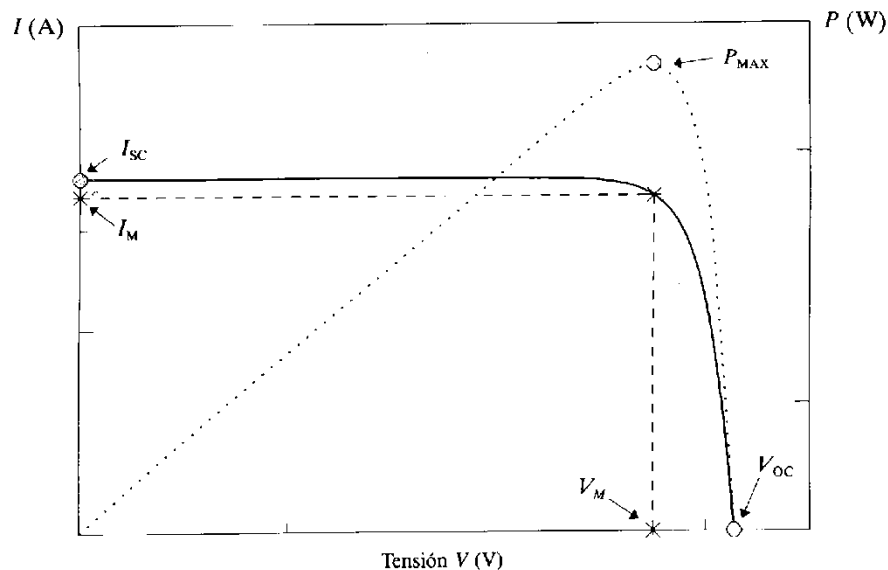


Figura 3.3.3.2 – Punto de máxima potencia y otros parámetros de funcionamiento

- Factor de forma y rendimiento de conversión energética

El producto $V_M \cdot I_M$ que da la potencia máxima entregada a la carga, viene representado en la figura 3.3.3.2 por el área del rectángulo rayado, que es obviamente menor que el rectángulo que representa el producto $I_{sc} V_{oc}$ de la mayor corriente que puede extraerse de la célula I_{sc} por la mayor tensión V_{oc} . Ambos productos se aproximan más cuanto más pronunciado sea el codo de la curva característica. Pero naturalmente en todos los casos reales el parámetro definido por el cociente

$$FF = \frac{I_M V_M}{I_{sc} V_{oc}} \quad (3.3.3.6)$$

Es siempre menos que la unidad. Este cociente, llamado factor de forma o factor de llenado, suele utilizarse como cuantificación de la forma de la curva característica. El factor de forma se relaciona con la potencia máxima entregada a la célula de la siguiente forma:

$$P_{max} = FF \cdot I_{SC} \cdot V_{OC} \quad (3.3.3.7)$$

3.3.3.1 Procedimiento de cálculo

A continuación se reflejan los pasos a seguir para determinar la energía obtenida de los paneles en los diferentes periodos del año. En concreto se analizarán los valores aplicados al mes de enero.

Los valores requeridos para llevar a cabo el cálculo se adjuntan en las tablas 3.3.3.1 y 3.3.4.1.1 del presente anexo.

Antes de iniciar los cálculos es importante tener en cuenta que la información obtenida del catálogo del panel son datos referidos al módulo en conjunto y el análisis matemático se realizará para la célula solar que forma parte del panel. Posteriormente será posible referir los resultados obtenidos a la agrupación de células.

$$Vm_{célula} = \frac{Vm_{módulo}}{N^{\circ} \text{ células}} = \frac{37,18}{72} = 0,5164V$$

$$Im_{célula} = Im_{módulo} = 5,38A$$

$$Voc_{célula} = \frac{Voc_{módulo}}{N^{\circ} \text{ células}} = \frac{44,46}{72} = 0,6175V$$

$$Isc_{célula} = Isc_{módulo} = 5,78A$$

Posteriormente se determinarán los parámetros característicos del módulo, analizando en primer lugar su funcionamiento en condiciones estándar y finalmente en condiciones de operación, estas últimas serán las que determinen la potencia extraída del panel.

- Condiciones estándar:

$$FF = \frac{Vm \cdot Im}{Voc \cdot Isc} = \frac{Pmax}{Voc \cdot Isc} \quad (3.3.3.1.1)$$

$$FF = \frac{0,5164 \cdot 5,38}{0,6175 \cdot 5,78} = 0,7784$$

$$FF_0 = \frac{voc - \ln(voc + 0,72)}{voc + 1} \quad (3.3.3.1.2)$$

$$FF_0 = \frac{24,8992 - \ln(24,8992 + 0,72)}{24,8992 + 1} = 0,8362$$

Siendo:

$$voc = \frac{Voc}{vt} \quad (3.3.3.1.3)$$

$$voc = \frac{0,6175}{0,0248} = 24,8992$$

Donde vt se determina como:

$$vt = \frac{(273 + T^a \text{ en } ^\circ C) \cdot 0,025 \text{ V}}{300 \text{ K}} \quad (3.3.3.1.4)$$

$$vt = \frac{(273 + 25) \cdot 0,025}{300} = 0,0248$$

Conocidos los valores de FF y FF_0 , es posible determinar el valor de r_s :

$$FF = FF_0(1 - r_s) \quad (3.3.3.1.5)$$

$$0,7784 = 0,8362(1 - r_s); r_s = 0,0691$$

Conocido esto se prosigue a determinar la resistencia serie R_s del panel, parámetro muy representativo puesto que es independiente de las condiciones particulares de operación.

$$r_s = \frac{R_s \cdot Isc}{Voc} \quad (3.3.3.1.6)$$

$$0,0691 = \frac{R_s * 5,78}{0,6175} ; R_s = 7,38 \times 10^{-3}$$

- Condiciones de operación:

Para conocer los valores representativos del panel en las condiciones de operación obtenidas según el PVGIS en base al emplazamiento de la vivienda (irradiancia del mes $G'(\beta, \alpha)$ y temperatura ambiente) es necesario analizar el cambio de condiciones partiendo de las condiciones conocidas (estándar). Para ello se aplicarán las siguientes ecuaciones:

$$I_{sc}' = I_{sc} * \frac{G'}{G} + \alpha * I_{sc} * (T_c' - T_c) \quad (3.3.3.1.7)$$

$$I_{sc}' = 5,78 * \frac{222,86}{1000} + \left(\frac{0,08}{100}\right) * 5,78 * (17,4215 - 25) = 1,25314$$

Donde el valor de T_c' (temperatura de la célula en condiciones de operación) es:

$$G' = \frac{\Delta T}{rt} \quad (3.3.3.1.8)$$

$$222,86 = \frac{T_c - 9,9}{0,03375} ; T_c = 17,4215$$

Donde el valor de rt se determina según los valores facilitados por el fabricante para las condiciones TONC (800 W/m^2 ; $T_a = 20 \text{ }^\circ\text{C}$).

$$rt = \frac{\text{TONC}(^\circ\text{C}) - 20}{80 \text{ W/m}^2} \quad (3.3.3.1.9)$$

$$rt = \frac{47 - 20}{800 \text{ W/m}^2} = 0,03375$$

A continuación se determina la tensión de vacío en las condiciones de operación:

$$V_{oc}' = V_{oc} * \beta * (T_c' - T_c) + m * v_t' * \ln \frac{G'}{G} + V_{oc} \quad (3.3.3.1.10)$$

$$V_{oc}' = 0,6175 * \left(\frac{-0,32}{100}\right) * (17,4215 - 25) + 1 * 0,02357 * \ln \frac{222,86}{1000} + 0,6175 ;$$

$$V_{oc}' = 0,5971$$

Donde vt' se determina una vez conocida la temperatura de célula en las condiciones de trabajo Tc' de la siguiente forma:

$$vt' = \frac{(273+Tc' \text{ en } ^\circ C) \cdot 0,025}{300} \quad (3.3.3.1.11)$$

$$vt' = \frac{(273 + 9,9) \cdot 0,025}{300} = 0,02357$$

Posteriormente se deshace el valor de voc' :

$$voc' = \frac{Voc'}{vt'} \quad (3.3.3.1.12)$$

$$voc' = \frac{0,5971}{0,02357} = 25,3327$$

Se halla FFo' en las condiciones de operación:

$$FFo' = \frac{voc' - \ln(voc' + 0,72)}{voc' + 1} \quad (3.3.3.1.13)$$

$$FFo' = \frac{25,3327 - \ln(25,3327 + 0,72)}{25,3327 + 1} = 0,8382$$

Con todo esto es posible determinar el valor de rs' según las condiciones de operación:

$$rs' = \frac{Rs \cdot Isc'}{Voc'} \quad (3.3.3.1.14)$$

$$rs' = \frac{7,3797 \times 10^{-3} \cdot 1,2531}{0,5971} = 0,01558$$

Se calcula el nuevo factor de forma:

$$FF' = FFo' \cdot (1 - rs') \quad (3.3.3.1.15)$$

$$FF' = 0,8382 \cdot (1 - 0,01558) = 0,8252$$

Teniendo el valor de FF' se puede hallar finalmente el valor de potencia máxima entregada por el panel en las condiciones establecidas, sabiendo que el factor de

forma se relaciona con los valores de tensión e intensidad máxima de la siguiente forma:

$$FF' = \frac{I_{max} * V_{max}}{I_{sc'} * V_{oc'}} = \frac{P_{max}}{I_{sc'} * V_{oc'}} \quad (3.3.3.1.16)$$

$$0,8252 = \frac{P_{max}}{1,2531 * 0,5971}; P_{max} = 0,6174w$$

De esta forma se obtiene el valor máximo de potencia según el punto de funcionamiento y en las condiciones de trabajo establecidas.

Teniendo en cuenta que este valor de potencia máxima (Pmax) es el que puede aportar una de las célula que conforman el panel, se procede a generalizar el resultado obtenido aplicándolo al módulo compuesto por 72 células en serie :

$$P_{max_{modulo}} = 72 x P_{max_{célula}} \quad (3.3.3.1.17)$$

$$P_{max_{modulo}} = 72x0,6174 = 44,4528w$$

De esta forma se obtiene el valor de la potencia máxima que puede aportar un módulo durante una hora recibiendo la radiación solar establecida. Para determinar la energía producida por el global de la instalación se multiplicara el resultado obtenido por el número de paneles a instalar.

$$P_{max_{instalacion}} = P_{max_{modulo}} x n^{\circ} \text{modulos} \quad (3.3.3.1.18)$$

$$P_{max_{instalacion}} = 44,4528 x 28 = 1244,6784w$$

Finalmente será posible determinar la energía generada por la instalación a lo largo del día, si al resultado obtenido se le multiplica el número de horas de sol establecidas para el transcurso del día, 8,75 para el mes de enero.

$$P_{max_{instalacion/dia}} = 1233,6784 x 8,75 = 10794,686 w * h$$

Nota: Tener en cuenta el margen entre los resultados tabulados y los manuales debido a la operación con decimales.

Para determinar los valores mensuales, simplemente se tendrá que multiplicar al valor obtenido anteriormente, el número de días que tenga el mes (teniendo en cuenta que la totalidad de las horas son aprovechadas al estar los paneles orientados al sur). Este cálculo se tiene que realizar para cada uno de los meses que conforman el año dado que las condiciones de irradiancia y temperatura media ambiente cambian según el periodo analizado.

3.3.3.2 Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos para los distintos meses teniendo en cuenta que la instalación estará compuesta por 28 módulos fotovoltaicos, son los siguientes:

Mes	Energía producida mensual kWh/mes
Enero	334,9627
Febrero	480,3746
Marzo	791,1226
Abril	867,3818
Mayo	986,19
Junio	1024,8903
Julio	1081,92
Agosto	996,915
Septiembre	873,4828
Octubre	615,8637
Noviembre	488,5182
Diciembre	333,0203
Energía media mensual kWh/mes	739,5535
Energía anual kWh/año	8874,642

Tabla 3.3.3.2.1 Energía mensual, media y anual

3.3.4 Descripción de la instalación

3.3.4.1 Módulos fotovoltaicos

Teniendo en cuenta las dimensiones del tejado sobre el cual se dispondrán los paneles fotovoltaicos y los valores de potencia pretendidos para cubrir los

objetivos de demanda y venta de energía, se determina instalar 28 módulos fotovoltaicos sobre la superficie propuesta.

En consecuencia con lo anterior se considera adecuado utilizar el panel fotovoltaico A-200 M fabricado por Atersa, grupo Elecnor, cuyas parámetros característicos son las siguientes:

<u>Características eléctricas (STC: 1 kW/m², 25 °C±2 °C y AM 1,5)*</u>	
Potencia nominal (±5%)	200W
Eficiencia del módulo	15,16 %
Corriente punto de máxima potencia (Imp)	5,38 A
Tensión punto de máxima potencia (Vmp)	37,18 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	5,78 A
Tensión de circuito abierto (Voc)	44,46 V
<u>Parámetros térmicos</u>	
Coeficiente de temperatura de Isc (α)	0,08 %/°C
Coeficiente de temperatura de Voc (β)	-0,32 %/°C
Coeficiente de temperatura de P (γ)	-0,43 %/°C
<u>Características técnicas</u>	
Dimensiones (mm ± 2 mm)	1618x814x35
Peso (kg)	14,8
Área (m ²)	1,30
Tipo de célula	Monocristalina 125x125 mm
Células en serie	72 (6x12)

* Especificaciones eléctricas medidas en condiciones TONC: 800W/m², 47 ± 2 °C

Tabla 3.3.4.1.1 – Especificaciones técnicas módulo A-200M

3.3.4.2 Situación de los módulos

Los paneles fotovoltaicos empleados se apoyarán sobre el tejado de la vivienda unifamiliar aprovechando la inclinación existente de 15° y estarán orientados al sur en concordancia con la situación de la vivienda. Al estar los paneles apoyados completamente sobre el tejado no será necesario determinar ninguna distancia de separación específica entre los módulos puesto que no existe riesgo alguno de que puedan obstruirse entre ellos.

Partiendo de la anterior circunstancia, la distribución de los paneles sobre el tejado dependerá del criterio del proyectista, determinando en este caso una separación entre los módulos de 40cm para facilitar determinadas tareas que se pudiesen llevar a cabo y una separación de 24cm desde los bordes del tejado al primer módulo instalado.

3.3.4.3 Inversor

Dadas las dimensiones de la instalación se prevé necesario, y además adecuado, el uso de dos inversores de corriente continua a corriente alterna para el suministro eléctrico. Cada inversor recibirá la potencia generada por dos ramas en paralelo, cada rama compuesta por 7 paneles conectados en serie, de forma que si por algún motivo (avería, mantenimiento, etc) fuese necesaria la desconexión de un módulo o una rama, la instalación fotovoltaica no tuviese que quedar inhabilitada.

Los inversores seleccionados serán alojados en una estancia adecuada para tal fin, de forma que el acceso para realizar cualquier actividad sobre los elementos no presente gran dificultad. En concreto, serán ubicados en el hueco de debajo de las escaleras, siempre y cuando el espacio haya sido provisto con anterioridad de algún mecanismo o cierre que impida el contacto directo de los elementos con cualquier persona que circule por el recibidor.

El modelo de inversor utilizado será el PVIN03KS de la serie SVT de General Electric con tensión máxima de entrada de 500v, salida en monofásico a 230V y potencia de 3000W o equivalente.

La potencia del inversor ha sido determinada teniendo en cuenta la potencia que se podría llegar a obtener en cada una de las dos ramas en paralelo del sistema, teniendo que, por 14 paneles de 200W que gobernara cada inversor se podrían llegar a obtener hasta 2800W.

3.3.4.4 Dispositivos de control, maniobra, medida y protección

3.3.4.4.1 Sistema de control

Para monitorizar la instalación se decide emplear el sistema de control del autoconsumo con inyección cero de Danfoss, compuesto por los siguientes aparatos:

1. CLX Home GM, CLX Standard GM, CLX GM, el dispositivo de monitorización y gestión de red y en el que se define y configura la respuesta en términos de Potencia a la que debe regularse el inversor según la señal externa recibida. Se conecta al inversor por RS485.
2. LCX (PLC), autómata programable de Danfoss que incorpora un software desarrollado específicamente para la aplicación de autoconsumo que se instala en un ordenador con el fin de visualizar los datos de consumos, generación, ahorro, etc. en cualquier momento.
3. Sondas para lectura de red y generación en los puntos de consumo y producción que indican, instantánea y constantemente, el uso de la red eléctrica y la aportación de la instalación fotovoltaica al autómata LCX. El tipo y el número de sondas del sistema fotovoltaico se determinarán teniendo en cuenta que se trata de una instalación monofásica y por la potencia contratada en la vivienda.

3.3.4.4.2 Dispositivos de medida

Para valorar la energía generada y consumida en la instalación será necesario disponer de un contador monofásico bidireccional, tal y como se indicó en el anexo de electricidad del presente trabajo, de forma que sea posible controlar y cuantificar los datos que se manejen en la instalación. En concreto el modelo elegido es el contador electrónico monofásico ME162, o equivalente, suministrado por la compañía METREGA S.A.

3.3.4.4.3 Elementos de protección y maniobra

Para proteger toda la parte de corriente alterna correspondiente a la instalación fotovoltaica se empleará un interruptor magnetotérmico monofásico situado entre el inversor y el cuadro general de protección de la vivienda. Su calibre vendrá determinado en función de los resultados obtenidos al dimensionar la instalación.

Para la protección de los tramos en corriente continua se emplearan fusibles e interruptores térmicos situados entre los paneles y el inversor, de forma que sea posible la desconexión y seccionamiento del mismo (actuando conjuntamente con la protección del tramo en corriente alterna) lo cual facilitaría las labores de mantenimiento de acuerdo con lo estipulado en el punto 3 del apartado 5.2.3 del documento básico HE5. El calibre de los dispositivos empleados se determinará en función de las intensidades determinadas en la zona según los cálculos realizados.

Para proteger la instalación contra fugas de corriente a tierra se empleará un detector de pérdida de aislamiento que revelará la existencia de la falta sin desconectar el sistema. El equipo elegido en la presente instalación será el FAC1X, o equivalente, fabricado por la compañía Proat teniendo en cuenta los valores eléctricos manejados.

La unidad de maniobra requerida para conectar y desconectar la instalación fotovoltaica o la red eléctrica, según corresponda en función de la demanda establecida en la vivienda, será gobernada por el sistema de control citado anteriormente y estará compuesta por tres contactores, cada uno situado en una de las tres zonas relevantes de la instalación eléctrica. Uno tendrá poder de acción sobre la red eléctrica, otro sobre la instalación fotovoltaica y otro sobre la vivienda. En función de la interacción de dichos elementos será posible determinar si se consume o se envía energía a la red.

3.3.4.4 Cableado de la instalación

Para el conexionado de toda la instalación se empleará el modelo de cable exzhllent solar ZZ-F (AS) 1,8Kv DC – 0,6/1 Kv AC de General Cable, propuesto específicamente para instalaciones fotovoltaicas.

Siguiendo las pautas marcadas por el reglamento electrotécnico de baja tensión, la sección mínima a emplear será de 6mm² teniendo en cuenta que parte de la instalación discurre en el exterior.

En cuanto a las canalizaciones entre las que discurrirá el cableado de la instalación, se aplicará lo indicado en la tabla 21.7 de la ITC-BT-07 del reglamento

electrotécnico de baja tensión, teniendo en cuenta que parte de la instalación discurre al aire. En esta ocasión al tener dos conductores sería suficiente con emplear un tubo de diámetro 16mm, pero por criterio del proyectista se decide recurrir al siguiente valor normalizado.

Teniendo en cuenta los valores analizados en los tramos de corriente continua y corriente alterna, las secciones de cable necesarias y los valores más representativos de la instalación son los siguientes:

Tramo	P(W)	Longitud (m)	V(v)	$\Delta V(\%)$ real	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	I Adm.(A)	Tubo
Conexión entre paneles / CC	1400	10	311,22	0,133	0,267	6	5,78	70	20
Paneles - Inversor / CC	2800	10	311,22	0,266	0,414	6	11,56	70	20
Inversor - Cuadro general vivienda / AC	5600	5	230	0,379	0,758	6	24,35	70	20

Tabla 3.3.4.4.1 – Características y cableado de la instalación

**TÍTULO: INSTALACIONES PARA UNA VIVIENDA CON
MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
MEDIANTE EL USO DE LA DOMÓTICA Y ENERGÍAS
RENOVABLES**

ANEXO IV: INSTALACIÓN SOLAR TERMICA A.C.S - PISCINA

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: NOVIEMBRE DE 2014

AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

Fdo.: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

3.4 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA A.C.S - PISCINA	4
3.4.1 Objeto del anexo	4
3.4.2 Características generales de la instalación	4
3.4.2.1 Instalación solar térmica	4
3.4.2.2 Condiciones generales	6
3.4.2.3 Protecciones	7
3.4.2.3.1 Protección contra heladas	7
3.4.2.3.2 Protección contra sobrecalentamientos	8
3.4.2.3.3 Protección contra quemaduras	9
3.4.2.3.4 Protección de materiales contra altas temperaturas	9
3.4.2.3.5 Resistencia a presión	9
3.4.2.3.6 Prevención de flujo inverso	10
3.4.3 Cálculo de la instalación	10
3.4.3.1 Planteamiento del trabajo	10
3.4.3.2 Procedimiento de verificación	11
3.4.3.3 Demanda de energía térmica. Datos de partida	12
3.4.3.3.1 Condiciones climáticas	12
3.4.3.3.2 Contribución solar mínima	13
3.4.3.3.2.1 Contribución solar mínima para A.C.S	13
3.4.3.3.2.2 Contribución solar mínima para piscinas cubiertas	14
3.4.3.4 Calculo de la demanda energética	15
3.4.3.4.1 Demanda energética mensual por consumo de A.C.S	15
3.4.3.4.2 Cálculo de la demanda energética de la piscina cubierta	18
3.4.3.4.2.1 Método simplificado del cálculo de pérdidas	20
3.4.3.4.2.2 Método general del cálculo de pérdidas	20

3.4.3.4.2.2.1 Pérdidas por evaporación	21
3.4.3.4.2.2.2 Pérdidas por convección.....	26
3.4.3.4.2.2.3 Pérdidas por radiación	27
3.4.3.4.2.2.4 Pérdidas totales.....	29
3.4.3.5 Cálculo del campo de captadores	29
3.4.3.5.1 Predimensionado del campo de captadores	30
3.4.3.5.2 Cálculo de la cobertura del sistema solar. Método F-Chart	30
3.4.3.5.2.1 Cálculo de la radiación solar mensual incidente.....	32
3.4.3.5.2.2 Pérdidas por la disposición geométrica de los captadores	33
3.4.3.5.2.3 Pérdidas por orientación e inclinación	35
3.4.3.5.2.4 Pérdidas por sombras	35
3.4.3.5.2.5 Cálculo del parámetro D_1	37
3.4.3.5.2.6 Cálculo del parámetro D_2	38
3.4.3.5.2.7 Determinación de la fracción solar energética mensual f aportada por el sistema de captación solar.....	39
3.4.3.5.2.8 Fracción solar anual F	39
3.4.3.6 Resultados obtenidos.....	40
3.4.3.6.1 Instalación A.C.S	40
3.4.3.6.2 Instalación piscina	43
3.4.3.6.3 Análisis de los resultados	48
3.4.4 Componentes de la instalación	49
3.4.4.1 Sistema de acumulación solar	49
3.4.4.2 Sistema de intercambio	50
3.4.4.3 Circuito hidráulico.....	51
3.4.4.3.1 Circuito hidráulico primario	52

3.4.4.3.2 Circuito hidráulico secundario	55
3.4.4.3.3 Circuito hidráulico de distribución de A.C.S	55
3.4.4.4 Colectores solares	55
3.4.4.4.1 Disposición de los colectores.....	56
3.4.4.5 Tuberías	57
3.4.4.6 Bomba	57
3.4.4.7 Vaso de expansión.....	58
3.4.4.8 Purgas de aire	60
3.4.4.9 Válvula de seguridad	61
3.4.4.10 Sistema de energía convencional auxiliar	61
3.4.4.11 Sistema de control	62
3.4.4.12 Sistema de medida.....	64

3.4 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA A.C.S - PISCINA

3.4.1 Objeto del anexo

El objeto del presente anexo es el cálculo y dimensionado de la instalación solar térmica encargada de alimentar a la red de agua caliente sanitaria en el interior de la vivienda y del acondicionamiento del agua de la piscina existente en el domicilio.

Según el criterio del proyectista se decide separar en dos redes diferenciadas los sistemas encargados de proveer de agua caliente a cada instalación, de forma que pueda ser posible inhabilitar alguna de las redes sin que la otra se vea afectada, en el caso de que ese fuese el deseo del propietario, además de facilitar las labores de mantenimiento o reparación en caso de avería.

Para conseguir el objetivo planteado se emplearán paneles solares térmicos que junto con el apoyo de una caldera de biomasa conseguirán el aumento de la temperatura del agua siguiendo lo estipulado en el Código Técnico de la Edificación en su documento básico HE sección 4.

3.4.2. Características generales de la instalación

3.4.2.1 Instalación solar térmica

Según el apéndice A, terminología, del código técnico de la edificación se define una instalación solar térmica como “aquella que está constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar incidente mediante captadores solares térmicos, transformarla directamente en energía térmica útil calentando un líquido, transportar la energía térmica captada al sistema de intercambio o de acumulación a través de un circuito hidráulico mediante circulación natural por termosifón o circulación forzada por bomba, transferir la energía térmica captada desde el circuito de captadores al circuito de consumo mediante un intercambiador, almacenar dicha energía térmica de forma eficiente, bien en el mismo líquido de trabajo de los captadores, o bien transferirla a otro, para poder utilizarla después de forma directa en los puntos de consumo, asegurar mediante un sistema de regulación y control el correcto funcionamiento

de la instalación para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y protegerla frente a sobrecalentamientos, congelaciones, etc. El sistema se complementa con un sistema auxiliar de apoyo.

Los sistemas que conforman la instalación solar térmica para agua caliente son los siguientes:

1. Un sistema de captación formado por los captadores solares, encargado de transformar la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que circula por ellos.
2. Un sistema de acumulación constituido por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente hasta que se precisa su uso.
3. Un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación.
4. Un sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua caliente que se consume.
5. Un sistema de regulación y control que se encarga por un lado de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y, por otro, actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc.
6. Adicionalmente, se dispone de un equipo de energía convencional auxiliar que se utiliza para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o demanda superior a la prevista.

Esta definición establece los tres componentes esenciales de una instalación solar térmica, es decir, el conjunto captador que recoge la energía de la radiación solar, el conjunto de intercambio y acumulación, que permite almacenar la energía captada, y el equipo convencional de apoyo que proporciona la energía complementaria cuando sea necesario. Los restantes

sistemas sirven para regular los anteriores constituyendo de esta manera un sistema energético eficaz.

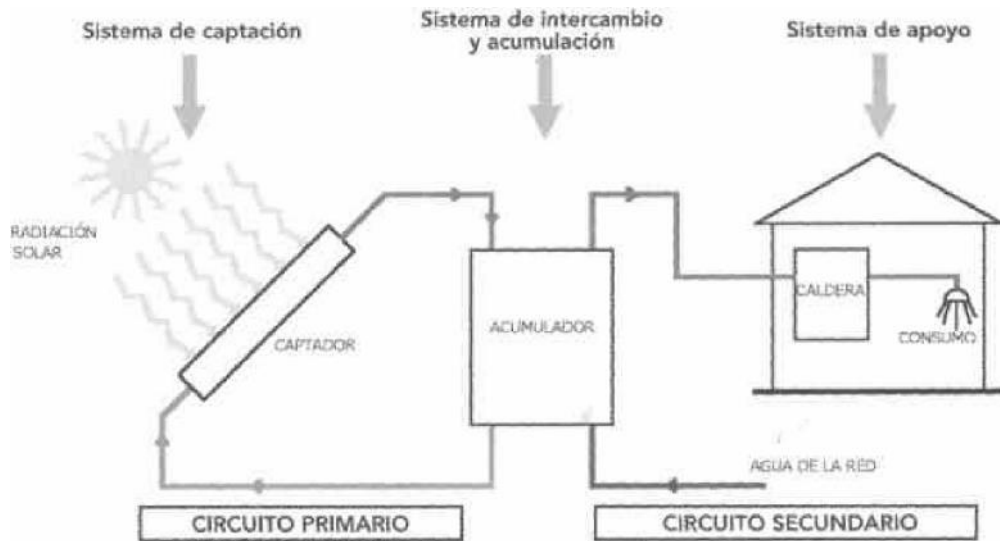


Figura 3.4.2.1.1 Esquema principal

3.4.2.2. Condiciones generales

Las condiciones generales a tener en cuenta en cualquier instalación solar térmica son las siguientes:

1. El objetivo básico del sistema solar es suministrar al usuario una instalación solar que:
 - a) Optimice el ahorro energético global de la instalación en combinación con el resto de equipos térmicos del edificio.
 - b) Garantice una durabilidad y calidad suficientes.
 - c) Garantice un uso seguro de la instalación.
2. Las instalaciones se realizarán con un circuito primario y un circuito secundario independientes, con producto químico anticongelante, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación.
3. En instalaciones que cuenten con más de 10m² de captación correspondiendo a un solo circuito primario, éste será de circulación forzada.
4. Si la instalación debe permitir que el agua alcance una temperatura de 60°C, no se admitirá la presencia de componentes de acero galvanizado.

5. Respecto a la protección contra descargas eléctricas, las instalaciones deben cumplir con lo fijado en la reglamentación vigente y en las normas específicas que la regulen.
6. Se instalarán manguitos electrolíticos entre elementos de diferentes materiales para evitar el par galvánico.

3.4.2.3 Protecciones

Dentro de las condiciones generales de una instalación son fundamentales los sistemas de protección que aseguran su correcto funcionamiento en un periodo dilatado de tiempo, y se clasifican en diversos apartados, de acuerdo con el origen del daño que se quiera evitar.

3.4.2.3.1 Protección contra heladas

1. El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema deberá fijar la mínima temperatura permitida en el sistema. Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deben ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema.
2. Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0 °C, deberá estar protegido contra las heladas.
3. La instalación estará protegida, con un producto químico no tóxico cuyo calor específico no será inferior a 3 kJ/kg K, en 5 °C por debajo de la mínima histórica registrada con objeto de no producir daños en el circuito primario de captadores por heladas. Adicionalmente este producto químico mantendrá todas sus propiedades físicas y químicas dentro de los intervalos mínimo y máximo de temperatura permitida por todos los componentes y materiales de la instalación.
4. Se podrá utilizar otro sistema de protección contra heladas que, alcanzando los mismos niveles de protección, sea aprobado por la Administración Competente.

En cualquier caso será obligatorio el uso de un elemento anticongelante u otro sistema que alcanzando los mismos niveles de protección, sea aprobado por la

Administración Competente. Al tratarse el CTE de un Código de prestaciones de carácter cualitativo que los edificios deben cumplir, hay que interpretar que la aprobación de un sistema alternativo por la Administración implica el cumplimiento de la prescripción recogida en el Código.

3.4.2.3.2 Protección contra sobrecalentamientos

1. El dimensionado de la instalación se realizará teniendo en cuenta que en ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110% de la demanda energética y en no más de tres meses el 100% y a estos efectos no se tomarán en consideración aquellos periodos de tiempo en los cuales la demanda energética se sitúe un 50% por debajo de la media correspondiente al resto del año, tomándose medidas de protección.
2. En el caso de que en algún mes del año la contribución solar pudiera sobrepasar el 100% de la demanda energética se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:
 - a) dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos preferentemente pasivos o mediante la circulación nocturna del circuito primario);
 - b) tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador solar térmico está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador);
 - c) vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares, debiendo incluirse este trabajo entre las labores del contrato de mantenimiento;
 - d) desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes;
 - e) sistemas de vaciado y llenado automático del campo de captadores.

3. En cualquier caso, si existe la posibilidad de evaporación del fluido de transferencia de calor bajo condiciones de estancamiento, el dimensionado del vaso de expansión debe ser capaz de albergar el volumen del medio de transferencia de calor de todo el grupo de captadores completo incluyendo todas las tuberías de conexión de captadores más un 10%.
4. Las instalaciones deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. En general, es muy recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo.

3.4.2.3.3 Protección contra quemaduras

En sistemas de Agua Caliente Sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60 °C debe instalarse un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

3.4.2.3.4 Protección de materiales contra altas temperaturas

El sistema deberá ser calculado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.

3.4.2.3.5 Resistencia a presión

1. Los circuitos deben someterse a una prueba de presión de 1,5 veces el valor de la presión máxima de servicio. Se ensayará el sistema con esta presión durante al menos una hora no produciéndose daños permanentes ni fugas en los componentes del sistema y en sus interconexiones. Pasado este tiempo, la presión hidráulica no deberá caer más de un 10% del valor medio medido al principio del ensayo.
2. El circuito de consumo deberá soportar la máxima presión requerida por las regulaciones nacionales/europeas de agua potable para instalaciones de agua de consumo, abiertas o cerradas.

3. En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

3.4.2.3.6 Prevención de flujo inverso

1. La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del sistema.
2. La circulación natural que produce el flujo inverso se puede favorecer cuando el acumulador se encuentra por debajo del captador por lo que habrá que tomar, en esos casos, las precauciones oportunas para evitarlo.
3. Para evitar flujos inversos es aconsejable la utilización de válvulas anti retorno, salvo que el equipo sea por circulación natural.

3.4.3 Cálculo de la instalación

3.4.3.1 Planteamiento del trabajo

El diseño de la instalación solar térmica para agua caliente sanitaria constituye un desarrollo del estudio general de cualquier edificación que se esté diseñando, en este caso además se requiere que dicha instalación proporcione agua en las condiciones adecuadas para climatizar la piscina existente en terreno, en base a las peticiones manifestadas por el propietario.

Para apreciar los condicionantes inevitables en la vivienda que se proyecta, hay que considerar las particularidades de este tipo de instalaciones. Para ello se parte del análisis de los subsistemas básicos de una instalación solar, que son:

- Subsistema de captación.
- Subsistema de intercambio y acumulación.
- Subsistema de energía convencional auxiliar.

La primera consideración es que se trata de elementos voluminosos, de nueva exigencia obligatoria, excepto en el caso del subsistema de energía convencional auxiliar, y con gran impacto visual en el caso de los captadores.

El campo de captadores tiene la dificultad añadida de unos límites bastante estrictos respecto a orientaciones y colocación, a lo que se suman condiciones estéticas en muchas ordenanzas, por lo que es previsible que se convierta en el condicionante principal para el diseño de las cubiertas.

El volumen de acumulación constituye el segundo gran condicionante. Es previsible que las ordenanzas municipales impidan su ubicación en las propias cubiertas, por impacto visual, y los cuartos para alojar tales depósitos tienen considerables dimensiones. En la presente instalación se opta por situar los depósitos requeridos para A.C.S y piscina en cuartos separados, cada uno adaptado para albergar en las condiciones más idóneas todos los elementos que se precisen del sistema.

El sistema de energía convencional no supone en sí mismo un condicionante añadido, salvo que su integración con el sistema de energía solar conduzca a una alternativa distinta a la que se tomaría sin ella. Es probable que el análisis económico de la instalación conduzca, en algunos casos, a soluciones diferentes a las que se adoptarían sin la instalación solar térmica.

3.4.3.2 Procedimiento de verificación

En la Sección HE4, del documento básico HE, se establece el procedimiento para ratificar el cumplimiento de las exigencias estipuladas, siguiendo la secuencia que se expone a continuación:

- a) Obtención de la contribución solar mínima, según el apartado 2.2.1.
- b) Cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del apartado 3.
- c) Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento del apartado 5.

Analizando esta secuencia, se observa que el apartado 2.2.1, de la Sección HE4, define la contribución solar mínima anual como la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales, indicándose sus valores.

El apartado 4, recoge los criterios generales de cálculo, especificándose en el apartado 4.1, Dimensionado básico, que, en la memoria del trabajo, se establecerá el método de cálculo especificando, al menos en base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y de la contribución solar. Asimismo el método de cálculo incluirá las prestaciones globales anuales definidas por:

- a) La demanda de energía térmica.
- b) La energía solar térmica aportada.
- c) Las fracciones solares mensuales y anuales.
- d) El rendimiento medio anual.

De acuerdo con este análisis de la Sección HE4, el proceso que se seguirá en el cálculo de la instalación será el establecido en estos apartados.

3.4.3.3 Demanda de energía térmica. Datos de partida

Siguiendo el criterio del apartado 3º del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura, del IDAE, los datos de partida necesarios para el dimensionado y cálculo de la instalación están constituidos por dos grupos de parámetros que definen las condiciones climáticas y de uso.

Las condiciones de uso vienen dadas por la demanda energética asociada a la instalación según los diferentes tipos de consumo. Para aplicaciones de A.C.S., la demanda energética se determina en función del consumo de agua caliente, mientras que para la piscina se determina en función de las pérdidas energéticas que tienen lugar en el entorno de la misma. Las condiciones climáticas vienen dadas por la radiación global total en el campo de captación, la temperatura ambiente diaria y la temperatura del agua de la red.

3.4.3.3.1 Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas, a efectos de las instalaciones solares térmicas, están definidas por:

- La radiación global total en el campo de captación.

- La temperatura ambiente media diaria.
- La temperatura mensual media del agua de la red.

Estos datos proceden del Instituto Nacional de Meteorología y otras fuentes fiables, y la dificultad de disponer de las suficientes series estadísticas constituye el principal obstáculo para una valoración adecuada del dimensionado de la instalación. De los tres parámetros mencionados el más difícil de tabular ha sido siempre la radiación global total, porque tiene múltiples condicionantes, comenzando por la propia determinación de los factores a considerar, como por ejemplo la radiación difusa, que es la recibida en los días nublados.

La radiación se mide sobre la superficie horizontal, aplicando fórmulas factoriales para calcular las restantes posiciones de los captadores, pero las mayores dificultades proceden de las condiciones de horas de sol, nubes, lluvia, etc.

A continuación se reproducen las correspondientes a la energía, en megajulios, que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes ($1\text{kWh} = 3,6\text{MJ}$), la altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica (la más baja que se haya medido desde el primer año del que se conservan registros de datos), la temperatura media del agua en la red en °C, y la temperatura ambiente media durante las horas de sol en °C, ambas por provincias, del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, advirtiéndose que la denominación de las provincias no se corresponde con la oficial actualmente vigente. Hay que tener en cuenta también los valores particulares que establecen algunas ordenanzas y regulaciones autonómicas, siempre que sean más restrictivas que el CTE. No obstante, en la mayoría de los casos estas tablas proporcionan datos suficientemente fiables para redactar el trabajo.

3.4.3.3.2 Contribución solar mínima

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual para ACS o climatización de piscina cubierta, obtenidos a partir de los valores mensuales.

3.4.3.3.2.1 Contribución solar mínima para A.C.S

En base a la tabla recogida en el apartado 2.1 del documento básico HE, sección 4, del código técnico, se establece para cada zona climática la contribución solar mínima anual exigida para cubrir las necesidades de ACS en función de la demanda total del edificio, tomando una temperatura de referencia de 60°C.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

Tabla 3.4.3.3.2.1.1 - Contribución solar mínima anual para ACS en %

En el caso de la vivienda unifamiliar objeto de estudio, su situación geográfica la hace pertenecer a la zona climática I, por tal motivo la contribución mínima solar anual exigida será del 30 %.

3.4.3.3.2 Contribución solar mínima para piscinas cubiertas

La contribución solar mínima anual en el caso de climatización de piscinas cubiertas se recoge en la tabla 2.2 de la Sección HE 4 del DB HE del CTE, en función de la zona climática. Es importante recordar tales valores tienen carácter de mínimos, pudiendo ser ampliados voluntariamente o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes, por lo que habrá que analizar en cada caso los reglamentos u ordenanzas locales de aplicación.

	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
<i>Piscinas cubiertas</i>	30	30	50	60	70

Tabla 3.4.3.3.2.2 - Contribución solar mínima anual para piscinas cubiertas en %

Teniendo en cuenta la zona climática en la que se encuentra la instalación, tal y como se indicó en el apartado anterior, la contribución solar mínima anual será también del 30%.

3.4.3.4 Cálculo de la demanda energética

3.4.3.4.1 Demanda energética mensual por consumo de A.C.S

Según se establece en el apartado 4.1, Cálculo de la demanda, de la Sección 4, del documento básico HE, para valorar las demandas se tomarán los valores unitarios de consumo en litros de A.C.S. por día a 60 °C de la tabla 4.1. Según la misma, a una temperatura de 60 °C, la demanda de A.C.S para el caso de una vivienda unifamiliar es de: 28 litros/persona.

Los litros de A.C.S./día a 60 °C de la tabla se han calculado a partir de la Tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética". Para el cálculo se han utilizado los valores de $T_i = 12$ °C (constante) y $T = 45$ °C. y se corresponde con la tabla 4.1 de la Sección HE4, del DB HE.

En el mismo apartado se contempla el caso de que se elija una temperatura en el acumulador final diferente de 60 °C, en cuyo caso se deberá alcanzar la contribución solar mínima correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 °C. No obstante, la demanda a considerar a efectos de cálculo, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de la siguiente expresión:

$$D(T) = \sum D_i(T) \quad (3.4.3.4.1.1)$$

$$D_i(T) = D_i(60^\circ\text{C}) \times \frac{60 - T_i}{T - T_i} \quad (3.4.3.4.1.2)$$

Donde:

- D (T) demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida.
- D_i (T) demanda de agua caliente sanitaria para el mes (i) a la temperatura T elegida.
- D_i (60 °C) demanda de agua caliente sanitaria para el mes (i) a la temperatura de 60 °C.

- T temperatura del acumulador final.
 Ti temperatura media del agua fría en el mes (i).

Hay que considerar que una temperatura de acumulación inferior mejora el rendimiento de la instalación al permitir un mayor salto térmico en los intercambiadores, pero incrementa el coste al suponer un mayor volumen, además de un aumento de riesgo de legionela, que se produce en agua acumulada a una temperatura inferior a 50 °C. Esto aparece recogido en la norma UNE EN 100030 IN del 2005.

En el apartado 4.2 del HE 4 se recoge el número mínimo de personas por vivienda que debe ser considerado, si se trata de uso residencial privado, para determinar el caudal de A.C.S exigido en la instalación. Las cifras contempladas en el citado apartado se reflejan en la siguiente tabla:

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Tabla 3.4.3.4.1.1 - Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado

En la presente vivienda unifamiliar se dispone de 3 dormitorios repartidos entre las dos plantas existentes, por lo tanto el número mínimo de personas a considerar son 4. En base a esto y teniendo en cuenta la demanda de ACS de 28 litros de ACS/día a 60° por persona, se tiene que el caudal diario total exigido será de:

$$Q_{\text{día}} = 4 \text{ personas} \times 28 \frac{\text{litros}}{\text{persona.día}} = 112 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

La demanda energética será la cantidad de energía necesaria para elevar la masa de agua resultante de los consumos requeridos desde la temperatura de suministro a la de referencia, en valores mensuales. La unidad física empleada es la caloría, cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua de 14,5 °C a 15,5 °C, cuya equivalencia mecánica se obtuvo mediante el experimento de Joule, de forma que:

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J} \quad (3.4.3.4.1.3)$$

Se tiene finalmente que el cálculo de la demanda energética se realizará para cada mes del año mediante la expresión mostrada a continuación y su resultado será expresado en unidades de kWh/mes:

$$DE_{\text{mes}} = Q_{\text{día}} \times N \times (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AF}}) \times 1,16 \times 10^3 \quad (3.4.3.4.1.4)$$

Donde:

DE_{mes} demanda energética, en kWh/mes.

$Q_{\text{día}}$ consumo diario de agua caliente sanitaria a la temperatura de referencia T_{ACS} , en l/día.

N n° de días del mes considerado, días/mes, no necesariamente meses completos en periodos estacionales.

T_{ACS} temperatura de referencia utilizada para la cuantificación del consumo de agua caliente, 60 °C.

T_{AF} temperatura del agua fría de la red, en °C.

$1,16 \times 10^{-3}$ = equivalencia entre kcal y kWh

$(1 \text{ kcal} = 1.000 \times 4,186 \text{ J} \times (1\text{Kw}/1000\text{w}) \times (1\text{h}/3600\text{s}) = 1,16 \times 10^{-3} \text{ kW h})$

En cuanto a los valores de las temperaturas reflejadas en la formula se debe tener en cuenta que la temperatura de referencia será de 60 °C, salvo que se aplique el criterio del apartado 3.1.1, párrafo 2, de la Sección HE4, visto anteriormente y que la temperatura del agua de la red se toma del anexo IV del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDEA, tabla 4, si no se establecen otras condiciones en la ordenanza local o en la reglamentación de la Comunidad Autónoma competente.

A continuación se reflejan los valores representativos tenidos en cuenta y los resultados obtenidos en la presente instalación:

Consumo	112	l/día
Tª ACS	60	°C

Mes	N días/mes	Tagua fría (°C)	Qmes (l/mes)	DEmes (kWh/mes)
Enero	31	10	3472	201,4
Febrero	28	10	3136	181,9
Marzo	31	11	3472	197,4
Abril	30	12	3360	187,1
Mayo	31	13	3472	189,3
Junio	30	14	3360	179,3
Julio	31	16	3472	177,3
Agosto	31	16	3472	177,3
Septiembre	30	15	3360	175,4
Octubre	31	14	3472	185,3
Noviembre	30	12	3360	187,1
Diciembre	31	11	3472	197,4

Tabla 3.4.3.4.1.2 - Cálculo de la demanda mensual por consumo de A.C.S

3.4.3.4.2 Cálculo de la demanda energética de la piscina cubierta.

Como punto de partida y referencia se tomarán las consideraciones establecidas por el código técnico de la edificación, el cual determina que en piscinas cubiertas los valores ambientales de temperatura y humedad deberán ser fijados en el trabajo, la temperatura seca del aire del local será entre 2 °C y 3 °C mayor que la del agua, con un mínimo de 26 °C y un máximo de 28 °C, y la humedad relativa del ambiente se mantendrá entre el 55% y el 70%, siendo recomendable escoger el valor de 60%.

La temperatura del agua estará, por tanto, comprendida entre un mínimo de 23 °C y un máximo de 26 °C, dejando el CTE la decisión al proyectista dentro de esta horquilla.

El RITE, en la IT 1.1.4.3.2 "Calentamiento del agua en piscinas climatizadas", establece que la temperatura del agua estará comprendida entre 24 °C y 30 °C según el uso principal de la piscina (se excluyen las piscinas para usos terapéuticos). La temperatura del agua se medirá en el centro de la piscina y a unos 20 cm por debajo de la lámina de agua, con una tolerancia en el espacio, horizontal y verticalmente, inferior o igual a $\pm 1,5$ °C.

En el presente trabajo se decide fijar la temperatura del agua en 24° de forma que el valor se ajuste a las consideraciones de ambas normativas.

A diferencia de la red de A.C.S donde la demanda energética venía fijada en función de los consumos instalados en la vivienda, en el caso de piscinas cubiertas el cálculo de la demanda energética se basa en la valoración de las pérdidas producidas una vez alcanzada la temperatura de referencia. Es decir, se trata de un régimen estacionario cuyos desequilibrios se recuperan mediante la aportación de energía solar.

En concreto, el cálculo de la potencia térmica necesaria a régimen para calentar el agua de la piscina se efectuará teniendo en cuenta las siguientes pérdidas:

- Por transferencia de vapor de agua al ambiente:
 - Desde la superficie del agua.
 - Desde el suelo mojado alrededor de la piscina.
 - Desde el cuerpo de las personas mojadas.
- Por convección de la superficie de agua de la pileta.
- Por radiación de la superficie de agua hacia los cerramientos.
- Por conducción a través de las paredes de la pileta.
- Por renovación del agua de la pileta.

Las pérdidas desde el suelo mojado y los cuerpos de las personas afectan a las condiciones de climatización, pero no al agua de la piscina. La renovación en las piscinas cubiertas es prácticamente despreciable, así como las pérdidas a través de los muros en un régimen estacionario.

Estos valores deben ser mensuales, por lo que habrá que multiplicar los valores unitarios por el número de días de cada mes al igual que en el caso del consumo de A.C.S.

3.4.3.4.2.1 Método simplificado del cálculo de pérdidas

El Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE, en su Anexo IV, Cálculo de Demandas Energéticas, recoge un método de

cálculo de la demanda energética tanto para las piscinas cubiertas como para las situadas al aire libre.

Este Anexo indica que la demanda energética viene dada por las pérdidas térmicas en la pila de la piscina, calculándose de forma diferente si se trata de piscina cubierta o al aire libre, siguiendo las indicaciones del RITE en la IT 10.2.1.2 sobre la temperatura del agua de la pileta.

En piscinas cubiertas, el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE considera la siguiente proporción de las pérdidas existentes:

- Evaporación, representan entre el 70% y el 80% de las pérdidas totales.
- Radiación, representan entre el 15% y el 20% de las pérdidas totales.
- Conducción, son despreciables.

Para el cálculo de las pérdidas energéticas en piscinas cubiertas, se utilizará la siguiente fórmula empírica:

$$P = (130 - 3 t_{ws} + 0.2 t_{ws}^2) / (S_w / 1000) \quad (3.4.3.4.2.1.1)$$

Siendo:

- P pérdidas, en kW/h
t_{ws} temperatura del agua, en °C
S_w superficie de la piscina, en m².

3.4.3.4.2.2 Método general del cálculo de pérdidas

En el método general se consideran las mismas pérdidas, pero se individualiza su cálculo para una aproximación más real. No hay que olvidar que los problemas de termodinámica se encuentran entre los más complejos de la física teórica, por lo que en la práctica se suelen utilizar ecuaciones empíricas válidas dentro de un rango de condiciones, que han sido definidas por diversos autores tras exhaustivos ensayos. Por ello no es extraño encontrar formulaciones muy diversas para la misma cuestión, si se olvidan estas condiciones previas.

En esta guía el método general se aplica solamente a las piscinas cubiertas, únicas reguladas en el CTE. Para piscinas al aire libre habría que considerar otras pérdidas complementarias, además de la ganancia por radiación solar directa.

En las piscinas cubiertas se consideran tres tipos de pérdidas:

- Por transferencia de vapor de agua al ambiente, desde la superficie del vaso de la piscina, despreciando las debidas al cuerpo de las personas mojadas o al suelo mojado alrededor de la piscina.
- Por convección de la superficie de agua de la pileta.
- Por radiación de la superficie de agua hacia los cerramientos.

Por otra parte, se consideran despreciables las pérdidas por conducción a través de las paredes de la pileta y las debidas a la renovación del agua de la pileta.

3.4.3.4.2.1 Pérdidas por evaporación

La evaporación es el fenómeno físico por el cual el agua cambia de estado líquido a gaseoso, pasando a la atmósfera en forma de vapor. Un cambio de fase requiere una aportación que se denomina calor latente, porque no se refleja en un aumento de la temperatura, constituyendo la diferencia de entalpia entre el estado de vapor saturado y el líquido saturado a la misma temperatura y presión. El valor del calor de vaporización del agua es:

$$L = 2.255 \times 10^3 \text{ J/ kg} = 40,65 \text{ Id/ mol} = 540 \text{ cal/gr}$$

El aire, considerado como mezcla de gases perfectos tiene en el vapor de agua, o agua en fase gaseosa, uno de sus componentes. En la superficie de un volumen de agua líquida siempre hay moléculas de agua cruzando en el aire circundante a dicha superficie, que luego se evaporan. La energía (calor latente), que se consume en dicha evaporación, se deduce del contenido en energía térmica de la superficie que, por lo tanto, se enfría (refrigeración por evaporación).

Dalton expresó la tasa de evaporación E en forma directamente proporcional a la diferencia entre la presión de vapor saturado p_s a la temperatura del agua, y la presión de vapor p_v existente en el aire circundante, para la unidad de superficie.

$$E = K (p_s - p_v) \quad (3.4.3.4.2.2.1.1)$$

La carga térmica es función de la masa de agua evaporada m_v por unidad de tiempo y de la entalpia del agua, o calor latente, a la temperatura de la piscina:

$$Q = L m_v \quad (3.4.3.4.2.2.1.2)$$

El problema físico de la ebullición del agua, o cambio de fase de líquido a vapor ha sido resuelto desde muy antiguo, sin embargo la masa de evaporación de una superficie abierta a temperatura inferior a la de ebullición no puede ser medida directamente, constituyendo un problema bastante complejo. Se han desarrollado para ello diversos métodos, mezcla de aplicación teórica y experimentación, siendo muy importantes las condiciones de contorno para la validez de las propuestas.

Además del suministro de energía calórica, el segundo factor que determina la tasa de evaporación desde una superficie abierta de agua es la tasa de transporte del vapor lejos de la superficie, que se determina por el gradiente de humedad en el aire cercano a la superficie y la velocidad del viento a través de dicha superficie, y estos procesos pueden analizarse utilizando simultáneamente las ecuaciones de transporte de masa y de cantidad de movimiento en el aire.

En el CTE sólo se contemplan las piscinas cubiertas, por lo que no hay que tener en cuenta las ganancias por radiación directa solar en la superficie del agua. La velocidad del aire se considera 0,1 m/s, valor habitual adoptado en los manuales para interiores cerrados. La humedad se supone constante de un 60%, que es la recomendada en el apartado 3.1.1, y las temperaturas del agua oscilan entre 23 °C y 26 °C, como se vio anteriormente.

En una situación estacionaria, habría que suponer que la acumulación de vapor en el ambiente llegará a la saturación, produciéndose condensaciones, por lo que para mantener el máximo de humedad del 70%, o del 60% recomendado, la cubierta debería estar dotada de sistemas adecuados de climatización y circulación de aire que mantengan estas condiciones, y que deberán realizar la tarea equivalente al viento natural.

En estas condiciones, la ecuación simplificada de Thornthwaite-Holzman para transporte de vapor, desarrollada por primera vez por estos autores en 1.939 para el cálculo de evaporación en lagos y pantanos, resulta adecuada para el cálculo de la masa unitaria evaporada:

$$m_v = 0,622 k^2 p_a (p_{vsa} - p_{va}) u_2 / \rho [\text{Ln}(Z_2/Z_1)]^2 \quad (3.4.3.4.2.2.1.3)$$

Siendo:

- m_v masa unitaria evaporada, en gr/cm²
- k constante de Von Karman, se le suele dar el valor de 0,4
- p_{vsa} presión de vapor saturado a la temperatura ambiente, en mmHg
- p_{va} presión de vapor en el aire, en mmHg
- u_2 velocidad del viento a la altura z_2 , en cm/s en un recinto cerrado se considera igual a 0,1 m/s = 10 cm/s
- P_a densidad del aire, en g/cm³
- p presión del aire/presión atmosférica, en mmHg (760 al borde del mar)
- z_1 punto de referencia en la superficie de la piscina
- z_2 altura de un segundo punto de referencia.

La densidad del aire seco p_a es una magnitud variable, dependiendo de la temperatura y la altitud. Su valor normal es 1,225 Kg/m³ (1,225 • 10³g/cm³), al nivel del mar y a la temperatura de 15 °C. A una temperatura de 25 °C, toma el valor de 1,184 Kg/m³ (1,184 • 10³g/cm³).

Los puntos z_2 y z_1 son las alturas de referencia de la medición de la velocidad del aire, y depende del volumen del edificio. La posición de z_1 se considera en la superficie del agua, y su valor es la unidad. Si se considera que el punto z_2 está a una altura de 2,50 metros de la superficie, el logaritmo neperiano del cociente será 0,9163, dato que se utilizará para los cálculos.

La presión de vapor se define como la presión producida por el vapor de agua en un volumen, considerado como un gas perfecto. La presión de vapor saturado, a una determinada temperatura, se corresponde con el calor más alto de masa de agua en estado de vapor que admite el aire, produciéndose el punto de condensación. Se trata, por consiguiente de una mezcla de gases, cuyo comportamiento sigue

la ley de Dalton de las presiones parciales, que dice que la presión total de una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales de sus componentes, y la presión parcial es la presión que ejercería cada componente en las mismas condiciones del sistema, de acuerdo con sus respectivas propiedades. La ecuación clásica para calcular el valor de la presión de vapor saturado es la de Clausius-Clapeyron, en función de la temperatura:

$$\ln p_{vsa} = - L / R(1/T)+C \quad (3.4.3.4.2.2.1.4)$$

Siendo:

L entalpia de vaporización, 40,65 kJ/ mol

R constante de los gases perfectos, 8,31451 J/mol K

T temperatura, en Kelvin.

Para los cálculos se emplea, en lugar de la clásica, la ecuación de Antoine, por estar más próxima a los valores de los gases reales en el rango de temperaturas que se trata:

$$\ln P = A - B / (T+C) \quad (3.4.3.4.2.2.1.5)$$

Siendo para el caso del agua:

- A 18,304

- B 3.816,4

- C -46,13

- T temperatura, en Kelvin.

Despejando el valor de la presión de vapor resulta:

$$P_{vsa} = \exp (A-B / (T+C)) \quad (3.4.3.4.2.2.1.6)$$

El valor de la presión resulta, en esta fórmula, en milímetros de mercurio, mmHg, debiendo tener en cuenta la equivalencia en pascal, 1 mm Hg = 133,322 Pa.

La presión de vapor no saturado corresponde a las condiciones ambientales reales donde no suele haber condensación, y se utiliza la expresión:

$$\rho_{va} = \rho_{vsa} \text{Nr}/100 \quad (3.4.3.4.2.2.1.7)$$

Siendo Nr la humedad relativa, considerada un 60% tal y como se expresó en apartados anteriores.

La sucesiva aplicación de estas expresiones dará la evaporación por unidad de tiempo y superficie de piscina, que se suele expresar para un ciclo de 24 horas:

$$Q_{EV} = L \times m_v \times S \times 24 \times N \quad (3.4.3.4.2.2.1.8)$$

Siendo:

L entalpia de vaporización del agua, 540 cal/gr.

m_v masa del agua unitaria evaporada, en $\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{seg}$

S superficie del vaso de la piscina, en cm^2

24 número de horas del día

N número de días del mes

En el presente trabajo, las pérdidas por evaporación de cada mes para una superficie del vaso de $20,6\text{m}^2$ y una $m_v = 4,06 \times 10^{-6} \text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{seg}$, serán:

MES	DIAS	$Q_{EV}(\text{MJ}/\text{mes})$	$Q_{EV}(\text{Mcal}/\text{mes})$
Enero	31	5080,766	1214,332
Febrero	28	4589,079	1096,816
Marzo	31	5080,766	1214,332
Abril	30	4916,870	1175,160
Mayo	31	5080,766	1214,332
Junio	30	4916,870	1175,160
Julio	31	5080,766	1214,332
Agosto	31	5080,766	1214,332
Septiembre	30	4916,870	1175,160

Octubre	31	5080,766	1214,332
Noviembre	30	4916,870	1175,160
Diciembre	31	5080,766	1214,332

Tabla 3.4.3.4.2.2.1.1 Pérdidas por evaporación

3.4.3.4.2.2.2 Pérdidas por convección

Se llama convección al proceso de intercambio de energía entre un fluido y un sólido, u otro fluido de diferente densidad, cuya superficie de contacto esté a diferente temperatura de la del fluido.

Estas pérdidas en algunos casos pueden ser negativas, porque la temperatura ambiente ha de ser superior a la del agua, según establece el CTE. No obstante, mantener constante la temperatura del aire seco al menos a 26 °C significaría una climatización constante del local con un gasto energético excesivo, pareciendo más probable que se produzcan ciclos diarios, de forma que durante la noche la temperatura se aproxime a la del ambiente exterior y, consecuentemente, el agua ceda calor al aire, por su mayor inercia. Se consideran de esta manera promedios de temperatura para el cálculo de estas pérdidas, si no existe climatización continua.

$$Q_C = h \times S \times (T_m - T_a) \times 24 \times N \quad (3.4.3.4.2.2.2.1)$$

Siendo:

- S superficie de la piscina, en m²
- T_m temperatura del agua de la piscina, en °C
- T_a temperatura ambiente, en °C, consideramos (T_{maext} + T_{amb})/2, en caso contrario tendría climatización nocturna.
- h coeficiente de película de la superficie de la piscina, en W/m² (h= 4 Kcal/ m²h °C para una velocidad del aire entre 0-5 Km/h)
- N número de días del mes.

De acuerdo con lo anterior, se tiene que las pérdidas por convección de cada mes para una superficie del vaso de 20,6 m² y una temperatura del agua de 24°C, serán:

MES	DIAS	T _a	Q _c (Mj/mes)	Q _c (Kcal/mes)
Enero	31	19	1288,739	308016
Febrero	28	19	1164,022	278208
Marzo	31	20	1030,991	246412,8
Abril	30	20	997,733	238464
Mayo	31	21	773,243	184809,6
Junio	30	22,5	374,150	89424
Julio	31	23	257,748	61603,2
Agosto	31	23,5	128,874	30801,6
Septiembre	30	23	249,433	59616
Octubre	31	21,5	644,369	154008
Noviembre	30	20	997,733	238464
Diciembre	31	19	1288,739	308016

Tabla 3.4.3.4.2.2.2.1 Pérdidas por convección

3.4.3.4.2.2.3 Pérdidas por radiación

La radiación electromagnética puede transportar energía a través de un fluido o del vacío, en forma de ondas electromagnéticas que se propagan a la velocidad de la luz. La radiación térmica, es decir, aquella que transporta energía en forma de calor es la que entra en este campo de aplicación y todo cuerpo recibe una determinada cantidad de radiación, pero también la emita, teniendo de esta forma un balance que puede ser de pérdidas o ganancias.

Las pérdidas o ganancias de calor por radiación Q_R , W/m^2 se calculan de la siguiente forma:

$$Q_R = \sigma \times \varepsilon \times S \times (T_m^4 - T_a^4) \times 24 \times N \quad (3.4.3.4.2.2.3.1)$$

Siendo:

- σ constante de Stefan-Boltzman, $5,67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^4) = 4,88 \times 10^{-6} \text{ cal}/(\text{cm}^2 \text{ h K}^4)$
- ε emitancia de la superficie, 0,095 para la superficie de la piscina
- S superficie de la piscina, en m^2
- T_m temperatura del agua de la piscina, en $^\circ\text{C}$
- T temperatura ambiente, en $^\circ\text{C}$, consideramos $(T_{\text{maext}} + T_{\text{int}})/2$, en caso contrario tendría climatización nocturna
- N número de días del mes.

Las pérdidas por radiación de cada mes, para una superficie del vaso de $20,6\text{m}^2$ y una temperatura del agua de 24°C , serán:

MES	DIAS	T_a	$Q_c(\text{Mj}/\text{mes})$	$Q_c (\text{w}^*\text{h}/\text{mes})$
Enero	31	19	152,570	42380,6032
Febrero	28	19	137,805	38279,254
Marzo	31	20	122,676	34076,575
Abril	30	20	118,718	32977,331
Mayo	31	21	92,473	25687,086
Junio	30	22,5	45,086	12523,872
Julio	31	23	31,138	8649,386
Agosto	31	23,5	15,608	4335,632
Septiembre	30	23	30,133	8270,373
Octubre	31	21,5	77,256	21460,111
Noviembre	30	20	118,718	32977,330
Diciembre	31	19	152,570	42380,603

Tabla 3.4.3.4.2.2.3.1 Pérdidas por radiación

3.4.3.4.2.2.4 Pérdidas totales

Considerando el conjunto de las pérdidas anteriores, el aporte energético neto que debemos efectuar en la piscina será:

$$Q_T = Q_{EV} + Q_C + Q_R \quad (3.4.3.4.2.2.4.1)$$

Siendo:

Q_T	Pérdidas totales
Q_{EV}	Pérdidas por evaporación
Q_C	Pérdidas por convección
Q_R	Pérdidas por radiación

Si se prevé el uso de manta térmica para cubrir la piscina, hay que tener en cuenta que las pérdidas totales deben ser multiplicadas por un coeficiente que represente el porcentaje de tiempo durante el cual la piscina permanece descubierta, ya que las pérdidas consideradas tendrán lugar durante este intervalo de tiempo.

En la presente instalación se establece un porcentaje del 60% de tiempo sin el uso de manta.

3.4.3.5 Cálculo del campo de captadores

El dimensionado del campo de captadores constituye la base fundamental de la instalación, ya que es el elemento que recoge la energía solar que se precisa, y el valor absoluto de ésta es función de su superficie total de captación.

El valor de la energía solar aportada debe ser el producto de la contribución solar mínima por la demanda de energía, por lo que habrá que dimensionar el campo de captadores para ello. La fracción solar anual coincidirá con la contribución solar mínima, dependiendo las fracciones mensuales de las condiciones climáticas y de uso.

Sin embargo, estos valores representan el resultado a cumplir, y no sirven para definir la superficie de captación de forma directa, por lo que es necesario

realizar varias pruebas, una vez predimensionado el campo, hasta lograr el cumplimiento de todos los requisitos, de la forma siguiente:

- Predimensionado del campo de captadores.
- Cálculo de la cobertura del sistema solar.
- Reiteración del proceso hasta obtener los valores de fracción solar mensual y anual que cumplan con las exigencias, teniendo en cuenta los restantes requisitos.

3.4.3.5.1 Predimensionado del campo de captadores

La superficie de captación solar es un dato imprescindible para el proceso de cálculo, siendo necesario realizar una hipótesis de partida fijando un valor previo, para ajustar la superficie a la contribución requerida posteriormente.

Un valor habitual es considerar $70 \frac{\text{litros}}{\text{m}^2 \text{ día}}$, que puede resultar un valor adecuado para el rendimiento de la instalación, teniendo en cuenta que este valor tendrá que reconsiderarse posteriormente para cumplir con la contribución solar mínima requerida en el caso de querer instalar además una caldera de apoyo o simplemente con la instalación solar de captadores.

3.4.3.5.2 Cálculo de la cobertura del sistema solar. Método F-Chart

El rendimiento instantáneo de un captador está definido por la ecuación de balance, sin embargo el rendimiento medio durante un periodo medio de tiempo es un fenómeno mucho más complejo en el que intervienen numerosos factores, tales como la climatología, la posición respecto a la inclinación y orientación de los captadores, la existencia de zonas en sombra y la inercia de la instalación en su conjunto, que impide el aprovechamiento de la radiación por debajo de un valor mínimo.

El método F-Chart cuenta con el respaldo de numerosas instalaciones realizadas en un largo periodo de tiempo con el consiguiente análisis de los resultados energéticos en situaciones reales, por lo que tiene un gran reconocimiento por parte de los profesionales del sector. Es el aconsejado en el Pliego de

Condiciones Técnicas de Instalaciones Solares Térmicas de Baja Temperatura, del IDAE y cumple con lo especificado en la Sección HE4, del DB HE del CTE.

Para desarrollarlo se utilizan datos mensuales, medios meteorológicos, y es perfectamente válido para determinar el rendimiento o factor de cobertura solar en instalaciones de calentamiento de A.C.S., en todo tipo de edificios, mediante captadores solares planos. Se determina el porcentaje de la demanda energética mensual, o fracción solar mensual, como relación entre dos magnitudes adimensionales D_1 y D_2 , mediante la fórmula siguiente:

$$f = 1,0290D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3 \quad (3.4.3.5.2.1)$$

La secuencia que se va a seguir en el cálculo es la siguiente:

1. Cálculo de la radiación solar mensual incidente H_{mes} sobre la superficie inclinada de los captadores.
2. Cálculo del parámetro D_1 .
3. Cálculo del parámetro D_2 .
4. Determinación de la fracción energética mensual f aportada por el sistema de captación solar, mediante gráficas o ecuaciones.
5. Valoración de la cobertura solar anual, grado de cobertura solar o fracción solar anual F .
6. Reiteración del proceso para ajustar la producción a los requerimientos.

Originariamente para el proceso de cálculo se utilizaban unas gráficas llamadas f , o f -chart, que dan nombre al método, en un sistema de coordenadas con los valores de D_1 , en las ordenadas y de D_2 en las abscisas, donde se podía encontrar el valor de la fracción solar de la instalación una vez obtenidos los valores de los parámetros D_1 y D_2 , de una determinada instalación, entre unos ciertos límites.

3.4.3.5.2.1 Cálculo de la radiación solar mensual incidente

El cálculo de la radiación solar disponible en los captadores solares se efectúa según la siguiente fórmula:

$$H_{mes} = k_{mes} \times H_{dia} \times N \quad (3.4.3.5.2.1.1)$$

Dónde:

- H_{mes} Irradiación, o radiación solar incidente por m² de superficie de los captadores por mes, en kWh/(m² mes)
- k_{mes} Coeficiente función del mes, de la latitud y de la inclinación de la superficie de captación solar.
- $H_{día}$ Irradiación, o radiación solar incidente por m² de superficie de los captadores por día, en kWh/(m² día)
- N Número de días del mes.

El valor de la radiación solar incidente sobre una superficie horizontal en un día medio de cada mes, por provincias, puede tomarse de la tabla publicada por CENSOLAR, recogida en el Anexo IV del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE. En la mayoría de los casos estas tablas proporcionan datos suficientemente fiables para redactar el trabajo.

Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
5.4	8.0	11.4	12.4	15.4	16.2	17.4	15.3	13.9	10.9	6.4	5.4

Tabla 3.4.3.5.2.1.1 Valor de la radiación solar sobre una superficie horizontal MJ/m² * día

Los valores del coeficiente k utilizados para la estimación de la energía solar mensual incidente sobre una superficie inclinada a partir de la radiación solar horizontal para un azimut de cero grados (orientación Sur), están indicados en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE.

Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1.45	1.33	1.19	1.05	0.95	0.91	0.95	1.06	1.24	1.45	1.59	1.57

Tabla 3.4.3.5.2.1.2 Valor de k para la estimación de la energía solar incidente sobre una superficie inclinada

En base a los datos aportados, se obtienen los siguientes resultados sobre la radiación solar incidente por m² de superficie para cada uno de los meses del año:

Mes	H _{día} MJ/(m ² *día)	k _{mes}	N (días)	H _{mes} MJ/(m ² *mes)	H _{mes} Kw*h/(m ² *mes)
Enero	5,4	1,45	31	242,73	67,425
Febrero	8,0	1,33	28	297,92	82,756
Marzo	11,4	1,19	31	420,55	116,819
Abril	12,4	1,05	30	390,60	108,500
Mayo	15,4	0,95	31	453,53	125,981
Junio	16,2	0,91	30	442,26	122,850
Julio	17,4	0,95	31	512,43	142,342
Agosto	15,3	1,06	31	502,76	139,656
Septiembre	13,9	1,24	30	517,08	143,633
Octubre	10,9	1,45	31	489,96	136,100
Noviembre	6,4	1,59	30	305,28	84,800
Diciembre	5,1	1,57	31	248,22	68,950

Tabla 3.4.3.5.2.1.3 - Valor de radiación solar mensual

El procedimiento propuesto para el cálculo de la radiación solar incidente sobre una superficie inclinada es válido para superficies orientadas al Sur. La influencia de pequeñas desviaciones respecto al Sur, de unos 25° hacia el Este o el Oeste no originan una pérdida significativa de producción solar anual de la instalación.

3.4.3.5.2.2 Pérdidas por la disposición geométrica de los captadores

La disposición de los captadores en el campo de captación puede originar pérdidas que reducen el rendimiento de la instalación. Hay tres posibles tipos de pérdidas debidas a la colocación de los captadores, las pérdidas debidas a la orientación según la desviación respecto al Sur geográfico, las pérdidas debidas a la inclinación desviando la recepción ortogonal de la radiación solar, y las pérdidas derivadas de los obstáculos en el entorno que producen sombras, tanto

de los propios paneles o partes de la edificación, como de edificaciones y obstáculos vecinos.

Las condiciones relativas a las pérdidas se regulan en el apartado 2.2.3 de la Sección HE4, del DB HE del CTE. Así, donde se cita:

1. “Las pérdidas se expresan como porcentaje de la radiación solar que incidiría sobre la superficie de captación orientada al sur, a la inclinación óptima y sin sombras.”
2. “La orientación e inclinación del sistema generador y de las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites establecidos en la tabla 2.3. Este porcentaje de pérdidas permitido no supone una minoración de los requisitos de contribución solar mínima exigida.”

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Tabla 3.4.3.5.2.2.1 - Pérdidas límite

Se considera que existe integración arquitectónica cuando los módulos cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales, o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica. Se considera que existe superposición arquitectónica cuando la colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio, no aceptándose en este concepto la disposición horizontal con el fin de favorecer la autolimpieza de los módulos. Una regla fundamental a seguir para conseguir la integración o superposición de las instalaciones solares es la de mantener, dentro de lo posible, la alineación con los ejes principales de la edificación.

3. “En todos los casos, se han de cumplir las tres condiciones: las pérdidas por orientación e inclinación, las pérdidas por sombras y las pérdidas totales deberán ser inferiores a los límites estipulados en la tabla anterior,

respecto a los valores de energía obtenidos considerando la orientación e inclinación óptimas sin sombra alguna.”

3.4.3.5.2.3 Pérdidas por orientación e inclinación

Las pérdidas por orientación son debidas al desvío de la posición de los captadores solares de la orientación óptima, y las pérdidas por inclinación son debidas al desvío del ángulo de inclinación, o ángulo que forma la superficie de captación con el plano horizontal, desde su posición óptima.

Las condiciones óptimas de colocación de un captador se consideran para la orientación el Sur y para la inclinación la latitud geográfica.

Los paneles de la presente instalación estarán orientados al sur en concordancia con la disposición de las casetas sobre las que serán ubicados según se trate de A.C.S o piscina, por tal motivo la totalidad de las horas de sol al día son aprovechadas por los módulos solares.

3.4.3.5.2.4 Pérdidas por sombras

Las pérdidas por sombras son las derivadas de los obstáculos en el entorno que producen sombras, tanto de los propios paneles o partes de la edificación, como de edificaciones y obstáculos vecinos. Las pérdidas por sombras de la superficie de captación se deben evaluar de acuerdo con lo estipulado en la Sección HE4, del DB HE del CTE.

Para la evaluación de las pérdidas por sombras según lo expuesto en el anexo VI del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, en el apartado “Distancia mínima entre filas de captadores”, se dice que la distancia d , medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud})} \quad (3.4.3.5.2.4.1)$$

Donde $1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$ es un coeficiente adimensional denominado k , algunos de cuyos valores significativos se incluyen en la tabla siguiente, en función de la latitud del lugar:

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Tabla 3.4.3.5.2.4.1 - Valor del coeficiente k .

En la siguiente figura aparecen algunos ejemplos de la toma de datos relativos a “ h ” y “ d ”:

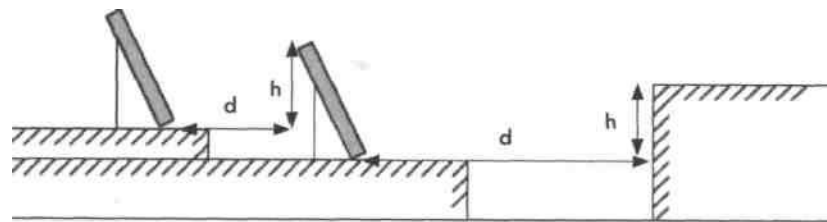


Figura 3.4.3.5.2.4.1 - Ejemplo de separación en la colocación

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a $h \cdot k$, aplicando h a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los captadores. Este método, aunque no excluye la utilización del anterior para el cálculo final, es muy útil en todo el proceso previo.

En el presente trabajo se diferenciarán dos casos, uno para la instalación de A.C.S y otro para la piscina. En el caso de la red de A.C.S al ser requerido un solo panel para satisfacer la demanda existente (como se refleja en el apartado de cálculos), no será necesario preocuparse por la separación entre paneles para evitar sombras. Sin embargo en la instalación de la piscina es inevitable tener que aplicar el procedimiento anterior al tener varias filas de paneles, considerando un valor de k para la latitud de 43° y una altura de 1,88m desde la parte posterior de la primera fila al suelo, resulta una distancia de separación de:

$$d = h \cdot k = 1,88 \times 3,078 = 5,78m$$

3.4.3.5.2.5 Cálculo del parámetro D_1

El parámetro D_1 expresa la relación entre la energía absorbida por el captador plano EA_{mes} y la demanda o carga energética mensual del edificio durante un mes, DE_{mes} . En el caso de la piscina la demanda energética mensual será sustituida por las pérdidas totales calculadas en la misma.

$$D_1 = \frac{EA_{mes}}{DE_{mes}} \quad (3.4.3.5.2.5.1)$$

La expresión de la energía absorbida por el captador, EA_{mes} , es la siguiente:

$$EA_{mes} = Sc \times F'_R(T\alpha) \times H_{mes} \quad (3.4.3.5.2.5.2)$$

Donde:

EA_{mes} energía solar mensual absorbida por los captadores, en kWh/mes.

Sc superficie de captación, en m^2 .

H_{mes} energía solar mensual incidente sobre la superficie de los captadores, en kWh/(m^2 .mes).

$F'_R(T\alpha)$ factor adimensional, cuya expresión es:

$$F'_R(T\alpha) = F_R(T\alpha)_n \times \left[\frac{(T\alpha)}{(T\alpha)_n} \right] \times \frac{F'_R}{F_R} \quad (3.4.3.5.2.5.3)$$

Donde:

$F_R(T\alpha)_n$ factor de eficiencia óptica del captador, ordenada en origen la curva característica del captador, dato que debe proporcionar el fabricante.

$[(T\alpha)/(T\alpha)_n]$ modificador del ángulo de incidencia.

En general se puede tomar como constante:

0,96 superficie transparente o sencilla, o

0,94 superficie transparente doble.

F_R'/F_R factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda el valor 0.95.

3.4.3.5.2.6 Cálculo del parámetro D_2

El parámetro D_2 expresa la relación entre la energía perdida por el captador EP_m , para una determinada temperatura, y la demanda energética mensual del edificio DE_{mes} . Al igual que ocurría con el parámetro D_1 , la demanda energética en el caso de la piscina se sustituye por las pérdidas totales existentes.

$$D_2 = \frac{EP_{MES}}{DE_{MES}} \quad (3.4.3.5.2.6.1)$$

La expresión de las pérdidas del captador es la siguiente:

$$EP_{mes} = Sc \times F_R' U_L \times 100 - T_{AMB} \times \Delta t \times K_1 \times K_2 \quad (3.4.3.5.2.6.2)$$

Siendo:

EP_{mes} energía solar mensual perdida por los captadores en KWh/mes.

Sc superficie de captación solar, en m^2 .

$F_R' U_L$ factor, en KWh/($m^2 K$), cuya expresión es:

$$F_R' U_L = F_R U_L \times \frac{F_R'}{F_R} \times 10^{-3} \quad (3.4.3.5.2.6.3)$$

Donde:

$F_R U_L$: coeficiente global de pérdidas del captador, también denominado U_0 , en $W/(m^2.K)$, pendiente de la curva característica del captador solar, dato proporcionado por el fabricante.

F_R'/F_R : factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar 0.95.

T_{AMB} : temperatura media mensual del ambiente, en °C.

Δt : periodo de tiempo en horas.

K_1 : factor de corrección por almacenamiento.

$$K_1 = \left(\frac{V}{75 \times S_C} \right)^{-0,25} \quad (3.4.3.5.2.6.4)$$

Donde:

V : volumen de acumulación solar en litros. Se recomienda que el valor de V sea tal que se cumpla la condición $50 < V/S_C < 180$.

K_2 : factor de corrección para A.C.S. que relaciona las distintas temperaturas.

$$K_2 = \frac{11,6 + 1,18 \times T_{AC} + 3,86 \times T_{AF} - 2,32 \times T_{AMB}}{100 - T_{AMB}} \quad (3.4.3.5.2.6.5)$$

T_{AC} : temperatura mínima del agua caliente sanitaria.

T_{AF} : temperatura del agua de la red.

T_{AMB} : temperatura media mensual del ambiente, en °C.

3.4.3.5.2.7 Determinación de la fracción solar energética mensual f aportada por el sistema de captación solar.

$$f = 1,0290D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3 \quad (3.4.3.5.2.7.1)$$

Con los límites de aplicación $0 < D_1 < 3$ y $0 < D_2 < 18$. También puede determinarse la fracción de carga calorífica mensual mediante las gráficas f , formadas con los valores de D_1 en las ordenadas y D_2 en las abscisas.

3.4.3.5.2.8 Fracción solar anual F

La fracción solar anual se calcula como la relación entre la suma de aportaciones solares mensuales y la suma de las demandas energéticas de cada mes:

$$F = \frac{\sum EU_{MES}}{\sum DE_{MES}} \quad (3.4.3.5.2.8.1)$$

Siendo EU_{mes} , energía útil mensual aportada por la instalación solar para la producción del agua caliente sanitaria, en KWh/mes, determinada por:

$$EU_{mes} = f_{mes} \times DE_{mes} \quad (3.4.3.5.2.8.2)$$

Donde:

f_{mes} fracción solar mensual

DE_{mes} demanda energética, en KWh/mes.

3.4.3.6 Resultados obtenidos

3.4.3.6.1 Instalación A.C.S

Tras realizar diferentes pruebas aplicando los procedimientos anteriormente citados teniendo en cuenta la disposición elegida para los captadores y analizando las fracciones solares cubiertas en los diferentes periodos del año se demuestra que para proveer de agua caliente la instalación cumpliendo con las exigencias marcadas por la normativa es necesario emplear 1 panel solar.

En concreto el modelo elegido tiene una superficie útil de 1,77m², dato necesario para llevar a cabo el cálculo de la instalación.

A continuación se realiza un ejemplo de cálculo manual para un mes cualquiera del año, en concreto se analizarán las condiciones dadas para el mes de Enero:

a) Valor de la demanda energética mensual:

$$DE_{mes} = 112 \times 31 \times (60 - 10) \times 1,16 \times 10^3 = 201,4 \text{ Kwh/mes} = 725,04 \text{ MJ/mes}$$

b) El valor de irradiación solar incidente sobre la superficie de los captadores con una inclinación de 45° y una latitud de 43°:

$$H_{mes} = 1,45 \times 5,4 \times 31 = 242,73 \text{ MJ}/\text{m}^2 * \text{mes} = 67,425 \text{ Kw} * \text{h}/\text{m}^2 * \text{mes}$$

c) Calculo del parámetro D_1 .

$$EA_{mes} = 1 \times 1,77 \times (0,757 \times 0,94 \times 0,95) \times 67,425 = 80,675 \text{ Kw} * \text{h}/\text{mes}$$

$$\text{Siendo: } 80,675 \text{ Kw} * \text{h}/\text{mes} \times 3,6 \text{ MJ}/1 \text{ Kw} * \text{h} = 290,43 \text{ MJ}/\text{mes}$$

Por lo tanto:

$$D_1 = \frac{EA_{mes}}{DE_{mes}} = \frac{290,43}{725,04} = 0,4$$

d) Calculo del parámetro D_2 .

$$F'_R U_L = 3,994 \times 0,95 \times 10^{-3} = 3,7943 \times 10^{-3} \text{ Kw} * \text{h} * / \text{m}^2 * \text{K}$$

$$K_1 = \left(\frac{200}{75 \times 1 \times 1,77} \right)^{-0,25} = 0,9026$$

$$K_2 = \frac{11,6 + 1,18 \times 60 + 3,86 \times 10 - 2,32 \times 12}{100 - 12} = 1,0586$$

Con lo cual:

$$EP_{mes} = 1,77 \times 3,7943 \times 10^{-3} \times (100 - 12) \times (31 \times 8,75) \times 0,9026 \times 1,0586$$

$$EP_{mes} = 153,1738 \text{ Kw} * \text{h}/\text{mes} = 551,4258 \text{ MJ}/\text{mes}$$

Por lo tanto:

$$D_2 = \frac{EP_{mes}}{DE_{mes}} = \frac{551,4258}{725,04} = 0,7605$$

Aplicando lo obtenido, se tiene entonces que la fracción solar cubierta durante el mes de enero será:

$$f = 1,029D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3 = 1,029 \times 0,491 - 0,065 \times 1,17 - 0,245 \times 0,491^2 + 0,0018 \times 1,17^2 + 0,0215 \times 0,491^3 = 0,3251$$

Es decir, el captador proporcionará un 32,51 % de la energía necesaria para este mes. La energía suplementaria se obtendrá con la caldera de apoyo instalada.

A continuación se reflejan los resultados obtenidos para los diferentes periodos del año tras aplicar los procedimientos descritos con anterioridad:

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Nº días	31	28	31	30	31	30
Superficie útil en m2	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77
Nº paneles	1	1	1	1	1	1
Superficie total en m2	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77
Horas de luz	8,75	10,25	11,75	13	14	14,5
K mes	1,45	1,33	1,19	1,05	0,95	0,91
H mes (Mj/m2 dia)	5,4	8	11,4	12,4	15,4	16,2
H mes real(Kwh/m2 mes)	67,425	82,756	116,818	108,500	125,981	122,850
FR($\zeta\alpha$)n	0,757	0,757	0,757	0,757	0,757	0,757
[($\zeta\alpha$)/($\zeta\alpha$)n]	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
F'R/FR	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
F'R($\zeta\alpha$)	0,676	0,676	0,676	0,676	0,676	0,676
EA mes (MJ/mes)	290,432	356,468	503,192	467,361	542,659	529,174
Tª amb. Exterior °C	12	12	14	14	16	19
Tª interior °C	26	26	26	26	26	26
Tª media °C	19	19	20	20	21	22,5
Tª media del agua de la red °C	10	10	11	12	13	14
Tª amb. Exterior (K)	285	285	287	287	289	292
Tª interior (K)	299	299	299	299	299	299
Tª media (K)	292	292	293	293	294	295,5
Ce (Mj/litro °C)	4187	4187	4187	4187	4187	4187
Consumo diario	112	112	112	112	112	112
% ocupación	1	1	1	1	1	1
DE (Mcal/mes)	173,724	156,912	118,133	110,960	111,184	104,235
DE real (Mcal/mes)	173,724	156,912	118,133	110,960	111,184	104,235
DE real (Mj/mes)	726,863	656,522	494,267	464,255	465,192	436,118
D1	0,400	0,543	1,018	1,007	1,167	1,213
F'RUL	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
K1	0,903	0,903	0,903	0,903	0,903	0,903
K2	1,059	1,059	1,074	1,119	1,136	1,140
Ep mes (Kwh/mes)	153,181	162,075	203,978	227,523	251,141	243,545
Ep mes (Mj/mes)	551,452	583,472	734,321	819,085	904,107	876,762
D2	0,759	0,889	1,486	1,764	1,943	2,010
Fraccion solar energetica mensual (f)						
f	0,3251	0,4336	0,7237	0,7004	0,7816	0,8029

Tabla 3.4.3.6.1.1 – Fracción solar energética mensual A.C.S (Enero – Junio)

Meses	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Nº días	31	31	30	31	30	31
Superficie util en m2	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77

Nº paneles	1	1	1	1	1	1
Superficie total en m2	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77
Horas de luz	14,5	13,5	12,25	10,75	9,25	8,75
K mes	0,95	1,06	1,24	1,45	1,59	1,57
H mes(Mj/m2 dia)	17,4	15,3	13,9	10,9	6,4	5,1
H mes real(Kwh/m2 mes)	142,342	139,655	143,633	136,099	84,800	68,949
FR($\zeta\alpha$)n	0,757	0,757	0,757	0,757	0,757	0,757
[($\zeta\alpha$)/($\zeta\alpha$)n]	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
F'R/FR	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
F'R($\zeta\alpha$)	0,676	0,676	0,676	0,676	0,676	0,676
EA mes (MJ/mes)	613,134	601,561	618,697	586,242	365,274	296,997
Tª amb. Exterior °C	20	21	20	17	14	12
Tª interior °C	26	26	26	26	26	26
Tª media °C	23	23,5	23	21,5	20	19
Tª media del agua de la red °C	16	16	15	14	12	11
Tª amb. Exterior (K)	293	294	293	290	287	285
Tª interior (K)	299	299	299	299	299	299
Tª media (K)	296	296,5	296	294,5	293	292
Ce (Mj/litro °C)	4187	4187	4187	4187	4187	4187
Consumo diario	112	112	112	112	112	112
% ocupación	1	1	1	1	1	1
DE (Mcal/mes)	100,760	100,760	100,872	107,709	110,960	118,133
DE real (Mcal/mes)	100,760	100,760	100,872	107,709	110,960	118,133
DE real (Mj/mes)	421,581	421,581	422,050	450,655	464,255	494,267
D1	1,454	1,427	1,466	1,301	0,787	0,601
F'RUL	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
K1	0,903	0,903	0,903	0,903	0,903	0,903
K2	1,222	1,208	1,174	1,169	1,119	1,103
Ep mes (Kwh/mes)	266,377	242,121	209,184	195,951	161,892	159,528
Ep mes (Mj/mes)	958,958	871,635	753,063	705,424	582,810	574,301
D2	2,275	2,067	1,784	1,565	1,255	1,162
Fracción solar energética mensual (f)						
f	0,9059	0,9052	0,9394	0,8740	0,5897	0,4614

Tabla 3.4.3.6.1.2– Fracción solar energética mensual A.C.S (Julio – Diciembre)

Calculado todo esto, es posible determinar la fracción solar anual F:

$$F = 0,7036$$

3.4.3.6.2. Instalación piscina

Siguiendo el mismo procedimiento empleado con el agua caliente sanitaria se llega a la conclusión que para acondicionar la piscina según las condiciones establecidas es necesario emplear 8 paneles solares. De tal forma, como se demostrará en las tablas posteriores, se comprueba que se cumplen con los requisitos mínimos y máximos de fracción de energía cubierta fijados por

normativa.

El modelo de panel empleado es el mismo que en la instalación de A.C.S, con lo cual se mantienen las dimensiones fijadas en el apartado anterior.

A continuación se realizará un ejemplo de cálculo manual, analizando las condiciones fijadas para el mes de Enero:

a) Pérdidas totales en la piscina:

$$Pérdidas_{Totales} = (152,570 + 1288,739 + 5080,766) \times 0,6 = 3913,245 \text{ MJ/mes}$$

b) El valor de irradiación solar incidente sobre la superficie de los captadores con una inclinación de 45° y una latitud de 43°:

$$H_{mes} = 1,45 \times 5,4 \times 31 = 242,73 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{mes} = 67,425 \text{ Kw} \cdot \text{h/m}^2 \cdot \text{mes}$$

c) Calculo del parámetro D₁.

$$EA_{mes} = 8 \times 1,77 \times (0,757 \times 0,94 \times 0,95) \times 67,425 = 645,404 \text{ Kw} \cdot \text{h/mes}$$

$$\text{Siendo: } 645,404 \text{ Kw} \cdot \text{h/mes} \times 3,6 \text{ MJ/1 Kw} \cdot \text{h} = 2323,454 \text{ MJ/mes}$$

Por lo tanto:

$$D_1 = \frac{EA_{mes}}{Pérdidas_{Totales}} = \frac{2323,454}{3913,245} = 0,594$$

d) Calculo del parámetro D₂.

$$F'_R U_L = 3,994 \times 0,95 \times 10^{-3} = 3,7943 \times 10^{-3} \text{ Kw} \cdot \text{h}^* / \text{m}^2 \cdot \text{K}$$

$$K_1 = \left(\frac{2000}{75 \times 8 \times 1,77} \right)^{-0,25} = 0,8536$$

$$K_2 = \frac{11,6 + 1,18 \times 24 + 3,86 \times 10 - 2,32 \times 12}{100 - 12} = 0,576$$

Con lo cual:

$$EP_{mes} = 8 \times 1,77 \times 3,7943 \times 10^{-3} \times (100 - 12) \times (31 \times 8,75) \times 0,8536 \times 0,576$$

$$EP_{mes} = 630,557 \text{ Kw} \cdot h / \text{mes} = 2270,004 \text{ MJ} / \text{mes}$$

Por lo tanto:

$$D_2 = \frac{EP_{mes}}{Pérdidas_{Totales}} = \frac{2270,004}{3913,245} = 0,580$$

Aplicando lo obtenido, se tiene entonces que la fracción solar cubierta durante el mes de enero será:

$$f = 1,029D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3 = 1,029 \times 0,491 - 0,065 \times 1,17 - 0,245 \times 0,491^2 + 0,0018 \times 1,17^2 + 0,0215 \times 0,491^3 = 0,4920$$

Es decir, el conjunto de captadores proporcionará un 49,20 % de la energía necesaria para este mes. La energía suplementaria se obtendrá con la caldera de apoyo instalada.

A continuación se reflejan los resultados obtenidos para los diferentes periodos del año tras aplicar los procedimientos descritos con anterioridad:

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Nº días	31	28	31	30	31	30
Superficie útil en m2	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77
Nº paneles	8	8	8	8	8	8
Superficie total en m2	14,16	14,16	14,16	14,16	14,16	14,16
Horas de luz	8,75	10,25	11,75	13	14	14,5
K mes	1,45	1,33	1,19	1,05	0,95	0,91
H mes (Mj/m2 día)	5,4	8	11,4	12,4	15,4	16,2
H mes real (Kw*h/m2 mes)	67,425	82,756	116,818	108,500	125,981	122,850
FR($\zeta\alpha$)n	0,757	0,757	0,757	0,757	0,757	0,757
[($\zeta\alpha$)/($\zeta\alpha$)n]	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
F'R/FR	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
F'R($\zeta\alpha$)	0,676	0,676	0,676	0,676	0,676	0,676
EA mes (MJ/mes)	2323,454	2851,742	4025,540	3738,891	4341,268	4233,390
Superficie piscina	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7
Tª media del agua °C	24	24	24	24	24	24
Tª amb. Exterior °C	12	12	14	14	16	19
Tª interior °C	26	26	26	26	26	26
Tª media °C	19	19	20	20	21	22,5

Tª media del agua de la red	10	10	11	12	13	14
Tª media del agua (K)	297	297	297	297	297	297
Tª amb. Exterior (K)	285	285	287	287	289	292
Tª interior (K)	299	299	299	299	299	299
Tª media (K)	292	292	293	293	294	295,5
% del día sin manta térmica	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Perdidas por radiación (QR)						
ϵ	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
$\sigma W/(m^2K^4)$	5,67E-08	5,67E-08	5,67E-08	5,67E-08	5,67E-08	5,67E-08
QR (wxh/mes)	42380,60 3	38279,25 4	34076,57 5	32977,33 1	25687,08 6	12523,87 2
Q R(Mj/mes)	152,570	137,805	122,676	118,718	92,474	45,086
Perdidas por convección (QC)						
h(Kcal/m ² h °C)	4	4	4	4	4	4
QC(Kcal/mes)	308016	278208	246412,8	238464	184809,6	89424
QC(Mj/mes)	1288,739	1164,022	1030,991	997,733	773,243	374,150
Perdidas por evaporación (Qev)						
L(cal/gr)	540	540	540	540	540	540
mv(g/cm ² seg)	4,06E-06	4,06E-06	4,06E-06	4,06E-06	4,06E-06	4,06E-06
Qev(cal/mes)	12143321 35	10968161 22	12143321 35	11751601 31	12143321 35	11751601 31
Qev(Mj/mes)	5080,766	4589,079	5080,766	4916,870	5080,766	4916,870
Pérdidas totales (Qt)						
Pérdidas totales (Mj/mes)	6522,075	5890,906	6234,432	6033,322	5946,483	5336,106
Perdidas con manta (Mj/mes)	3913,245	3534,544	3740,659	3619,993	3567,890	3201,664
Perdidas con manta (Mcal/mes)	935,288	844,776	894,039	865,199	852,746	765,216
D1						
D1	0,594	0,807	1,076	1,033	1,217	1,322
D2						
F'RUL	3,79E-03	3,79E-03	3,79E-03	3,79E-03	3,79E-03	3,79E-03
Δt	271,25	287	364,25	390	434	435
V (volumen en litros)	2000	2000	2000	2000	2000	2000
K1	0,854	0,854	0,854	0,854	0,854	0,854
K2	0,576	0,576	0,580	0,625	0,631	0,616
Ep mes (Kwh/mes)	630,485	667,094	833,621	961,595	1054,557	995,140
Ep mes (Mj/mes)	2269,747	2401,538	3001,036	3461,744	3796,407	3582,505
D2	0,580	0,679	0,802	0,956	1,064	1,119
Fracción solar energética mensual (f)						
f	0,4920	0,6387	0,7994	0,7646	0,8609	0,9115

Tabla 3.4.3.6.2.1 – Fracción solar energética mensual piscina (Enero – Junio)

Meses	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Nº días	31	31	30	31	30	31
Superficie útil en m ²	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77
Nº paneles	8	8	8	8	8	8
Superficie total en m ²	14,16	14,16	14,16	14,16	14,16	14,16
Horas de luz	14,5	13,5	12,25	10,75	9,25	8,75
K mes	0,95	1,06	1,24	1,45	1,59	1,57

H mes(Mj/m2 día)	17,4	15,3	13,9	10,9	6,4	5,1
H mes real(Kw*h/m2 mes)	142,342	139,655	143,633	136,099	84,800	68,949
FR($\zeta\alpha$)n	0,757	0,757	0,757	0,757	0,757	0,757
[($\zeta\alpha$)/($\zeta\alpha$)n]	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
F'R/FR	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
F'R($\zeta\alpha$)	0,676	0,676	0,676	0,676	0,676	0,676
EA mes (MJ/mes)	4905,069	4812,487	4949,580	4689,935	2922,193	2375,976
Superficie piscina	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7
Tª media del agua °C	24	24	24	24	24	24
Tª amb. Exterior °C	20	21	20	17	14	12
Tª interior °C	26	26	26	26	26	26
Tª media °C	23	23,5	23	21,5	20	19
Tª media del agua de la red	16	16	15	14	12	11
Tª media del agua (K)	297	297	297	297	297	297
Tª amb. Exterior (K)	293	294	293	290	287	285
Tª interior (K)	299	299	299	299	299	299
Tª media (K)	296	296,5	296	294,5	293	292
% del día sin manta térmica	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Perdidas por radiación (QR)						
E	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
σ W/(m2K4)	5,67E-08	5,67E-08	5,67E-08	5,67E-08	5,67E-08	5,67E-08
QR (wxh/mes)	8649,386	4335,632	8370,373	21460,111	32977,331	42380,603
Q R(Mj/mes)	31,138	15,608	30,133	77,256	118,718	152,570
Perdidas por convección (QC)						
h(Kcal/m2h °C)	4	4	4	4	4	4
QC(Kcal/mes)	61603,2	30801,6	59616	154008	238464	308016
QC(Mj/mes)	257,748	128,874	249,433	644,369	997,733	1288,739
Perdidas por evaporación (Qev)						
L(cal/gr)	540	540	540	540	540	540
mv(g/cm2 seg)	4,06E-06	4,06E-06	4,06E-06	4,06E-06	4,06E-06	4,06E-06
Qev(cal/mes)	1214332135	1214332135	1175160131	1214332135	1175160131	1214332135
Qev(Mj/mes)	5080,766	5080,766	4916,870	5080,766	4916,870	5080,766
Pérdidas totales (Qt)						
Pérdidas totales (Mj/mes)	5369,651	5225,248	5196,437	5802,392	6033,322	6522,075
Perdidas con manta (Mj/mes)	3221,791	3135,149	3117,862	3481,435	3619,993	3913,245
Perdidas con manta (Mcal/mes)	770,026	749,319	745,187	832,083	865,199	935,288
D1						
D1	1,522	1,535	1,587	1,347	0,807	0,607
D2						
F'RUL	3,79E-03	3,79E-03	3,79E-03	3,79E-03	3,79E-03	3,79E-03
Δt	449,5	418,5	367,5	333,25	277,5	271,25
V (volumen en litros)	2000	2000	2000	2000	2000	2000
K1	0,854	0,854	0,854	0,854	0,854	0,854
K2	0,691	0,670	0,643	0,657	0,625	0,620
Ep mes (Kwh/mes)	1139,636	1016,511	866,678	833,287	684,212	678,506
Ep mes (Mj/mes)	4102,691	3659,439	3120,042	2999,833	2463,164	2442,620
D2	1,273	1,167	1,001	0,862	0,680	0,624
Fracción solar energética mensual (f)						

f	0,9948	1,0066	1,0389	0,9395	0,6389	0,4994
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Tabla 3.4.3.6.2.2 – Fracción solar energética mensual piscina (Julio – Diciembre)

Por lo tanto, la fracción solar anual F será:

$$F = 0,7988$$

3.4.3.6.3 Análisis de los resultados

Finalmente, en base a los resultados obtenidos para ambas instalaciones es posible concluir lo siguiente:

- 1) En todos los casos se cumple con la exigencia de aporte mínimo del 30%.
- 2) En la instalación de A.C.S no se sobrepasa en ningún periodo el 100% de la fracción de energía cubierta con la red solar térmica, mientras que en la instalación de la piscina se sobrepasa durante 3 meses, cumpliendo con los límites fijados, aun así en ningún periodo se supera el 110% con lo cual el cálculo está dentro de los márgenes establecidos según normativa.
- 3) Instalar 1 panel solar es la solución adecuada para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria, mientras que para cubrir las necesidades de la piscina será necesario emplear 8 captadores solares.

Si la fracción solar anual obtenida no alcanzase el valor de la contribución solar mínima anual resultante de la aplicación de la normativa, los cálculos se deberán repetir hasta obtener una superficie de captación S_c que cumpla la condición establecida.

Es importante contemplar el apartado 2.2.1, de la Sección HE4, del DB HE, que expresa que las contribuciones solares que se recogen en el CTE tienen el carácter de mínimos, pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes. Por consiguiente, en los casos de ordenanzas o reglamentos cuya definición sea muy diferente a la de la Sección HE4 y no admita comparación, habrá que realizar dos cálculos en paralelo para elegir la opción más exigente.

Una vez realizado el cálculo de la superficie de captadores solares S_c que cumplan la contribución solar mínima requerida, se podrá calcular la producción solar prevista definitiva EU_{mes} a partir de la demanda energética DE_{mes} y la fracción solar mensual.

En el caso de exceso de producción que posiblemente pudiese tener lugar en verano, se adoptara cualquiera de las medidas citadas en el apartado 3.4.2.3.2 del presente anexo.

3.4.4 Componentes de la instalación

3.4.4.1 Sistema de acumulación solar

El volumen de acumulación es una magnitud que permite un cierto grado de elección entre unos límites, teniendo en cuenta que un volumen excesivamente pequeño no permite que el captador transfiera suficiente calor para hacer efectivo su funcionamiento en las horas de mayor emisión solar, y que un volumen excesivamente grande reduce la productividad. El CTE establece que el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180 \quad (3.4.4.1.1)$$

Dónde:

- A Suma de las áreas de los captadores, en m^2
- V Volúmen del depósito de acumulación solar, en litros.

Este valor equivale a una horquilla de 50 a 180 l/m^2 de captador. Hay que tener en cuenta el apartado 2.2.5, Sistema de acumulación solar, de la Sección HE4, del DB HE del CTE, que establece que el sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

En la presente instalación se considera adecuado emplear los siguientes acumuladores para las diferentes instalaciones, comprobando que los valores obtenidos se encuentran dentro de la horquilla establecida:

- A.C.S: 200 litros => $200 / 1 \times 1,77 \text{ m}^2 = 112,99 \text{ l/m}^2$
- Piscina : 2000 litros => $2000 / 8 \times 1,77 \text{ m}^2 = 141,24 \text{ l/m}^2$

Hay que tener en cuenta que el volumen del acumulador afecta considerablemente a la masa de agua disponible y por lo tanto al sobrecalentamiento de la instalación en los meses de mayor aporte de energía solar.

No se permite la conexión de un sistema de generación auxiliar en el acumulador solar. Para los equipos de instalaciones solares que vengan preparados de fábrica para albergar un sistema auxiliar eléctrico, se deberá anular esta posibilidad de forma permanente, mediante sellado irreversible u otro medio.

En cada una de las instalaciones será necesario disponer de dos acumuladores, uno para los paneles solares y otro para la caldera de apoyo del sistema de forma que el intercambio de calor se produzca sin mezclar los fluidos que circulan en cada circuito, tal y como establece la normativa de aplicación. Los acumuladores de cada sistema al igual que todos los elementos necesarios para el funcionamiento de cada instalación serán ubicados en las respectivas estancias habilitadas para tal fin, en el caso de la red de A.C.S se albergarán en la caseta de instalaciones de la vivienda y en el caso de la piscina el lugar elegido será el cuarto de máquinas próximo a la misma.

3.4.4.2 Sistema de intercambio

El intercambiador de calor del sistema de captación solar debe ser capaz de disipar toda la energía procedente de los captadores solares hacia el depósito de acumulación. Cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo no debería reducir la eficiencia

del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de los captadores.

El CTE establece que, para el caso de intercambiador incorporado al acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

$$S_{\text{util intercambio}} \geq 0,15 \times S_c \quad (3.4.4.2.1)$$

Dónde:

$S_{\text{util intercambio}}$ superficie útil del intercambiador interno, en m^2

S_c superficie total de captadores instalados, en m^2 .

Esta prescripción tiene carácter de mínimo obligatorio, aconsejando otros autores una mayor superficie.

Para el caso de intercambiador independiente, la potencia mínima del intercambiador P , se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1.000 W/m^2 y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %, cumpliéndose la condición:

$$P > 500 \times S_c \quad (3.4.4.2.2)$$

Dónde:

P potencia mínima del intercambiador, en W

S_c superficie de captación, en m^2 .

3.4.4.3 Circuito hidráulico

Un circuito hidráulico se define, en general, como el conjunto de elementos unidos de tal forma que permiten el paso o circulación de la corriente hidráulica para conseguir algún efecto útil.

Las instalaciones se realizarán con un circuito primario y un circuito secundario independientes, con producto químico anticongelante, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación.

El Apéndice A, Terminología, de la Sección HE4, recoge las siguientes definiciones:

- **Circuito primario:** circuito del que forman parte los captadores y las tuberías que los unen, en el cual el fluido recoge la energía solar y la transmite.
- **Circuito secundario:** circuito en el que se recoge la energía transferida del circuito primario para ser distribuida a los puntos de consumo.
- **Circuito de consumo:** circuito por el cual circula agua de consumo.

En la práctica, según el esquema elegido, existirán como mínimo estos tres circuitos, incluyendo el de distribución de A.C.S., pero en cualquier caso son en todo semejantes, sujetos a las leyes de la hidrodinámica.

3.4.4.3.1 Circuito hidráulico primario

El circuito hidráulico primario es el encargado de establecer el movimiento del fluido que recoge la energía solar hasta el sistema de intercambio y acumulación, y su retorno hasta los captadores.

Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre, en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

- Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie o en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante. En el caso de que la aplicación sea exclusivamente de A.C.S. se podrán conectar en serie hasta 10 m² en las zonas climáticas I y II, hasta 8 m² en la zona climática III y hasta 6 m² en las zonas climáticas IV y V.
- La conexión entre captadores y entre filas se realizará de manera que el

circuito resulte equilibrado hidráulicamente recomendándose el retorno invertido frente a la instalación de válvulas de equilibrado.

La disposición más adecuada es la de captadores conectados en paralelo cuyas filas se conectan también en paralelo, pero razones de espacio y economía pueden imposibilitar a veces esta solución. El equilibrado hidráulico es un requisito reiteradamente expuesto, por lo que hay que realizar el diseño cuidadosamente para evitar que existan recorridos preferentes que puedan originar que algunos grupos de captadores no reciban el caudal suficiente de fluido caloportador para su correcto funcionamiento.

El método aconsejado en general para lograr el equilibrado consiste en el adecuado diseño de los recorridos de tubería, con "retorno invertido", diseñando el trazado del circuito de modo que no haya recorridos de menor longitud de tuberías. Si se cumple esta condición y la pérdida de carga unitaria por metro de tubería no presenta grandes diferencias entre los diferentes tramos, el circuito queda equilibrado.

El caudal que circula por una batería de captadores en paralelo es el resultado de la suma de caudales que circulan por cada uno de los captadores, porque la conexión distribuye el fluido de forma independiente en cada captador. Sin embargo, una conexión en serie mantiene el caudal constante, siendo el mismo fluido el que atraviesa todos los captadores que componen la fila, aumentando su temperatura en cada paso, aunque con un rendimiento menor.

El caudal se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N \quad (3.4.4.3.1.1)$$

Dónde:

Q caudal total del circuito primario, en l/h.

Q_{captador} caudal unitario del captador, en l/(h·m²).

A superficie de un captador solar, en m².

N n° de grupos de captadores en paralelo, entendiendo que el caudal de una serie equivale a un único captador.

En la red de A.C.S al ser necesario un solo panel solar no existirá la problemática sobre el conexionado de los paneles y por lo tanto no será necesario multiplicar el caudal unitario de cada captador. Con lo cual se tiene que el caudal que circulará por el circuito primario será de 80l/h atendiendo a las prescripciones fijadas por el fabricante.

La instalación de la piscina estará conformada por dos grupos en paralelo de cuatro paneles cada uno. Por tal motivo el caudal del circuito primario de dicha red será de 160l/h.

El dimensionado de las tuberías del circuito primario se realiza de la forma habitual de cualquier circuito hidráulico, según las leyes de la dinámica de fluidos en los tubos de sección constante.

En cuanto al diseño de los tramos hay que considerar que con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de las tuberías del sistema debe ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación. Las tres variables del cálculo de una tubería son el caudal en el tramo, la pérdida de carga por rozamiento y la altura piezométrica o presión en el conducto. En los circuitos de las instalaciones de energía solar térmica la altura piezométrica se considera a priori igual a cero, debiendo la bomba de circulación proporcionar la necesaria para el movimiento del líquido.

La ecuación de continuidad establece la relación entre el caudal Q, la velocidad v y la sección S, en la tubería de sección constante:

$$Q = S \cdot V = \pi \cdot r^2 \cdot V \quad (3.4.4.3.1.2)$$

Siendo:

Q caudal, en m³/s.

v velocidad, en m/s.

S sección interior de la tubería, en m².

r radio interior de la tubería, en m.

3.4.4.3.2 Circuito hidráulico secundario

El circuito secundario es obligatorio, de acuerdo con el apartado 2.2.5, de la Sección HE4, del DB HE del CTE, dado que no se permite la conexión de un sistema de generación auxiliar en el acumulador solar. Para los equipos de instalaciones solares que vengan preparados de fábrica para albergar un sistema auxiliar eléctrico, se deberá anular esta posibilidad de forma permanente, mediante un sellado irreversible u otro medio.

3.4.4.3.3 Circuito hidráulico de distribución de A.C.S.

El circuito hidráulico de distribución del agua caliente sanitaria para el consumo tiene diversas configuraciones, según el esquema elegido para la instalación. La forma de cálculo es igual a la de cualquier instalación de distribución de A.C.S.

3.4.4.4 Colectores solares

Teniendo en cuenta los cálculos efectuados con anterioridad, se puede extraer el número de paneles solares necesarios para abastecer a cada instalación. Los colectores solares empleados en ambas instalaciones serán idénticos. Se decide utilizar paneles fabricados por Astersa, en concreto el modelo elegido es el correspondiente a la gama NEO 18 cuyas características se reflejan a continuación:

	<u>Características</u>	<u>Unidades</u>	<u>Valores</u>
Dimensiones	Altura x anchura x grosor	mm	2009 x 1009 x 75
	Área total	m ²	2,03
	Área de apertura	m ²	1,78
Hidráulica	Conexiones	mm	4x ø22mm
	Capacidad	l	1,40
	Tipo de fluido	-	Agua + glicol
	Presión máxima de trabajo	bar	10
	Caudal recomendado	l/h	80
	Temperatura de estancamiento	°C	212,1

Peso	Vacio	Kg	35,5
Curva de rendimiento (certificado EN 12975)	Coeficiente óptico (η_{GA})	-	0,757
	Coeficiente pérdidas (k_1)	-	3,994
	Coeficiente pérdidas (k_2)	-	0,009
	Área de absorción (A)	m ²	1.77

Tabla 3.4.4.4.1 Características del colector solar

3.4.4.4.1 Disposición de los colectores

Se diferenciará la disposición de los paneles en función de la instalación de la que se trate ya que serán ubicados sobre diferentes superficies.

En la red de A.C.S el panel solar empleado se colocará a una distancia de 2,65m desde la cara sur de la caseta de instalaciones y a 0,87m visto de este a oeste. Al módulo se le aplicará la inclinación total de 45° en consecuencia con las consideraciones tenidas en cuenta a la hora de realizar los cálculos.

Del mismo modo, la caseta de la piscina tendrá una cubierta plana, motivo por el cual los paneles tendrán una inclinación de 45° respecto al suelo. La separación entre una fila de paneles y la otra será según los cálculos realizados en el apartado 3.4.3.5.2.4 y la separación entre los bordes de la caseta y la primera fila de paneles será de 0,65m desde la cara sur de la caseta y 0,24 respecto a ambos laterales (este y oeste). Por decisión del proyectista los paneles de una misma fila estarán separados entre sí a una distancia de 10cm.

3.4.4.5 Tuberías

Teniendo en cuenta los caudales que circularan en cada instalación (determinados anteriormente), es posible establecer la velocidad con la que circulará el fluido por las tuberías de cada una de las redes.

Aplicando la expresión 3.4.4.3.1.2, conocido el caudal de 80l/h y sabiendo que las conexiones del colector son de 22mm según lo dispuesto por el fabricante, se tiene que en la red de A.C.S la velocidad obtenida será de 0,061m/s. Mientras que para la instalación de la piscina, con un caudal de 160l/h y conexiones del colector

iguales al caso anterior dado que los paneles utilizados son los mismos, se obtiene una velocidad de 0,121m/s.

Trabajar con velocidades de fluido tan bajas produce una ventaja muy importante en la instalación, la escasa existencia de pérdidas de carga.

3.4.4.6 Bomba

La circulación del fluido caloportador es semejante al de un sistema convencional de calefacción o A.C.S., realizándose con ayuda de bombas de circulación o circuladores. Las bombas deben vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por la tubería, no la presión hidrostática porque la columna de agua ejerce fuerza tanto en el sentido de impulsión como en el de aspiración, anulándose sus efectos.

Los dos valores característicos de una bomba de circulación son la altura manométrica H que proporciona la bomba o pérdida de carga que es capaz de vencer, y el caudal de circulación Q , cuya relación viene determinada por su curva característica, propia de cada aparato y que debe suministrar el fabricante.

La bomba del circuito primario de captación debe elegirse a partir de las condiciones nominales de trabajo, definidas por el caudal de circulación y la altura manométrica del punto de funcionamiento. La altura manométrica H de la bomba en el punto de trabajo debe compensar la pérdida de carga del circuito, determinada fundamentalmente por:

- Las pérdidas de carga del tramo más desfavorable de tuberías.
- La pérdida de carga producida por el intercambiador de calor, ya sea externo o incorporado al acumulador.
- La pérdida de carga de los captadores solares.

$$H = Pdc_{tuberias} + Pdc_{intercambiador} + Pdc_{captadores} \quad (3.4.4.6.1)$$

Las pérdidas de carga en los intercambiadores de calor $Pdc_{intercambiador}$, y en los captadores solares es una información que deben suministrar los fabricantes de estos componentes. En el caso de los captadores solares se suministra una curva de pérdida de carga en función del caudal de circulación, obtenida mediante un

ensayo en laboratorio. Conocidos estos dos valores, Q y H, se selecciona una bomba cuya curva característica esté por encima del punto de funcionamiento de diseño. Para obtener con precisión el caudal real deseado, es posible instalar una válvula de equilibrado hidráulico en el tramo general de circuito primario, ajustada en la posición adecuada.

3.4.4.7 Vaso de expansión

La función de un vaso de expansión es compensar los cambios de volumen del fluido de trabajo ocasionados por la dilatación térmica, evitando el escape de fluido de trabajo a través de la válvula de seguridad cuando el fluido se calienta. Al calentarse el circuito primario, una parte del fluido entra en el vaso de expansión, regresando al circuito cuando se enfría, manteniendo así la presión en el circuito dentro del rango de presiones admisibles y siempre por encima de la atmosférica, impidiéndose la introducción de aire en el circuito cuando vuelva a enfriarse.

El volumen del vaso de expansión depende del volumen total de fluido en el circuito primario de la instalación y del coeficiente de dilatación en función de la mezcla de agua y anticongelante del fluido caloportador y del salto térmico producido en las condiciones extremas de la instalación. Si el vaso de expansión es cerrado, como es en este caso, también interviene el factor de presión, o relación entre la presión final absoluta del vaso de expansión (o presión de tarado de la válvula de seguridad) y la diferencia entre las presiones absolutas final e inicial del vaso de expansión.

El cálculo del vaso se realizará mediante la siguiente fórmula:

$$V_{\text{vaso}} = V \times n \times (P_f / (P_f - P_i)) \quad (3.4.4.7.1)$$

Siendo:

V_{vaso} = volumen del vaso de expansión, en litros

V = volumen de fluido caloportador en el circuito primario, en litros
 n = coeficiente de dilatación, adimensional

P_f = presión absoluta final del vaso de expansión, en kg/cm^2 P_i =
presión absoluta inicial del vaso de expansión, en kg/cm^2

La fracción $P_f / (P_f - P_i)$ se denomina factor de presión F_p , y representa el cociente entre la presión final y la diferencia entre las presiones final e inicial.

Como valor de P_f suele partirse del valor de la presión correspondiente al tarado de la válvula de seguridad, P_{vs} , que es la máxima a la que la instalación puede funcionar y constituye el límite que nunca se debe alcanzar durante las condiciones de operación, incluso en estado de estancamiento. La presión de la válvula de seguridad se elige en función de las presiones nominales de los componentes del circuito primario. Estos a menudo tienen una presión nominal de 10 bar, mientras que la de 6 bar suele ser bastante común en las instalaciones pequeñas.

Para obtener la presión absoluta, el valor de tarado de la válvula de seguridad debe incrementarse en 1 kg/cm^2 , que es la presión atmosférica, y aplicar un valor de reducción de 0,90, porque si el límite fuera el mismo que el de la válvula ésta podría dispararse frecuentemente. Con esto resulta:

$$P_f = 0,90 P_{vs} + 1 \quad (3.4.4.7.2)$$

La presión inicial, P_i , de llenado del circuito será como mínimo de $0,5 \text{ kg/cm}^2$ al nivel de los captadores solares para evitar la entrada de aire en el circuito, a la que se suma 1 por la presión atmosférica ($P_i = 1,5 \text{ kg/cm}^2$ de presión absoluta). A este valor deberá añadirse la presión correspondiente a la altura de la columna de agua situada sobre el vaso, o presión estática P_{est} . Si la diferencia de cota existente entre el punto más alto de la instalación y la posición del vaso es de 10 m, la presión estática a añadir será de 1 kg/cm^2 de presión relativa (es decir, 2 kg/cm^2 de presión absoluta). En este caso, el valor de P_i sería de $2,5 \text{ kg/cm}^2$ de presión absoluta. Es decir:

$$P_i = P_{est} + 0,5 + 1 \quad (3.4.4.7.3)$$

Hay que tener en cuenta que cuando se habla de presiones en kg/cm^2 , en realidad se está hablando de kilopondio, o kilogramo fuerza:

$$k_p = 1 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 9,81 \text{ N} \quad (3.4.4.7.4)$$

Al convertir de metros a centímetros resulta una equivalencia de:

$$1 \text{ kp / cm}^2 = 9,81 \text{ N / cm}^2 \times 10.000 \text{ cm}^2 / \text{m}^2 = 98.100 \text{ N / m}^2 \text{ (Pascales)}$$

$$1 \text{ atm} = 101.325 \text{ Pa} = 0,968 \text{ kp / cm}^2$$

Es decir, cuando se habla de un kg/cm^2 , que es lo mismo que decir 1 bar, unidad de presión que no corresponde con el Sistema Internacional, cuya unidad de medida es el Pascal, se está hablando de la presión en kilopondios equivalente a una atmósfera, con un pequeño error.

El coeficiente de dilatación, n , de la mezcla depende de su composición y del salto térmico, si consideramos la dilatación desde 4 °C hasta 100 °C, el valor para agua sin aditivos, es igual a 0,043. En el caso de que se utilice agua con anticongelante y no se disponga de información concreta respecto a la dilatación de la mezcla, se puede tomar un valor igual a 0,08. Se aconseja, en general, seguir las instrucciones del fabricante de los productos anticongelantes.

Referente al vaso de expansión en el apartado 2.2.2 del HE 4 del CTE se dice que en cualquier caso si existe la posibilidad de evaporación del fluido de transferencia de calor bajo condiciones de estancamiento, el dimensionado del vaso de expansión debe ser capaz de albergar el volumen del medio de transferencia de calor de todo el grupo de colectores completo incluyendo todas las tuberías de conexión de los captadores más un 10 %.

En base a los cálculos citados anteriormente, resulta suficiente el uso de vasos de expansión con la menor capacidad disponible en el mercado. Por tal motivo se utilizarán vasos de expansión de 5L para la red de A.C.S y por criterio del proyectista, se emplearán vasos de 8L en la instalación de la piscina, teniendo en cuenta que es una red de mayor tamaño.

3.4.4.8 Purgas de aire

El CTE establece que en los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado,

se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

En el caso de utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual.

3.4.4.9 Válvula de seguridad

La válvula de seguridad es un dispositivo de protección de los componentes de la instalación frente a las variaciones de presión y temperatura.

El RITE, en la I.T 1.3 se establece que en todos los circuitos cerrados de líquidos o vapores se dispondrá, por lo menos, de una válvula de seguridad cuya apertura impida el aumento de presión interior por encima de la de timbre. Su descarga será visible y estará conducida a un lugar seguro.

La válvula de seguridad debe tener, para su control y mantenimiento, un dispositivo de accionamiento manual tal que, cuando sea accionado, no modifique el tarado de la misma. En los circuitos en contacto con la atmósfera dicha válvula puede ser sustituida por un tubo de seguridad.

La presión a la que se abre es lo que se denomina tarado de la válvula de seguridad, y debe ser inferior a la presión máxima que pueda soportar el elemento más débil de la instalación, que suele ser el vaso de expansión cerrado.

Como valores orientativos, la presión máxima de los componentes es de 10 bar, siendo la presión de la válvula en instalaciones pequeñas y medianas aproximadamente de 3 bar y en las instalaciones grandes hasta 7 bar.

3.4.4.10 Sistema de energía convencional auxiliar

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica se debe disponer de un sistema de energía convencional auxiliar, con la limitación de que queda prohibido su uso en el circuito primario de captadores.

El sistema convencional auxiliar se diseñará para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.

En el caso de la presente instalación, atendiendo a las tablas 3.4.3.6.1.1, 3.4.3.6.1.2, 3.4.3.6.2.1 y 3.4.3.6.2.2 se tiene que en la red de A.C.S se deberá complementar el aporte energético durante todos los meses, dado que en ninguno de ellos se alcanza a suministrar el 100% de la energía demandada, mientras que en la instalación de la piscina será necesario el aporte de la caldera durante la mayoría de meses, excepto en Agosto y Septiembre donde se alcanza a cubrir la totalidad de energía requerida. Este complemento será especialmente fundamental en aquellos meses donde se puede apreciar que el aporte energético de los captadores es muy bajo, como sería en los meses de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero.

Los sistemas de energía convencional auxiliares elegidos para la presente instalación serán calderas de Pellet. Siguiendo las recomendaciones del fabricante, teniendo en cuenta las dimensiones de las redes y la finalidad de las mismas, se decide emplear una caldera de 8kW para la instalación de la piscina y otra de 12kW para la instalación de A.C.S, en previsión del futuro montaje de un sistema de calefacción para la vivienda, cuya energía pueda ser obtenida a través de esta última caldera.

3.4.4.11 Sistema de control

Una instalación solar térmica nunca funcionaría correctamente sin un adecuado sistema de control. Este sistema asume la función de regular los flujos de energía entre los captadores, el acumulador y el consumo. El proceso tiene dos fases:

- El control del proceso de carga, que tiene la misión de regular la conversión de la radiación solar en calor y de transferirla al acumulador de manera eficaz.
- El control del proceso de descarga, para garantizar la mejor transferencia de energía posible del acumulador hacia el consumo.

En cualquier caso, el concepto básico es favorecer el uso prioritario de la energía solar frente a la auxiliar, y no al revés.

El código técnico de la edificación, establece las condiciones que debe cumplir este componente de la instalación, tal como se reproduce a continuación:

1. El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprenderá el control de funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamientos, heladas, etc.
2. En circulación forzada, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de captadores, deberá ser siempre de tipo diferencial y, en caso de que exista depósito de acumulación solar, deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor que 2 °C.
3. Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.
4. El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.

5. El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido.
6. Alternativamente al control diferencial, se podrán usar sistemas de control adicionales en función de la radiación solar.
7. Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Esto se puede realizar por control de temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías, todo o nada, bombas de circulación, o por combinación de varios mecanismos.

En base a este conjunto de prescripciones, la cuestión más importante a la hora de diseñar una instalación solar térmica es que el control de la misma debe ser diferencial, es decir, se deben realizar mediciones entre la zona más caliente y la más fría de la instalación, actuando en consecuencia.

La regulación en las instalaciones de energía solar consiste básicamente en medir y comparar permanentemente los niveles de temperatura en los colectores y en el acumulador, y disponer de los mecanismos automáticos necesarios para que en el circuito primario se establezca o no circulación de fluido, en función de que el momento sea o no favorable para conseguir un incremento neto de la energía útil acumulada.

3.4.4.12 Sistema de medida

Las instalaciones solares térmicas, al igual que todas las instalaciones que conducen fluidos a presión y temperaturas elevadas, suelen incluir una serie de elementos de medida, que son de gran utilidad para evaluar su funcionamiento y cuantificar sus prestaciones reales, siendo obligatorios en algunos casos y en otros no, dependiendo del volumen de la instalación. Ya se ha visto, en el apartado del sistema de control, que son necesarios al menos los siguientes:

- Termómetro en el circuito primario solar, a la salida de los captadores solares.

- Termómetro en el circuito primario solar, en el retorno hacia los captadores solares, para evaluar el salto térmico en los intercambiadores, en su caso.
- Termómetro en el punto más frío de la acumulación solar.

Son necesarios también:

- Manómetro para conocer la presión del circuito primario de captadores.
- Manómetro en el circuito secundario o en la acumulación solar.
- Termómetro para comprobar la temperatura de distribución o utilización.

**TÍTULO: INSTALACIONES PARA UNA VIVIENDA CON
 MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
 MEDIANTE EL USO DE LA DOMÓTICA Y ENERGÍAS
 RENOVABLES**

ANEXO V: FONTANERÍA

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

FECHA: NOVIEMBRE DE 2014

AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

Fdo.: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

3.5 FONTANERÍA.....	2
3.5.1 Objeto del anexo	2
3.5.2 Dimensionado de tuberías	2
3.5.3 Dimensionado de las instalaciones	3
3.5.3.1 Resultados obtenidos.....	5
3.5.3.1.1 Velocidad del fluido	5
3.5.3.1.2 Pérdidas de carga	9
3.5.3.1.2.1 Comprobación de las pérdidas de carga máximas admisibles.....	17
3.5.4 Dimensionado de la red de A.C.S	18
3.5.5 Reutilización de aguas pluviales	18
3.5.5.1 Funcionamiento	19
3.5.5.2 Componentes	19
3.5.5.3 Dimensionado de la red de pluviales	20

3.5 FONTANERÍA

3.5.1 Objeto del anexo

La finalidad del presente anexo es el diseño y justificación de la red de fontanería requerida en la vivienda unifamiliar objeto de este trabajo. Para ello se analizará la instalación desde el punto de alimentación o acometida hasta los diferentes puntos de consumo de agua fría y agua caliente, dimensionándola en base a las pautas marcadas por las normativas en vigor que sean de aplicación.

3.5.2 Dimensionado de tuberías

El dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace se realizará conforme a lo establecido en la siguiente tabla recogida en el documento básico HS 4 del CTE que sería de aplicación en este tipo de instalaciones y que establece unos valores mínimos en función de los receptores con que se cuente en la vivienda:

Aparato o punto de consumo	Diámetro tubos de acero	Diámetro tubos de plástico o cobre
Lavamanos	½	12
Lavado, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañeras < 1,40 m	¾	20
Bañera > 1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1 – 1 ½	25 – 40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

Tabla 3.5.2.1 - Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

En cuanto al diseño en los distintos tramos del suministro, se adoptarán los siguientes diámetros mínimos según la finalidad del ramal:

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero	Cobre o plástico (mm)
Baño, aseo, cocina	$\frac{3}{4}$	20
Vivienda, apartamento, local comercial	$\frac{3}{4}$	20
Columna (montante o descendente)	$\frac{3}{4}$	20
Distribuidor principal	1	25

Tabla 3.5.2.2 - Diámetros mínimos de alimentación

En esta instalación en concreto se decide que el material a emplear en las tuberías que conformarán la red de fontanería sea PPR, por ello será necesario tener en cuenta que el diámetro interior en este tipo de tuberías se reduce notablemente debido al espesor de las paredes en comparación con otras tuberías como por ejemplo las tuberías de cobre o algunas de plástico, como las de PVC, a las que hace mención la tabla 3.5.2.1. Por tal motivo se decide dimensionar la instalación considerando el diámetro comercial inmediatamente superior al establecido por la tabla anterior, es decir, para los diámetros de 12 mm toma el de 16 mm, para diámetro 20 mm se toma el de 25 mm y para diámetro 25 se tomará 32.

Dadas las dimensiones de la vivienda y que se trata del estudio del suministro para un único usuario, es probable que adoptando los valores mínimos establecidos por el documento básico HS 4 sea suficiente para cumplir con las exigencias de la instalación. A pesar de ello dada la magnitud del trabajo, se indicarán los procedimientos seguidos para calcular la red justificando las decisiones adoptadas.

3.5.3 Dimensionado de las instalaciones

Inicialmente se ha de llevar a cabo un primer dimensionado en función de los caudales instantáneos mínimos requeridos por los aparatos instalados en la vivienda y de la velocidad máxima permitida en este tipo de instalación, partiendo de estos valores se obtendrán unos diámetros iniciales cuya validez deberá ser ratificada en función de la velocidad final calculada y las pérdidas de carga obtenidas. Si resulta

que las pérdidas o la velocidad son excesivas, se ha de replantear el diseño inicial aumentando la sección de la zona conflictiva de manera que las cifras se sitúen dentro de un margen permisible.

Para finalizar el diseño global de la instalación se han de analizar cada uno de los tramos que conforman la red de fontanería, determinando aquel más desfavorable ya que será el que presente la mayor pérdida de presión en el sistema por motivos de rozamiento y altura geométrica. Si se verifica que en dicho tramo las pérdidas existentes no impiden que la presión con la que llega el agua esté por debajo de los valores exigidos se consideran válidas las decisiones adoptadas.

El procedimiento seguido en el diseño de la instalación es el siguiente:

1. El caudal máximo o instalado ($Q_{\text{instalado}}$) de cada tramo será igual a la suma de los caudales instantáneos mínimos ($Q_{i,\text{min}}$) de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1. del CTE-HS4.

$$Q_{\text{instalado}} = \sum Q_{i,\text{min}} \quad (3.5.3.1)$$

2. Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio siguiente.
 - o Factor de simultaneidad por número de aparatos:

$$k_a = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \quad (3.5.3.2)$$

Siendo n el número de aparatos servidos desde el tramo, con $k_a = 1$ para $n \leq 2$.

- o Factor de simultaneidad por número de suministros particulares:

$$k_c = \frac{19+N}{10 \times (N+1)} \quad (3.5.3.3)$$

Siendo N el número de suministro servidos desde el tramo.

- Valor mínimo admisible para el coeficiente de simultaneidad:
0,2
3. Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.

- Para un conjunto de aparatos:

$$Q_{i,\text{particular}}=K_s \cdot \Sigma Q_{\text{instalado}} \quad (3.5.3.4)$$

- Para un conjunto de suministros particulares:

$$Q_{\text{cálculo}}=K_c \cdot \Sigma Q_{i,\text{particular}} \quad (3.5.3.5)$$

4. Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
- Tuberías metálicas: entre 0,5 y 2,00 m/s.
 - Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,5 y 3,5 m/s.
5. Cálculo del diámetro en base a la velocidad elegida y del caudal de cálculo que circula por cada tramo.
6. Elección de los diferentes diámetros de tubería requeridos respetando los mínimos establecidos por las tablas 4.3 del CTE-HS 4 “diámetros mínimos de alimentación” y 4.2 del mismo documento “diámetros mínimos en las derivaciones a aparatos”

3.5.3.1 Resultados obtenidos

3.5.3.1.1 Velocidad del fluido

Tomando como base de cálculo los caudales especificados en la tabla 2.1 “Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato” en el HS4 del CTE y estableciendo una velocidad de cálculo de 3,5 m/s se determinará el diámetro mínimo que debe tener cada tubería.

Posteriormente se elige un diámetro de tubería normalizado y junto al caudal establecido anteriormente según el receptor se calcula la velocidad final del fluido,

cuyo valor debe estar comprendido dentro de los márgenes requeridos en función del material considerado.

En la siguiente tabla se recogen los valores obtenidos realizando los cálculos descritos en el apartado anterior junto con la hipótesis de velocidad de cálculo mencionada.

Dependencia	Tramo	Aparato	CAUDAL (dm ³ /s)	Coef. Simultaneidad	Caudal punta	VELOCIDAD (m/s)	Diámetro interior MIN (mm)	Diámetro Comercial EX (mm)	Diámetro Interior (mm)	VELOCIDAD FINAL (m/s)
Baño 3	Bañera (1,9m)	1	0,30	1,0000	0,30	3,50	10,45	25	16,6	1,386
	WC	1	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,133
		2	0,40	1,0000	0,40	3,50	12,06	25	16,6	1,848
	Lavabo	1	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,133
		3	0,50	0,7071	0,35	3,50	11,34	25	16,6	1,634
			1	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	10,6
	Bidé	1	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,133
		4	0,60	0,5774	0,35	3,50	11,23	25	16,6	1,601
Baño 2	Bañera (1,9m)	1	0,30	1,0000	0,30	3,50	10,45	25	16,6	1,386
	Lavabo	1	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,133
		2	0,40	1,0000	0,40	3,50	12,06	25	16,6	1,848
	WC	1	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,133
Baño 1	Bañera (1,25m)	1	0,20	1,0000	0,20	3,50	8,53	25	16,6	0,924
	WC	1	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,133
		2	0,30	1,0000	0,30	3,50	10,45	25	16,6	1,386
	Lavabo	1	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,133
		3	0,40	0,7071	0,28	3,50	10,14	25	16,6	1,307
Lavandería	Lavadora	1	0,20	1,0000	0,20	3,50	8,53	25	16,6	0,924
	Lavadero	1	0,20	1,0000	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,266
		2	0,40	1,0000	0,40	3,50	12,06	25	16,6	1,848
Cocina	Lavavajilla	1	0,15	1,0000	0,15	3,50	7,39	16	10,6	1,700
	Fregadero	1	0,20	1,0000	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,266

Exterior	Grifo garaje	1	0,20	1,0000	0,20	3,50	8,53	25	16,6	0,924
	Grifo aislado	1	0,15	1,0000	0,15	3,50	7,39	16	10,6	1,700
		2	0,35	1,0000	0,35	3,50	11,28	25	16,6	1,617

Tabla 3.5.3.1.1.1 – Diámetros de las derivaciones de los aparatos

A continuación se calculan cada uno de los tramos comunes que conformarán el distribuidor principal a partir de los cuales se surtirá a cada una de las dependencias de la vivienda:

Tramo 1		3	0,50	0,7071	0,35	3,50	11,34	32	21,2	1,002
Tramo 2		7	1,10	0,4082	0,45	3,50	12,78	32	21,2	1,272
Tramo 3		10	1,50	0,3333	0,50	3,50	13,49	32	21,2	1,416
Tramo 4		12	1,90	0,3015	0,57	3,50	14,44	32	21,2	1,623
Tramo 5		14	2,25	0,2774	0,62	3,50	15,07	32	21,2	1,768
Tramo 6		14	2,25	0,2774	0,62	3,50	15,07	40	26,6	1,123
Tramo 7		16	2,60	0,2582	0,67	3,50	15,63	40	26,6	1,208

Tabla 3.5.3.1.1.2 – Diámetros de los tramos del distribuidor principal

3.5.3.1.2 Pérdidas de carga

Las pérdidas de carga aislada en las tuberías son debidas a las resistencias accidentales que se encuentra el agua a lo largo de su recorrido, siendo las principales:

- Cambios de sección de la tubería.
- Cambios de dirección de la tubería.
- Ramificaciones o derivaciones.
- Llaves de paso y válvulas.

Existen tablas de diversas procedencias que facilitan los valores orientativos de ξ , obtenidos experimentalmente y que en la mayoría de los casos discrepan entre sí, entre ellos se encuentran los facilitados por la Norma UNE 149201:2008 “Dimensionamiento de instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios”.

Otras pérdidas de carga singulares muy importantes tales como las provocadas por los contadores, filtros, válvulas de retención, reductores de presión, etc. Deben ser solicitadas a los respectivos fabricantes. Para simplificar el cálculo de las resistencias aisladas se emplea a veces un procedimiento que consiste en equiparar la pérdida de presión que se produce en una resistencia simple a la que se produciría en una longitud de tramo recto de la tubería, es decir, se busca la longitud de tubería recta del mismo diámetro que el accesorio, cuyo rozamiento sería equivalente al que se produce en la resistencia aislada circulando los mismos caudales.

Normalmente se considera esta “longitud equivalente de tubería” como un número fijo que es lo que da sencillez a este procedimiento de cálculo, pero se pierde precisión, llegando un momento en que no es admisible el seguir considerado que la “longitud equivalente” es un número fijo; habría que ir cambiando la longitud equivalente, según cambia la velocidad del fluido con lo cual el método deja de ser interesante. No obstante este procedimiento está contemplado en la Norma UNE 149201:2008. En relación con su contenido es importante tener en cuenta que en los cambios de sección la velocidad de agua a considerar es la que

corresponde al tubo de menor diámetro. En el caso de derivaciones en “T” que comporten a su vez alguna reducción, se acumularán las pérdidas correspondientes a la derivación y la reducción.

Por otra parte, un procedimiento aún más sencillo que viene indicado en el Código Técnico de la Edificación consiste en considerar que las pérdidas de carga en los accesorios tienen un valor comprendido entre un 20% y 30% de la longitud real de la tubería, sistema que utiliza la Norma UNE en sus ejemplos de cálculo.

Finalmente se comprueba que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el apartado 2.1.3 del CTE-HS4 y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

Para el cálculo de las pérdidas de carga se ha tenido en cuenta:

1. Pérdidas de carga por fricción según la fórmula de Prandtl-Colebrook.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \times \log \left(\frac{2,51}{Re \times \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{D} \times \frac{1}{3,71} \right) \quad (3.5.3.1.2.1)$$

$$J = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad (3.5.3.1.2.2)$$

Siendo:

- J = Pérdida de carga, en m.m.c.a./m;
- λ = Coeficiente de rozamientos;
- Re = N° de Reynolds;
- D = Diámetro interior de la tubería, en m;
- V = Velocidad, en m/s;
- k = Rugosidad uniforme equivalente, en m.;
- g = Aceleración de la gravedad, 9'8 m/s²;

Donde:

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} \quad (3.5.3.1.2.3)$$

Siendo:

- V = Velocidad, en m/s;
- ν = Viscosidad cinemática del fluido, ($1,31 \times 10^{-6}$ m²/s para agua a 10°C);
- D = Diámetro interior de la tubería, en m;

Debido a la complejidad de la fórmula de Prandtl-Colebrook las pérdidas de carga son aportadas por lo fabricantes en función de la velocidad y diámetro de la tubería. La tabla siguiente muestra los valores de pérdida de carga por fricción adoptados en función de la velocidad del fabricante para tuberías PPR:

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Vel. (m/s)	Caudal l/s	Pérdida de Carga		
					mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,7	10,6	0,4	0,04	28,89	288,95	2,89
20	3,4	13,2	0,4	0,05	21,58	215,80	2,16
25	4,2	16,6	0,4	0,09	15,95	159,51	1,60
32	5,4	21,2	0,4	0,14	11,59	115,86	1,16
40	6,7	26,6	0,4	0,22	8,63	86,33	0,86
50	8,4	33,2	0,4	0,35	6,49	64,91	0,65
63	10,5	42,0	0,4	0,55	4,81	48,06	0,48
75	12,5	50,0	0,4	0,79	3,85	38,52	0,39
90	15,0	60,0	0,4	1,13	13,06	30,59	0,31
110	18,4	73,2	0,4	1,68	2,38	23,82	0,24
16	2,7	10,6	0,6	0,05	57,57	575,73	5,76
20	3,4	13,2	0,6	0,08	43,18	431,80	4,32
25	4,2	16,6	0,6	0,13	32,05	320,48	3,20
32	5,4	21,2	0,6	0,21	23,37	233,72	2,34
40	6,7	26,6	0,6	0,33	17,48	174,77	1,75
50	8,4	33,2	0,6	0,52	13,18	131,82	1,32
63	10,5	42,0	0,6	0,83	9,79	97,93	0,98
75	12,5	50,0	0,6	1,18	7,87	78,65	0,79
90	15,0	60,0	0,6	1,70	6,26	62,61	0,63
110	18,4	73,2	0,6	2,53	4,89	48,87	0,49
16	2,7	10,6	0,8	0,07	94,55	945,45	9,45
20	3,4	13,2	0,8	0,11	71,09	710,95	7,11
25	4,2	16,6	0,8	0,17	52,90	529,00	5,29

32	5,4	21,2	0,8	0,28	38,68	386,78	3,87
40	6,7	26,6	0,8	0,44	28,99	289,87	2,90
50	8,4	33,2	0,8	0,69	21,91	219,08	2,19
63	10,5	42,0	0,8	1,11	16,31	163,08	1,63
75	12,5	50,0	0,8	1,57	13,12	131,17	1,31
90	15,0	60,0	0,8	2,26	10,46	104,56	1,05
110	18,4	73,2	0,8	3,37	8,17	81,74	0,82
16	2,7	10,6	1,0	0,09	139,46	1.394,57	13,95
20	3,4	13,2	1,0	0,14	105,06	1.050,59	10,51
25	4,2	16,6	1,0	0,22	78,31	783,14	7,83
32	5,4	21,2	1,0	0,35	57,36	573,62	5,74
40	6,7	26,6	1,0	0,56	43,06	430,56	4,31
50	8,4	33,2	1,0	0,87	32,59	325,89	3,26
63	10,5	42,0	1,0	1,39	24,29	242,93	2,43
75	12,5	50,0	1,0	1,96	19,56	195,59	1,96
90	15,0	60,0	1,0	2,83	15,61	156,07	1,56
110	18,4	73,2	1,0	4,21	12,21	122,14	1,22
16	2,7	10,6	1,2	0,11	102,08	1.920,79	19,21
20	3,4	13,2	1,2	0,16	144,90	1.449,03	14,49
25	4,2	16,6	1,2	0,26	108,16	1.081,60	10,82
32	5,4	21,2	1,2	0,42	79,33	793,32	7,93
40	6,7	26,6	1,2	0,67	59,62	596,16	5,96
50	8,4	33,2	1,2	1,04	45,17	451,72	4,52
63	10,5	42,0	1,2	1,66	33,71	337,11	3,37
75	12,5	50,0	1,2	2,36	27,16	217,62	2,72
90	15,0	60,0	1,2	3,39	21,69	216,91	2,17
110	18,4	73,2	1,2	5,05	16,99	169,89	1,70
16	2,7	10,6	1,4	0,12	252,25	2.522,52	25,23
20	3,4	13,2	1,4	0,19	190,50	1.905,04	19,05
25	4,2	16,6	1,4	0,30	142,35	1.423,51	14,24
32	5,4	21,2	1,4	0,49	104,52	1.045,21	10,45
40	6,7	26,6	1,4	0,78	78,62	786,19	7,86
50	8,4	33,2	1,4	1,21	59,60	596,23	5,96
63	10,5	42,0	1,4	1,94	44,53	445,33	4,45
75	12,5	50,0	1,4	2,75	35,90	359,04	3,59
90	15,0	60,0	1,4	3,96	28,69	286,89	2,87
110	18,4	73,2	1,4	5,89	22,48	224,85	2,25

Diámetro	Espesor	Diámetro	Vel.	Caudal	Pérdida de Carga
----------	---------	----------	------	--------	------------------

Exterior		Interior	(m/s)	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,7	10,6	1,6	0,14	319,86	1.198,55	31,99
20	3,4	13,2	1,6	0,22	241,77	2.417,74	24,18
25	4,2	16,6	1,6	0,35	180,82	1.808,20	18,08
32	5,4	21,2	1,6	0,56	132,88	1.328,83	13,29
40	6,7	26,6	1,6	0,89	100,03	1.000,29	10,00
50	8,4	33,2	1,6	1,39	75,91	759,13	7,59
63	10,5	42,0	1,6	2,22	56,74	567,41	5,67
75	12,5	50,0	1,6	3,14	45,77	457,69	4,58
90	15,0	60,0	1,6	4,52	36,59	365,90	3,66
110	18,4	73,2	1,6	6,73	28,69	286,92	2,87
16	2,7	10,6	1,8	0,16	394,80	3.947,99	39,48
20	3,4	13,2	1,8	0,25	298,64	2.986,44	29,86
25	4,2	16,6	1,8	0,39	223,52	2.235,15	22,35
32	5,4	21,2	1,8	0,64	164,38	1.643,80	16,44
40	6,7	26,6	1,8	1,00	123,82	1.238,18	12,38
50	8,4	33,2	1,8	1,56	94,02	940,22	9,40
63	10,5	42,0	1,8	2,49	70,32	703,18	7,03
75	12,5	50,0	1,8	3,53	56,75	567,45	5,67
90	15,0	60,0	1,8	5,09	45,38	453,84	4,54
110	18,4	73,2	1,8	7,58	35,60	356,03	3,56
16	2,7	10,6	2,0	0,18	477,01	4.770,12	47,70
20	3,4	13,2	2,0	0,27	361,06	3.610,62	36,11
25	4,2	16,6	2,0	0,43	270,40	2.703,99	27,04
32	5,4	21,2	2,0	0,71	198,98	1.989,84	19,90
40	6,7	26,6	2,0	1,11	149,96	1.499,65	15,00
50	8,4	33,2	2,0	1,73	113,93	1.139,34	11,39
63	10,5	42,0	2,0	2,77	85,25	852,53	8,53
75	12,5	50,0	2,0	3,93	68,82	688,22	6,88
90	15,0	60,0	2,0	5,65	55,06	550,63	5,51
110	18,4	73,2	2,0	8,42	43,21	432,12	4,32
16	2,7	10,6	2,5	0,22	714,00	7.139,96	71,40
20	3,4	13,2	2,5	0,34	541,11	5.411,10	54,11
25	4,2	16,6	2,5	0,54	405,73	4.057,31	40,57
32	5,4	21,2	2,5	0,88	298,94	2.989,40	29,89
40	6,7	26,6	2,5	1,39	225,54	2.255,39	22,55
50	8,4	33,2	2,5	2,16	171,52	1.715,20	17,15
63	10,5	42,0	2,5	3,46	128,47	1.284,71	12,85
75	12,5	50,0	2,5	4,91	103,78	1.037,84	10,38

90	15,0	60,0	2,5	7,07	83,09	830,94	8,31
110	18,4	73,2	2,5	10,52	65,26	652,59	6,53
16	2,7	10,6	3,0	0,26	995,43	9.954,31	99,54
20	3,4	13,2	3,0	0,41	755,09	7.550,90	75,51
25	4,2	16,6	3,0	0,65	566,69	5.666,88	56,67
32	5,4	21,2	3,0	1,06	417,91	4.179,11	41,79
40	6,7	26,6	3,0	1,67	315,55	3.155,49	31,55
50	8,4	33,2	3,0	2,60	240,15	2.401,49	24,01
63	10,5	42,0	3,0	4,16	180,01	1.800,08	18,00
75	12,5	50,0	3,0	5,89	145,49	1.454,95	14,55
90	15,0	60,0	3,0	8,48	116,55	1.165,50	11,66
110	18,4	73,2	3,0	12,63	91,59	915,85	9,16
16	2,7	10,6	3,5	0,31	1.320,90	13.208,97	132,09
20	3,4	13,2	3,5	0,48	1.002,68	10.026,85	100,27
25	4,2	16,6	3,5	0,76	753,03	7.530,32	75,30
32	5,4	21,2	3,5	1,24	555,72	5.557,24	55,57
40	6,7	26,6	3,5	1,95	419,87	4.198,66	41,99
50	8,4	33,2	3,5	3,03	319,72	3.197,22	31,97
63	10,5	42,0	3,5	4,85	239,79	2.397,92	23,98
75	12,5	50,0	3,5	6,87	193,90	1.938,95	19,39
90	15,0	60,0	3,5	9,90	155,86	1.553,86	15,54
110	18,4	73,2	3,5	14,73	122,15	1.221,55	12,22

Tabla 3.5.3.1.2.1 - Pérdida de Carga en función de la velocidad para agua a 10°C

Con lo cual se definen las pérdidas totales a lo largo de la tubería como:

$$\Delta P_T = J \times L \quad (3.5.3.1.2.4)$$

Donde:

- ΔP_T = Pérdida de carga en tubería, en mbar;
- J = Pérdida de carga unitaria, en mbar/m;
- L = Longitud, en m;

2. Pérdidas de carga en los accesorios:

Para accesorios de las tuberías de PPR con el coeficiente de resistencia singular de la tabla del fabricante y la fórmula siguiente.

$$\Delta P_{acc} = \frac{\rho}{2} \times V^2 \times \sum \xi \quad (3.5.3.1.2.5)$$

- ΔP_{acc} = Pérdida de carga en los accesorios, en Pa;
- V = Velocidad, en m/s;
- ρ = Peso específico del agua, en Kg/m³;
- ξ = Coeficiente de resistencia singular;

La tabla siguiente refleja los valores considerados por el fabricante seleccionado:

Accesorios	Coef: Res. Singular (ξ)
Manguito Unión	0,3
Reducción de dos diámetros	0,6
Reducción de tres diámetros	0,9
Codo a 90°	2
Te (separacion)	0,5
Te reducida (separación)	1,8
Te (contracorriente)	5
Te reducida (contracorriente)	2,2
Codo terminal	1,4
Llave de corte 20 mm	9,5
Llave de corte 25 mm	8,5
Llave de corte 32 mm	7,6

Tabla 3.5.3.1.2.2 – Coeficiente de resistencia de los accesorios

Para los accesorios de las tuberías de acero galvanizado se determina la longitud equivalente utilizando la siguiente tabla de relaciones L/D (longitud equivalente / diámetro interior).

Tabla de Relaciones	
Accesorio	L/D
Codo a 90°	45
Curva a 90°	18
Te Paso Directo	16
Te Derivación	40

Tabla 3.5.3.1.2.3

Al igual que en el caso de tuberías de plástico, se tiene que:

$$\Delta P_{acc} = J \times L_{eq} \quad (3.5.3.1.2.6)$$

Donde:

- ΔP_{acc} = Pérdida de carga en tubería, en mbar;
- J = Pérdida de carga unitaria, en mbar/m;
- L = Longitud equivalente, en m;

3. Diferencia de cotas entre la entrada y la salida de cada tramo.

$$\Delta P_{total} = \Delta P_T + \Delta P_{acc} + \Delta h \quad (3.5.3.1.2.7)$$

Donde:

- ΔP_{total} = Pérdida de carga total, en mca;
- ΔP_T = Pérdida de carga en tubería, en mca;
- ΔP_{acc} = Pérdida de carga en los accesorios, en mca;
- Δh = Diferencia de cotas, en m;

La presión residual en cada punto de consumo se obtiene restando a la presión mínima garantizada en la acometida, las pérdidas de carga a lo largo de los tramos de tubería, válvulas y accesorios, y descontando la diferencia de cotas.

La presión máxima en cada nudo se calcula partiendo de la presión máxima esperada en la acometida y restando las correspondientes pérdidas de carga por rozamiento y diferencia de cotas.

Siguiendo los cálculos descritos anteriormente se debe asegurar que se cumple en la instalación de la vivienda lo establecido en el HS4 del CTE, donde se expresa claramente que:

1. En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:
 - a) 100 kPa para grifos comunes;

b) 150 kPa para fluxores y calentadores;

2. La presión en cualquier punto de consumo no debe superar los 500 kPa.

En cuanto a la primera exigencia, si se asegura que en el grifo de la instalación donde se producirán las mayores pérdidas de carga la presión mínima es de 100 kPa, la presión en cualquier otro grifo anterior al último tendría un valor también superior a dichos 100 kPa.

Respecto a la segunda, en el caso de la presente vivienda unifamiliar no se contempla la posibilidad de incumplir con la exigencia fijada dado que la presión de suministro aportada por la compañía distribuidora es de 350kPa, valor muy por debajo del límite establecido.

3.5.3.1.2.1 Comprobación de las pérdidas de carga máximas admisibles

Se determinan las pérdidas de presión existentes en el tramo más desfavorable de la instalación para posteriormente comprobar que el valor obtenido permite que la presión de suministro en el punto de consumo sea superior al valor establecido según el apartado 2.1.3 del documento básico HS5 del CTE.

El ramal más desfavorable de la instalación, es decir, aquel donde se producirán las mayores pérdidas de carga será el compuesto por todos aquellos tramos necesarios para llegar a la bañera del cuarto de baño 2. Se tendrá que contar por lo tanto con las pérdidas producidas en el propio receptor, los tramos de la dependencia necesarios hasta alcanzar el distribuidor principal y todos los tramos que conforman el citado distribuidor.

Dependencia	Perdida de carga (mBar/m)	Longitud	Perd. En tubería (mBar)	Coef. Res. Sing.	Perd. Acce. (mBar)	Diferencia de cotas (m)	Perd. Total (Bar)
Baño 3	14,24	3,11	44,3	4,0	3,843	4,9	0,533
	27,04	0,60	16,2	0,5	0,854	0,0	0,017
	22,35	1,53	34,2	0,5	0,667	0,0	0,035
	18,08	1,00	18,1	0,5	0,640	0,0	0,019

Tramo 2	10,45	2,50	26,1	2,1	1,699	0,0	0,028
Tramo 3	13,29	2,79	37,1	2,1	2,107	0,0	0,039
Tramo 4	16,44	1,51	24,8	0,5	0,658	0,0	0,025
Tramo 5	16,44	5,35	88,0	3,3	5,157	3,1	0,398
Tramo 6	5,96	10,94	65	2,3	1,450	0,0	0,067
Tramo 7	5,96	71,11	423,8	13,2	9,631	0,0	0,433
Total Pérdidas							1,594

Tabla 3.5.3.1.2.1.1 – Pérdida de carga en el punto de consumo más desfavorable

Por lo tanto, en base a la presión de suministro recibida de 3,5 bar, se tiene que la presión recibida en el punto de consumo citado anteriormente será:

Presión recibida = 3,5 bar – 1,594 bar = 1,906 bar, valor superior a la cifra exigida por normativa.

3.5.4 Dimensionado de la red de A.C.S

La instalación de ACS se calcula siguiendo el mismo procedimiento que con la instalación de agua fría, teniendo en cuenta que los caudales mínimos instantáneos para los aparatos de agua caliente varían según lo establecido en la segunda columna de la tabla 2.1 del documento CTE-HS4.

Los diámetros empleados para las tuberías de agua fría y agua caliente son iguales en cada uno de los diferentes tramos y receptores.

En cuanto al sistema de recirculación utilizado para mantener la temperatura del agua a lo largo del circuito, se instalarán tuberías de igual diámetro que en el distribuidor principal dado que ambas tuberías discurren en paralelo a lo largo de la instalación.

3.5.5 Reutilización de aguas pluviales

Las aguas pluviales recogidas, filtradas y almacenadas de forma adecuada, representan una forma alternativa de agua de buena calidad que permite sustituir el agua potable en determinadas aplicaciones y de esta forma contribuyen al ahorro de este recurso.

3.5.5.1 Funcionamiento

El agua de lluvia se recoge desde los canalones perimetrales en los tejados o a través de los sumideros sobre cubiertas planas, mediante la red de tubería se conecta al sistema de captación de agua pluvial (filtro, depósito). En el interior del depósito de recogida de aguas pluviales se sitúa una bomba sumergida, que al producirse demanda por parte de determinados aparatos de la instalación, tales como inodoros, lavadora (el agua necesita un tratamiento previo para su utilización en algunos casos) o grifos de riego, impulsa el agua desde el propio depósito hasta los puntos de consumo citados, a través de un circuito independiente al del agua potable de la red. Destacar que en este recorrido, y para mayor seguridad del sistema, será necesario situar un filtro que permita que las aguas vertidas en el depósito de pluviales lo hagan libres de la mayor parte de residuos y partículas sólidas en suspensión.

Para la reutilización de las aguas se utilizará una válvula de 3 vías motorizada por un sistema automatizado de forma que siempre se utilicen aguas pluviales y en el caso de bajo nivel en el depósito se use el agua potable de la red. El módulo electrónico mide el nivel del depósito mediante un sensor de presión sumergido.

3.5.5.2 Componentes

- Filtro de agua pluvial

Dispositivo que recibe el agua pluvial recogida por los canalones de cubierta, depurándola de residuos y partículas sólidas mediante sistemas diversos (cesta, decantación, etc.) quedando el agua a la salida del filtro libre de esta suciedad, vertiéndose finalmente al interior del depósito de recogida.

- Depósito de aguas pluviales

El depósito tendrá una alimentación independiente desde la red pública de suministro, sin que en ningún momento puedan confluir las aguas de ambas redes (conexiones cruzadas), en cumplimiento de la Norma EN 1717.

Tal alimentación no podrá entrar en contacto con el nivel máximo del depósito, por ello la captación se realizará a unos centímetros por debajo de la línea superficial del agua, a un nivel medio que no permita captar agua con residuos grasos o en flotación, ni agua con partículas sólidas precipitadas en la base del depósito, debiéndose controlar las condiciones sanitarias del agua almacenada, conduciendo el rebosadero de depósito al sistema de evacuación de aguas pluviales.

- Sistema de tratamiento del agua en la cisterna

Para tratar de mantener unas condiciones sanitarias óptimas en el agua acumulada en las cisternas, en el caso de que esta deba mantenerse durante prolongados periodos de tiempo en su interior, se podrá considerar aplicar un tratamiento complementario, que como mínimo consista en: dosificación controlada de cloro y control de ph.

3.5.5.3 Dimensionado de la red de pluviales

La tubería que circula desde el depósito de pluviales hasta los correspondientes inodoros instalados en la vivienda será de PPR con un diámetro de 16 mm en base a los valores mínimos (12mm) exigidos por el documento básico HS4 según el tipo de receptor.

**TÍTULO: INSTALACIONES PARA UNA VIVIENDA CON
MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
MEDIANTE EL USO DE LA DOMÓTICA Y ENERGÍAS
RENOVABLES**

ANEXO VI: SANEAMIENTO

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

FECHA: NOVIEMBRE DE 2014

AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

Fdo.: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

3.6 SANEAMIENTO	2
3.6.1 Objeto del anexo	2
3.6.2 Descripción de la instalación	2
3.6.3 Red de pequeña evacuación	2
3.6.4 Red de bajantes	3
3.6.5 Red de colectores	3
3.6.6 Cálculo de las instalaciones de evacuación de aguas residuales	4
3.6.6.1 Derivaciones individuales	4
3.6.6.2 Botes sifónicos o sifones individuales	5
3.6.6.3 Ramales colectores	5
3.6.6.4 Bajantes de aguas residuales	6
3.6.6.5 Colectores horizontales de aguas residuales	7
3.6.6.6 Arquetas de la red de evacuación de aguas residuales	8
3.6.7 Redes de aguas pluviales	8
3.6.7.1 Cálculo del régimen pluviométrico característico	8
3.6.7.2 Método de dimensionado	9
3.6.7.3 Cálculo de los canalones	10
3.6.7.4 Cálculo de las bajantes	12
3.6.7.5 Cálculo de los colectores	13
3.6.7.6 Arquetas de la red de aguas pluviales	14

3.6 SANEAMIENTO

3.6.1 Objeto del anexo

El objeto del presente anexo es el diseño y justificación de las instalaciones de evacuación interior de aguas residuales y pluviales así como los elementos que las conduzcan al exterior de la vivienda. Para tal fin se aplicará lo estipulado en el documento básico de salubridad (HS), sección 5, del Código Técnico de la Edificación (CTE).

3.6.2 Descripción de la instalación

Para el caso de la vivienda objeto de este trabajo, la evacuación de aguas residuales y pluviales se realizará mediante una red separativa, es decir, un sistema que mantiene dos redes distintas (una para aguas pluviales y otra para residuales) tanto para bajantes como para colectores y acometidas a la red de saneamiento. Es el sistema más aconsejable y evidentemente de obligado cumplimiento en edificaciones de nueva construcción, según el vigente CTE.

Un sistema separativo requerirá una doble acometida de conexión o saneamiento, si se pretende que el sistema sea íntegramente separativo, factor que necesariamente precisa de una red de saneamiento exterior que sea igualmente separativa mediante la estructura y los elementos correspondientes,

3.6.3 Red de pequeña evacuación

Una red de pequeña evacuación es una red interior de evacuación encargada de desalojar las aguas procedentes de los aparatos sanitarios de cada cuarto o local húmedo de la vivienda. Es una red que transcurre general y principalmente por el interior del propio cuarto de baño, cocina, aseo y que conecta con uno o varios colectores interiores, que a su vez confluyen en las bajantes generales de la vivienda.

Los elementos que componen esta red entre otros son:

- Válvulas de desagüe.

- Cierres hidráulicos (sifones y botes sifónicos).
- Red de tuberías de pequeño diámetro.
- Sumideros interiores.
- Ocasionalmente válvulas de aireación.
- Ocasionalmente separadores de grasas o aceites.

La caracterización de la red se describe en el apartado 2 del HS 5 del CTE así como el diseño, apartado 3, donde se mencionan las condiciones generales y de evacuación y elementos.

3.6.4 Red de bajantes

Son las tuberías verticales que recogen las aguas residuales procedentes de las derivaciones y las conducen hacia los colectores o arquetas, en su recorrido hacia la red de alcantarillado.

La colocación de las bajantes, como el resto de los elementos del sistema de evacuación, debe estar prevista en el diseño de la edificación, prestando especial atención a los elementos estructurales (vigas y pilares).

Algunos de los criterios de diseño señalados en el HS5 del CTE especifican las siguientes prescripciones relativas al diseño de los tramos bajantes.

Las bajantes deben realizarse sin desviaciones ni retranqueos y con un diámetro uniforme en toda su altura excepto, en el caso de bajantes de residuales, cuando existan obstáculos insalvables en su recorrido y cuando la presencia de olores exija un diámetro concreto desde los tramos superiores que no es superado en el resto de la bajante.

3.6.5 Red de colectores

El colector o colectores generales de evacuación está constituido por tuberías horizontales instaladas a la vista u ocultas en el interior del edificio o bien enterradas bajo zanja como es el caso de la vivienda objeto de este trabajo.

Los diversos colectores que forman la red horizontal de saneamiento se reúnen a su vez en un colector final que configurará el tramo de la acometida.

Los colectores podrán ser por su tipología y estructura:

- Colectores de aguas residuales.
- Colectores de aguas pluviales
- Colectores mixtos

En el caso de la presente vivienda se diferencian los colectores según sean para aguas residuales o aguas pluviales dado que en el caso de estas últimas, se prevé un posterior aprovechamiento del agua recogida.

En cualquier caso se deberá considerar que la forma de conexión con los tramos de derivación se realice de forma oblicua según la dirección de las aguas hacia su evacuación exterior, evitando así colapsos en el colector.

Dado que la red interior de evacuación estará conectada a la red general de saneamiento no resulta necesario disponer de una fosa séptica para evacuar las aguas residuales de la instalación

3.6.6 Cálculo de las instalaciones de evacuación de aguas residuales

3.6.6.1 Derivaciones individuales

La selección de los diámetros correspondientes a estos tramos, comprendidos entre la válvula de descarga del aparato sanitario y el tramo colector que recoge las aguas de otros aparatos del mismo cuarto húmedo, se obtiene de forma directa para la mayoría de aparatos convencionales de una edificación, a través de las tabla 4.1 reflejada en el apartado HS5 del CTE.

Los diámetros indicados en estas tablas se consideran válidos para ramales individuales cuya longitud sea igual o inferior a 1,5 m. Para ramales mayores debe efectuarse un cálculo hidráulico pormenorizado, en función de la longitud, la pendiente y el caudal a evacuar que no se darán en la vivienda debido a su simplicidad.

La mayoría de los diámetros de las tablas corresponden a los diámetros de enlace a la válvula de descarga del aparato al que conectan, por lo que de alguna manera, el diámetro de dicha válvula determina para la mayoría de casos el diámetro del tramo de derivación individual.

Teniendo en cuenta las dimensiones de la vivienda objeto de estudio, se considera adecuado que las derivaciones individuales que acometan al bote sifónico tengan una pendiente del 3%

3.6.6.2 Botes sifónicos o sifones individuales

Los sifones individuales tendrán el mismo diámetro que la válvula de desagüe a la que esté conectada. Cumpliendo con los márgenes establecidos en el apartado 3.3.1.2 del documento básico HS5 del CTE, en el caso de la presente instalación se decide fijar una pendiente del 3% para todos aquellos aparatos que dotados con este elemento.

Los botes sifónicos generales se elegirán en función del número y tamaño de las entradas y con la altura mínima recomendada para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

3.6.6.3 Ramales colectores

Se utilizará la tabla siguiente para el dimensionado de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

Diámetro mm.	Máximo número de Uds		
	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
32	--	1	1
40	--	2	3
50	--	6	8
63	--	11	14
75	--	21	28
90	47	60	75
110	123	151	181
125	180	234	280
160	438	582	800
200	870	1150	1680

Tabla 3.6.6.3.1 – Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

3.6.6.4 Bajantes de aguas residuales

El dimensionado de las bajantes se hará de acuerdo con la tabla siguiente en que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de derivaciones individuales y el diámetro que le correspondería a la bajante, conociendo que el diámetro de la misma será único en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar en la bajante desde cada ramal sin contrapresiones en éste.

Diámetro mm.	Máximo número de Uds, para una altura de bajante de:		Máximo número de Uds, en cada ramal para una altura de bajante de:	
	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas
50	10	25	6	6
63	19	38	11	9
75	27	53	21	13
90	135	280	70	53
110	360	740	181	134
125	540	1100	280	200
160	1208	1120	400	160
200	2200	3600	1680	600
250	3800	5600	2500	1000
315	6000	9240	4320	1650

Tabla 3.6.6.4.1 - Diámetro de las *bajantes* según el número de alturas del edificio y el número de UD

Considerando lo estipulado en el punto 2 del apartado 3.3.1.3 del documento básico HS5 según el cual “el diámetro de la bajante no debe disminuir en el sentido de la corriente”, resulta que la bajante de la presente instalación tendrá un diámetro de 110mm, teniendo en cuenta que la derivación individual del baño que conecta directamente con la misma tiene tal diámetro.

A pesar de que según la tabla anterior sea posible emplear una bajante de valor inferior en función de las unidades de descarga y ramales instalados, nunca se hará caso omiso a lo manifestado en el párrafo anterior.

3.6.6.5 Colectores horizontales de aguas residuales

Mediante la utilización de la tabla siguiente, se obtiene el diámetro en función del máximo número de derivaciones individuales y de la pendiente.

Diámetro mm.	Máximo número de Uds		
	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
50	--	20	25
63	--	24	29
75	--	38	57
90	96	130	160
110	264	321	382
125	390	480	580
160	880	1056	1300
200	1600	1920	2300
250	2900	3500	4200
315	5710	6920	8290
350	8300	10000	12000

Tabla 3.6.6.5.1 - Diámetro de los *colectores* horizontales

En base al 2% de pendiente que se ha considerado y a las unidades de descarga correspondientes a cada estancia, resulta que en la mayoría de la instalación interior de la vivienda sería suficiente emplear colectores de diámetro 50mm excepto en el colector que conduce del baño 1 a la arqueta que posteriormente evacuará las aguas residuales de toda la edificación, donde sería necesario utilizar un colector de diámetro 75mm. Sin embargo y con la finalidad de garantizar un mejor funcionamiento de la red de saneamiento se decide usar colectores de diámetro 110mm para evitar reducciones de diámetro en la instalación que puedan aumentar la probabilidad de atascos en el sistema.

En cuanto a la red exterior de saneamiento, se dispone un sumidero sifónico cerca del garaje para evacuar las aguas residuales que apareciesen cerca de la zona y un punto de recogida residual correspondiente a un fregadero instalado en la caseta de la piscina. Teniendo en cuenta que el sumidero cuenta como una unidad de descarga y el fregadero como tres a efectos de la tabla 4.1 del documento básico HS5, sería suficiente emplear colectores de diámetro 50mm, sin embargo por decisión del proyectista se determina emplear colectores de diámetro 90mm.

Finalmente, y siguiendo la máxima de sobredimensionar para garantizar un mejor funcionamiento del sistema, se decide emplear colectores de diámetro 125mm para evacuar las aguas residuales del global de la parcela, teniendo en cuenta la considerable longitud habida hasta alcanzar la red de alcantarillado.

3.6.6.6 Arquetas de la red de evacuación de aguas residuales

Las dimensiones mínimas en longitud y anchura de las arquetas a instalar dependerán exclusivamente del diámetro de los colectores empleados en la instalación tal y como se recoge en la siguiente tabla:

Diámetro del colector de salida (mm)									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
L x A (cm)	40x40	50x50	60x60	60x70	70x 70	70x80	80x80	80x90	90x90

Tabla 3.6.6.6.1 – Dimensiones de las arquetas

Teniendo en que el mayor diámetro de los colectores de la instalación es de 110mm las arquetas a instalar según la tabla anterior serán de 50 x 50 cm.

Como norma general se pondrán arquetas en intersecciones y cambios de dirección. En tramos rectos donde no se den ninguna de las condiciones anteriores se instalara una arqueta máximo cada 15m de longitud según lo contemplado en el apartado 3.3.1.4.2 del documento básico HS5 del código técnico.

3.6.7 Redes de aguas pluviales

3.6.7.1 Calculo del régimen pluviométrico característico

La obtención de un régimen pluviométrico de trabajo está condicionado principalmente por la zona geográfica donde se localice la instalación en estudio.

A continuación se presenta un plano pluviométrico para averiguar la intensidad pluviométrica según la isoyeta correspondiente a la situación geográfica de la presente vivienda.

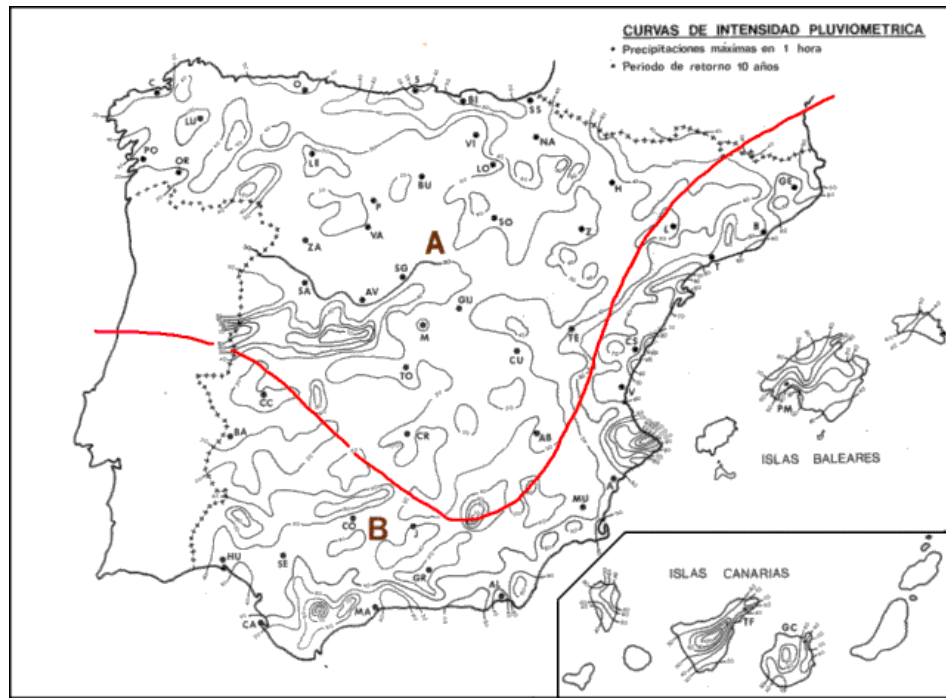


Figura 3.6.7.1.1 – Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

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

Tabla 3.6.7.1.1 – Intensidad pluviométrica i (mm/h)

En este caso en particular, la vivienda objeto de estudio se encuentra ubicada en la localidad de Bañobre, Miño, A Coruña, por lo tanto tenemos:

- Zona A.
- Isoyeta 30.

Por consiguiente la intensidad pluviométrica de la zona es de 90 mm/h.

3.6.7.2 Método de dimensionado

El método de dimensionamiento utilizado por el HS5 del CTE se basa en cálculos tabulados para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. En el caso la vivienda objeto de estudio el régimen pluviométrico es diferente al tabulado debido a su situación geográfica.

Por lo tanto se realizarán modificaciones aplicando los siguientes procedimientos:

- Se aplicará un factor de corrección (f) según el valor:

$$f = i / 100 = 90 / 100 = 0,9$$

Siendo: i = intensidad pluviométrica a considerar.

- La superficie de cálculo de recogida aguas pluviales será la superficie real por el factor de corrección obtenido anteriormente, por lo tanto:

$$Sc = Sr \times f$$

Siendo: Sc = superficie de cálculo.

Sr = superficie real.

f = factor de corrección.

La superficie de cálculo resultará esencial para la correcta selección del diámetro correspondiente a la red de pluviales.

Teniendo en cuenta que el factor de corrección obtenido según la situación geográfica de la vivienda es un factor de reducción, lo cual conllevaría a contemplar superficies inferiores a las reales a la hora de consultar valores en las tablas, se decide no aplicar el valor obtenido y realizar los cálculos considerando las dimensiones originales existentes, de tal forma que el diseño se realice sobredimensionando la instalación garantizando el adecuado funcionamiento de la misma según el criterio del proyectista.

Si el factor de corrección obtenido fuese superior a la unidad, bajo ningún motivo se podría prescindir de la aplicación del mismo sobre las superficies de cálculo ya que de hacerlo se estaría dimensionando erróneamente la instalación.

3.6.7.3 Cálculo de los canales

El dimensionado de los canalones necesario para recoger y canalizar las aguas de cubiertas y tejados seguirá las pautas marcas para el resto de tramos de la red de pluviales, por ello se determinarán las dimensiones de los mismos en función de:

- La proyección horizontal de la superficie cubierta en m^2 que vierte a un mismo tramo del canalón, comprendido entre su bajante y su línea divisoria de aguas.
- La pendiente asignada para cada uno de los tramos, permitiéndose en este caso pendientes mínimas de 0,5 %.
- La zona pluviométrica en la que se encuentre la edificación, determinada por las coordenadas geográficas del emplazamiento.

El apartado HS5 del CTE permite determinar mediante una tabla y según estos parámetros, el diámetro adecuado del canalón a instalar.

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente canalón				
0,5 %	1 %	2 %	4 %	
34	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Tabla 3.6.7.3.1 – Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Como condiciones de partida, en función de cómo se han dividido los canalones sobre el tejado, se decide asignar una pendiente de canalón del 1% para el tejado superior y del 2% para el tejado inferior, considerando que los valores de inclinación obtenidos tengan un valor aceptable sobre la fachada.

En base a lo anterior y a la superficie de tejado abarcada por cada canalón, es posible concluir aplicando la tabla anterior que en el tejado superior será suficiente con emplear canalones de diámetro 100mm dado que en ningún caso las superficies superan los $45m^2$ y que alrededor del tejado inferior bastará con

utilizar canalones del mismo diámetro ya que en ninguno de los canalones analizados la superficie abarcada supera los 65m².

Sin embargo por criterio del proyectista se decide sobredimensionar y emplear un canalón de diámetro 125mm para dificultar la posibilidad de atascos en los conductos.

3.6.7.4 Cálculo de las bajantes

El diámetro de las bajantes pluviales depende de:

- La proyección horizontal de la superficie de cubierta cuyas aguas recoge.
- Del índice pluviométrico de la zona de estudio.

En la tabla siguiente del HS5 del CTE se recoge la máxima superficie proyectada que puede servir una bajante de aguas pluviales:

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

Tabla 3.6.7.4.1 - Diámetro de las bajantes para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Teniendo en cuenta la proyección horizontal de superficie cubierta que afectaría a cada bajante en función de cómo se han dispuesto los canalones, se tiene que en ninguno de los casos analizados el área abarcada supera los 65 m², motivo por el cual sería suficiente con emplear bajantes de diámetro 50mm.

Sin embargo y dada la problemática en cuestión de atascos asociada a este tipo de elementos (hojas, acumulación de residuos, etc) se considera conveniente aumentar el diámetro en cuestión hasta los 90mm según el criterio del proyectista.

3.6.7.5 Cálculo de los colectores

Los colectores de aguas pluviales se dimensionarán a sección llena y en función de:

- La superficie de cubierta que ha de recoger aguas pluviales.
- La pendiente asignada al colector

Las pendientes para estos tramos estarán comprendidas entre el 1 % y el 4 %, siendo recomendables pendientes no inferiores al 2 %. Particularmente se decide que un 2% de pendiente resulta un valor adecuado para la presente vivienda unifamiliar.

Según la siguiente tabla se determinará el diámetro nominal del colector:

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	450	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Tabla 3.6.7.5.1 – Diámetro de los colectores para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

El cálculo de las proyecciones horizontales de superficie cubierta que determinara el diámetro de colector a emplear comenzará en la parte trasera de la vivienda, concretamente en la bajante del tejado inferior que recibe las aguas provenientes de los dos canalones establecidos sobre ese tejado. Dicha superficie mide aproximadamente 46,045 m², por lo tanto sería suficiente un colector de diámetro 90mm.

A continuación, la siguiente bajante que hará que aumente la superficie proyectada será la correspondiente a la del tejado superior en la parte trasera de

la vivienda, la cual abarca un área de aproximadamente 28,0140 m². Tras sumar las superficies tenidas en cuenta hasta el momento se obtiene una cifra de 74,089 m² aun inferior a los 178 m² de la tabla, por lo tanto seguiría siendo suficiente utilizar 90mm de diámetro en el colector.

Tras sumar todas las proyecciones horizontales de superficie cubierta hasta llegar a la arqueta que conducirá finalmente toda el agua recolectada hasta el depósito de pluviales se sigue estando por debajo de los 178 m², en concreto el valor de la suma ronda aproximadamente los 137,234 m², con lo cual sería válido emplear colectores de diámetro 90mm en toda la instalación.

Sin embargo, en base al mismo criterio que se ha venido siguiendo durante el desarrollo de las instalaciones de saneamiento y recogida de aguas pluviales, se decide sobredimensionar la red y emplear colectores de igual diámetro a los empleados en el sistema de evacuación de aguas residuales, es decir, se instalarían colectores de diámetro 110mm que faciliten la circulación del agua a lo largo del trayecto establecido.

3.6.7.6 Arquetas de la red de aguas pluviales

Será necesario prever de igual forma las dimensiones de las arquetas a situar en los diferentes tramos de la instalación de pluviales en base a la tabla 3.6.6.6.1 empleada durante el cálculo de la red de evacuación de aguas residuales.

Dado que el mayor diámetro de los colectores empleados es de 110mm, las arquetas a instalar según la citada tabla serán de 50 x 50 cm.

**TÍTULO: INSTALACIONES PARA UNA VIVIENDA CON
 MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
 MEDIANTE EL USO DE LA DOMÓTICA Y ENERGÍAS
 RENOVABLES**

ANEXO VII: DOMÓTICA

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

FECHA: NOVIEMBRE DE 2014

AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

Fdo.: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

3.7 DOMÓTICA	2
3.7.1 Objeto del anexo	2
3.7.2 Pilares básicos de la domótica	2
3.7.2.1 Ahorro energético	2
3.7.2.2 Seguridad	2
3.7.2.3 Comunicaciones	2
3.7.2.4 Confort y comodidad	3
3.7.3 Elementos que componen el sistema	3
3.7.3.1 Captadores	3
3.7.3.2 Pequeño material	3
3.7.3.3 Accionadores o actuadores	4
3.7.3.4 Periféricos de comunicación	4
3.7.3.5 Red de comunicación de los elementos del sistema	4
3.7.4 Sistemas domotizados en la vivienda	4
3.7.4.1 Iluminación	5
3.7.4.2 Desconexión de dispositivos en stand by	6
3.7.4.3 Control de persianas	7
3.7.4.4 Control de riego	7
3.7.4.5 Alarmas técnicas	8
3.7.4.6 Simulación de presencia	8
3.7.5 Control de la vivienda	9
3.7.6 Elementos y módulos requeridos para automatizar los sistemas	9

3.7 DOMÓTICA

3.7.1 Objeto del anexo

El objeto del presente anexo es el diseño de la instalación domótica de la vivienda unifamiliar, definiendo el conjunto de elementos que gobernados por diferentes automatismos en materia de seguridad, gestión de la energía y comunicaciones permitirán conseguir un notable ahorro de energía, una eficaz gestión técnica de la vivienda, una buena comunicación con el exterior y un alto nivel de seguridad.

3.7.2 Pilares básicos de la domótica

3.7.2.1 Ahorro energético

Cada vez son más los aparatos eléctricos que se incorporan a la vivienda, de forma que el consumo de energía puede llegar a ser importante. Mediante un sistema domótico es posible implementar mecanismos que regulen y optimicen dicho consumo, como el control de la climatización y regulación de la temperatura por zonas; la utilización de electrodomésticos en tarifa nocturna; la iluminación por detección de presencia; el riego controlado por sensor meteorológico; la desconexión automática de dispositivos, etc.

3.7.2.2 Seguridad

La evolución y el crecimiento económico del “mundo occidental” en los últimos años ha hecho que poco a poco se incorporen a las viviendas elementos más sofisticados. Para asegurar la integridad de las personas y de los edificios, una instalación domótica puede proporcionar mecanismos como detección de intrusos; simulación de presencia; conexión con centrales de alarma; alarmas de salud o alertas médicas (teleasistencia); alarmas técnicas: Incendios, fugas de agua o gas; control de accesos, etc.

3.7.2.3 Comunicaciones

Las comunicaciones juegan un papel fundamental en el momento actual, y constituyen un elemento estratégico para el desarrollo de servicios impensables hace algunos años. Mediante un adecuado sistema de comunicaciones integrado

con el sistema domótico es posible establecer comunicaciones en el interior del edificio, desde el interior hacia el exterior y viceversa. Por ejemplo, se podría distribuir imágenes y sonido por el interior del edificio; manejar internamente el sistema a través de mando a distancia; enviar alarmas y señales hacia el exterior; realizar un control remoto del sistema a través de teléfono fijo, móvil, PDA, Internet, etc.

3.7.2.4 Confort y comodidad

El simple hecho de automatizar los elementos del edificio y poder gestionarlos de forma remota proporciona unos niveles de comodidad hasta ahora desconocidos. Con una instalación domótica el usuario se libera de invertir tiempo y energía en realizar acciones mecánicas y cotidianas y de preocuparse por aspectos que el sistema resuelve automáticamente. Simulación de escenarios; automatización y programación del riego; regulación de temperatura; atención particularizada por persona o control remoto y a distancia son una pequeña muestra de las numerosas posibilidades con las que la domótica mejora la comodidad de las personas.

Probablemente el confort sea el aspecto más valorado de un sistema domótico para usuarios residenciales.

3.7.3 Elementos que componen el sistema

3.7.3.1 Captadores

También denominados detectores o sensores, su misión es captar un determinado parámetro físico que define un cambio de estado de la instalación a controlar y convertirlo generalmente en una magnitud eléctrica (tensión, intensidad, etc.).

Existen diversos tipos de captadores según el fenómeno físico que se desee detectar y medir.

3.7.3.2 Pequeño material

Son los mecanismos sobre los que el usuario podrá actuar a su voluntad para controlar cierto aspecto de determinada instalación, por ejemplo el control sobre los puntos de luz de la instalación.

3.7.3.3 Accionadores o actuadores

Son los elementos que ejecutan las órdenes emitidas por las unidades de control, actuando sobre el correspondiente equipo o terminal de servicio para modificar su estado de funcionamiento.

Por ejemplo en el caso de un motor una electroválvula.

3.7.3.4 Periféricos de comunicación

Facilitan la interacción entre los diferentes módulos del sistema de forma que sea posible realizar las acciones requeridas por el usuario. Además permiten informar de la situación actual que puede presentar cualquier sistema.

3.7.3.5 Red de comunicación de los elementos del sistema

Es la red que interconecta entre sí todos los componentes y consiste en una red de transmisión de datos independiente de la eléctrica.

Existen diferentes tipologías de redes pero la más sencilla de instalar es la lineal, fácilmente modulable y resulta el sistema más económico y flexible cuando el número de puntos a conectar es significativo.

3.7.4 Sistemas domotizados en la vivienda

En la presente vivienda unifamiliar se ha decidido implantar el sistema domótico Simon Vit@ suministrado por la compañía Simon S.A., siguiendo las características de la vivienda y los requerimientos establecidos en la instalación.

Los sistemas a domotizar en la edificación serán:

- Iluminación.
- Desconexión de dispositivos en stand by.
- Control de persianas.

- Control del riego.
- Alarmas técnicas.
- Simulación de presencia.

3.7.4.1 Iluminación

La iluminación en una vivienda es un servicio básico que a su vez proporciona comodidad y seguridad en la instalación. Mediante el sistema implantado es posible ampliar las posibles ventajas relacionadas con esta necesidad básica, entre las cuales se destacan:

- La comodidad de tener el encendido y apagado de la luz de otra estancia desde aquella en la que se encuentre cualquier residente. Esto, por ejemplo, puede hacer posible que desde un dormitorio se tenga control sobre las luces del jardín, o realizar un apagado de un área específica de la vivienda.
- La flexibilidad de que cada pulsador no se limita a realizar un única función (apagar o encender una luz) pulsando de forma habitual, sino que además, al pulsar de forma larga (más de 1 ó 2 segundos para evitar maniobras accidentales), se puede realizar cualquier otra opción que se considere interesante. Por tanto cada pulsador puede hacer dos funciones distintas.
- El ahorro y comodidad de aplicar la temporización de las luces exteriores según la luz solar, a través de un detector crepuscular (mide el nivel de luminosidad, discriminando entre noche y día) o manual.
- La personalización de la iluminación. El sistema permitirá crear escenas lumínicas totalmente a gusto del usuario, con posibilidad de cambiar dichas escenas cuando se desee fácilmente.

El control del encendido y apagado de las luces de la vivienda se llevará a cabo mediante detectores de presencia, con lo cual se conseguirá un ahorro energético considerable.

Dentro del control de iluminación existirán dos configuraciones:

- Modalidad día.

- Modalidad noche.

Para la modalidad día, el encendido y apagado de las luces depende de las señales generadas por los sensores de presencia y de luminosidad (de modo que si se detecta presencia pero existe un nivel de luminosidad adecuado, la luz permanecerá apagada).

En cambio, para la modalidad noche, el encendido y apagado de las luces depende directamente de las señales generadas por los sensores de presencia.

Además de las funciones anteriormente nombradas, en la presente instalación se decide implementar el control regulable de la iluminación, aplicable en una sola zona de la edificación siguiendo las recomendaciones del fabricante. La estancia seleccionada será el salón de la vivienda, en ella será posible regular el nivel de iluminancia a gusto del usuario, gracias al uso de un módulo Dimmer cuya especificación figurará más adelante, en el apartado 3.7.6 del presente anexo.

Los puntos de luz a controlar en la vivienda serán 26 para el circuito de alumbrado interior y 12 para el exterior. Los puntos de luz respectivos a la caseta de instalaciones, cuarto de máquinas y caseta piscina estarán fuera del control domótico. Los mecanismos encargados de gobernar los diferentes consumos de la instalación figuran en los planos que forman parte de la documentación gráfica del presente trabajo.

3.7.4.2 Desconexión de dispositivos en stand by

Esta disposición representa otra de las medidas importantes adoptadas en cuestión de eficiencia energética. Mediante la configuración del software del sistema realizada por el instalador será posible apagar mediante un pulsador todos los dispositivos en stand by de una estancia que consumen energía cuando están en modo de espera, tales como televisor, equipo de sonido, ordenadores, etc.

Esta medida puede ser interesante en el caso de periodos de tiempo durante los cuales la vivienda no permanezca constantemente ocupada.

3.7.4.3 Control de persianas

Estos elementos son fundamentales en la vivienda, al automatizarlos lo que se pretende primordialmente es aumentar el confort de la edificación.

Mediante el sistema que se pretende implementar será posible la creación de diferentes escenas activadas por temporización, por ejemplo escena “buenos días” cada mañana a las 07:45 en la cual se levantan las persianas de la habitación matrimonio y cocina, o mediante pulsador, ejemplo escena “Salir de casa”, la cual baja todas las persianas de la vivienda.

A su vez será posible obtener una respuesta inteligente por parte del sistema en el caso de lluvia o viento, en cuyo caso la reacción esperada sería bajar las persianas.

En total se controlaran 8 persianas en la vivienda, correspondientes a las estancias de lavandería, cocina, salón y habitaciones.

Para el control de las persianas se dispondrá de detectores de luminosidad los cuales darán la señal adecuada al automatismo de control, de forma que active el motor encargado de abrirlas o cerrarlas aprovechando al máximo la luz natural.

3.7.4.4 Control del riego

El objetivo de este sistema básicamente es sustituir control manual por controladores automáticos, con lo cual sea posible principalmente:

- Ahorrar en mano de obra.
- Ahorrar agua.
- Ahorrar energía.

En la vivienda se establecerá una zona de riego situada delante de la caseta de instalaciones, en ella se dispondrán todos los elementos requeridos para llevar a cabo el programa establecido. Para entrar en funcionamiento, inicialmente se definirán horarios de activación para cada día y en función de si la humedad existente en el suelo no sobrepasa los umbrales fijados, el sistema se iniciaría o pospondría hasta el día siguiente.

El control de humedad del suelo evita un ciclo de regado si ha llovido. De esta forma se pretende contribuir a un consumo responsable del agua. Esto será posible gracias a un sensor de 0% a 100% de humedad.

3.7.4.5 Alarmas técnicas

Para la detección de las incidencias más graves en la vivienda los elementos que se dispondrán serán los siguientes:

- Detector de agua, para zonas con riesgo de escapes, como sería en la presente instalación las zonas de lavabos, cocina y lavandería y electro-válvula para corte de suministro de agua en el caso de escape de agua.
- Detectores de gas, para zonas con riesgo de fugas de gas, como sería en este caso la cocina y electro-válvula para corte de suministro de gas en el caso de escape de gas.
- Detector de humo, para poder detectar cualquier indicio de incendio. En la edificación diseñada se decide disponer sensores de humo en la cocina, salón, recibidos y distribuidor.

3.7.4.6 Simulación de presencia

Cuando los usuarios de la vivienda se ausenten de la misma, podrán activar una escena “Fin de semana” o “ausencia”, esta función les permitirá encender y apagar las estancias de más uso de la vivienda en un horario determinado, pero de forma aleatoria con el propósito de ofrecer una sensación de presencia lo más real posible, combinando esta acción con algunos movimientos de persianas a lo largo del día.

3.7.5 Control de la vivienda

Todas las funciones citadas anteriormente podrán ser operadas a través de los siguientes mecanismos y periféricos de comunicación que serán implantados en la vivienda:

- Pulsadores, para realizar acciones tanto sencillas como complicadas es posible hacerlo mediante los pulsadores estándar que existen en la

vivienda, teniendo en cuenta que existe la posibilidad que un pulsador puede controlar hasta dos acciones.

- Mando distancia, mediante infrarrojos nos permite controlar cualquier elemento (luces, persianas, riego, etc.) desde cualquier punto de la vivienda, ejemplo desde el sofá del comedor o desde el dormitorio.
- Pantalla táctil, este elemento de empotrar posibilita mediante una pantalla gráfica el control de todos los sistemas en la vivienda de manera muy intuitiva. Por ejemplo una escena de “home- cinema” donde todas las luces del comedor bajan el nivel de iluminación a 25%, se bajan las persianas, con tan solo un gesto.

EL control y visualización de persianas, climatización, iluminación, riego, intrusión, alarmas técnicas, otros, es posible desde uno o varios puntos de control.

También desde esta pantalla es posible realizar configuraciones básicas del sistema, sin necesidad de programación.

3.7.6 Elementos y módulos requeridos para automatizar los sistemas

Los elementos requeridos para el montaje de los sistemas mencionados anteriormente y posterior programación por parte del instalador asignado serán los siguientes:

- Módulo fuente de alimentación 100W.



Figura 3.7.6.1 - Módulo fuente de alimentación

Fuente de Alimentación 100W con tensión de salida 24V C.C con protección para sobrecarga y cortocircuito, para instalar en cuadro eléctrico.

Esquema de conexión y datos técnicos:

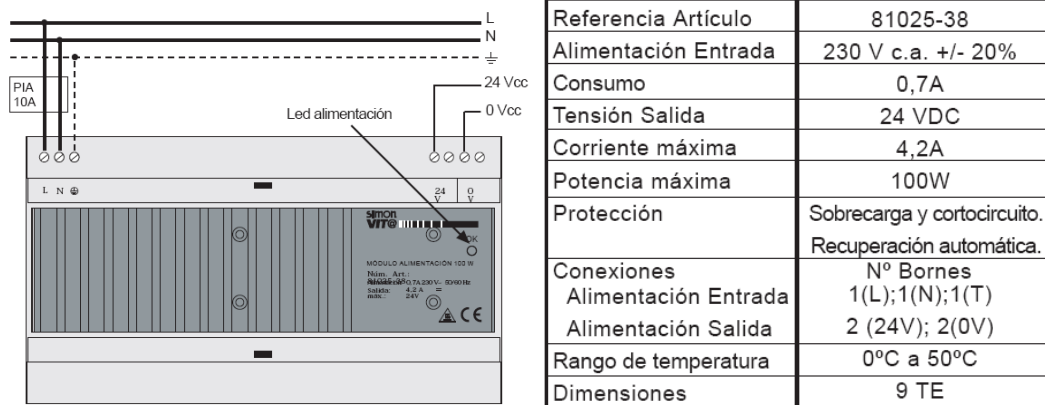


Figura 3.7.6.2 - Esquema de conexión y datos técnicos del módulo fuente de alimentación

- Módulo de entradas 24Vc.c.



Figura 3.7.6.3 - Módulo de entradas 24Vc.c.

Módulo de Entradas 24 Vcc para conexión de pulsadores, interruptores, detectores, termostatos, etc. Los dispositivos a conectar deben ser contactos libres de potencial. Conexión por cable de par trenzado a la red LON y alimentación de 24V.

Esquema de conexión y datos técnicos:

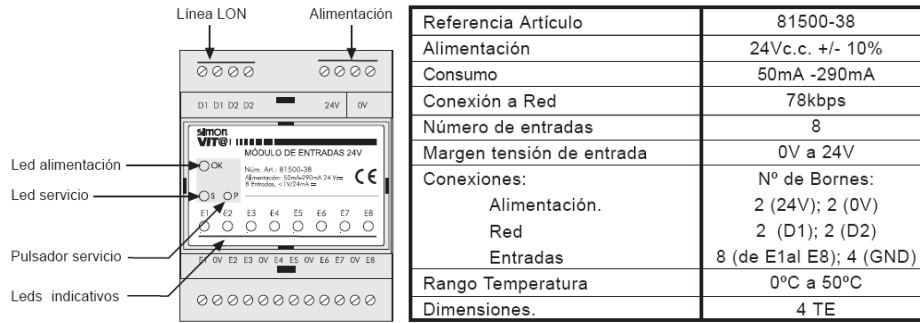


Figura 3.7.6.4 - Esquema de conexión y datos técnicos del módulo de entradas 24Vc.c.

▪ Módulo de salidas 24Vc.c.



Figura 3.7.6.5 - Módulo de salidas 24Vc.c.

Módulo de 6 salidas, con 4 relés de contacto y 2 relés con enclavamiento manual, para conexión de cargas de libre potencial para cargas inferiores o iguales a 6A. Conexión por cable de par trenzado a la red LON y alimentación 24V. Cortará la fase del circuito de carga ya protegida por su magnetotérmico del circuito correspondiente marcado por REBT.

Esquema de conexión y datos técnicos:

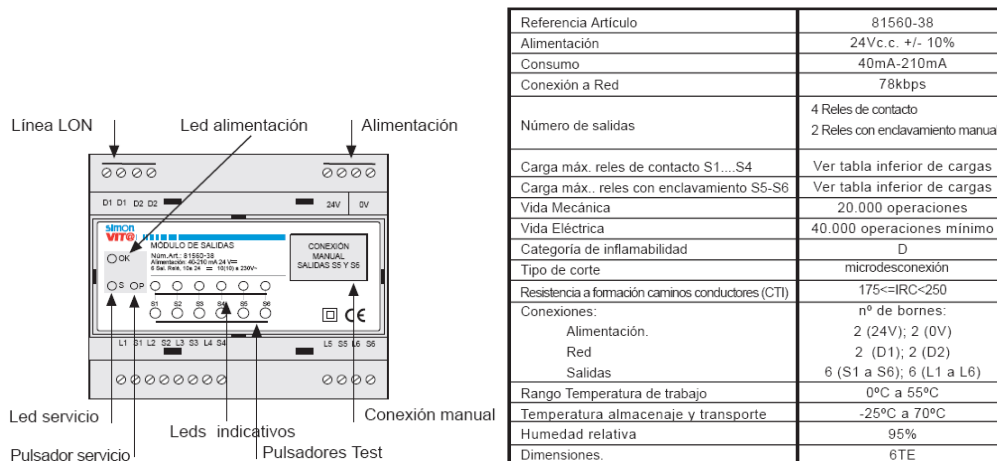


Figura 3.7.6.6 - Esquema de conexión y datos técnicos del módulo de salidas 24Vc.c.

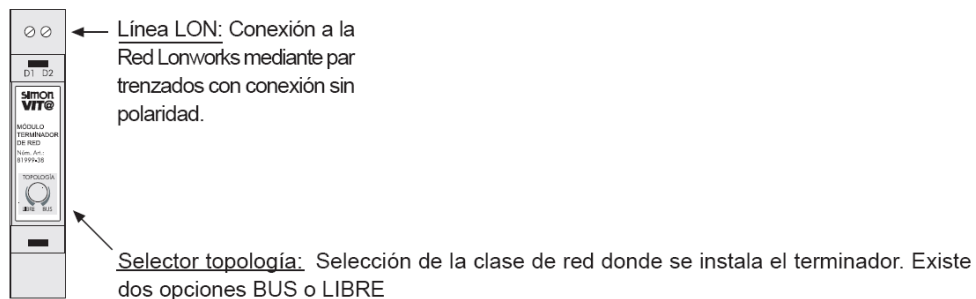
- Módulo terminador de red.



Figura 3.7.6.7 - Módulo terminador de red

Módulo terminador de red SimonVit@ que realiza la función de impedancia de final de Bus y se coloca al principio y al final del mismo en función de la topología escogida. Es un elemento imprescindible para cualquier instalación. Conexión por cable de par trenzado a la red LON.

Esquema de conexión y datos técnicos:



Referencia Artículo	81999-38
Conexión a red	78 Kbps
Terminación topología Bus	Conexión a extremos de red
Terminación topología Libre	Conexión a cualquier punto
Conexión a Red	n° de bornes: 1 (D1); 1 (D2)
Rango Temperatura	0°C a 50°C
Dimensiones.	1TE

Figura 3.7.6.8 - Esquema de conexión y datos técnicos del módulo terminador de red

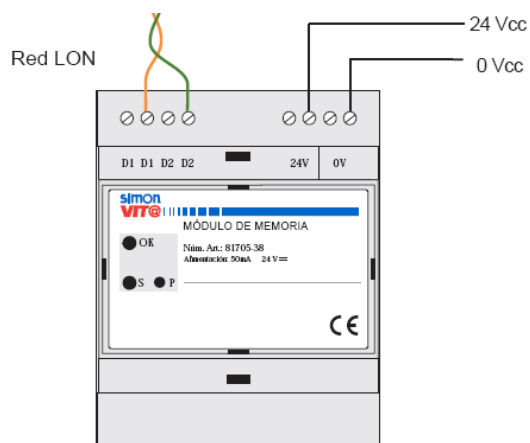
- Módulo memoria.



Figura 3.7.6.9 - Módulo memoria

Módulo de memoria del sistema domótico para poder realizar operaciones de gestión de recursos avanzadas en la instalación. Conexión por cable de par trenzado a la red LON. Dimensiones: 4 TE.

Esquema de conexión y datos técnicos:



Referencia Artículo	81705-38
Alimentación	24Vc.c. +/- 10%
Consumo	50mA
Conexión a Red	78kbps
Conexiones:	Nº de Bornes:
Alimentación.	2 (24V); 2 (0V)
Red	2 (D1); 2 (D2)
Rango Temperatura	0°C a 50°C
Dimensiones.	4 TE

Figura 3.7.6.10 - Esquema de conexión y datos técnicos del módulo memoria

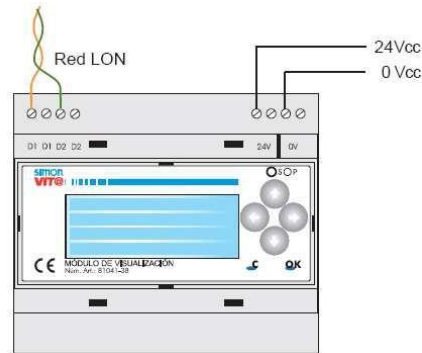
- Módulo de visualización empotrable.



Figura 3.7.6.11 - Módulo de visualización empotrable.

Módulo visualizador para control de estados de alarma, estado de funciones, temporizadores, en formato empotrable, con display LCD alfanumérico, 6 teclas. Conexión por cable de par trenzado a la red LON.

Esquema de conexión y datos técnicos:



Referencia Artículo	81041-38
Alimentación	24Vc.c. +/- 10%
Consumo	25mA - 140mA
Conexión a Red	78kbps
Display	LCD alfanumérico
nº de caracteres	4 líneas de 20 carácter/linea
Teclado	6 teclas
Conexiones:	Nº de Bornes:
Alimentación.	2 (24V); 2 (0V)
Red	2 (D1); 2 (D2)
Rango Temperatura	0°C a 50°C
Dimensiones.	6TE

Figura 3.7.6.12 - Esquema de conexión y datos técnicos del módulo de visualización empotrable.

- Módulo Dimmer universal.



Figura 3.7.6.13 - Módulo Dimmer universal

Módulo Dimmer Universal para regulación de circuitos de iluminación para

cualquier tipo de carga. Conexión por cable de par trenzado a la red LON y alimentación de trabajo de 24V. Cortará la fase del circuito de carga ya protegida por su magneto térmico del circuito correspondiente marcado por REBT

Esquema de conexión y datos técnicos:

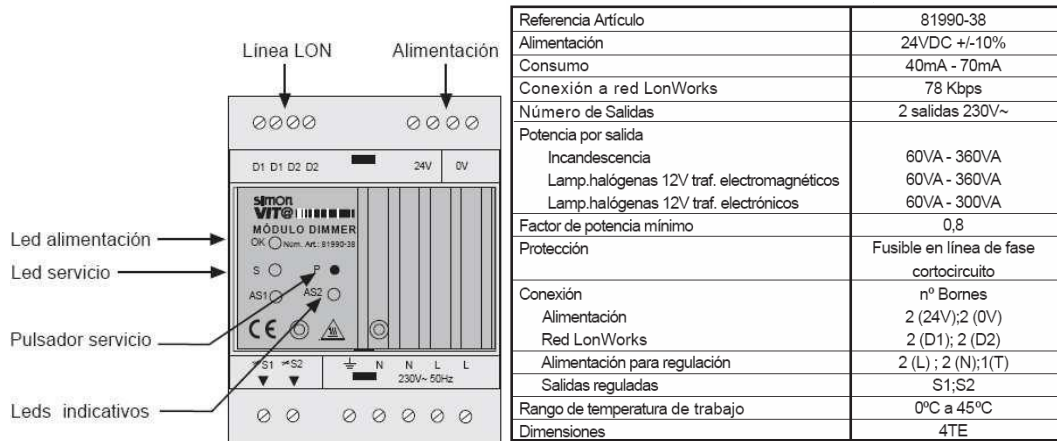


Figura 3.7.6.14 - Esquema de conexión y datos técnicos del módulo DIMMER universal

- Pantalla TFT.



Figura 3.7.6.15 - Pantalla TFT

Pantalla TFT de Superficie de 8" con marco exterior cristal plata para visualización y control general de iluminación, persianas, climatización, resolución 640x480. Conexión por cable de par trenzado a la red LON y alimentación a 24V.

Esquema de conexión y datos técnicos:

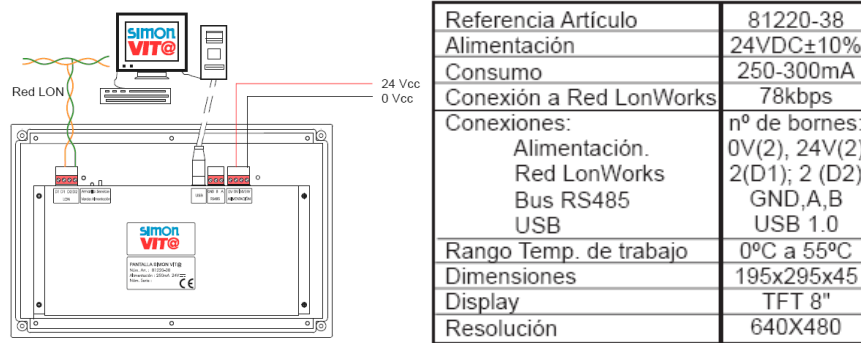


Figura 3.7.6.16 - Esquema de conexión y datos técnicos de la pantalla TFT

- Módulo receptor infrarrojos.



Figura 3.7.6.17 - Módulo receptor infrarrojos

Módulo Receptor IR, empotrable en caja universal. Este módulo permite que las órdenes que efectúa el mando a distancia sean interpretadas por el sistema, de acuerdo a la programación previamente realizada. Conexión por cable de par trenzado a la red LON y alimentación 24V.

Esquema de conexiones y datos técnicos:

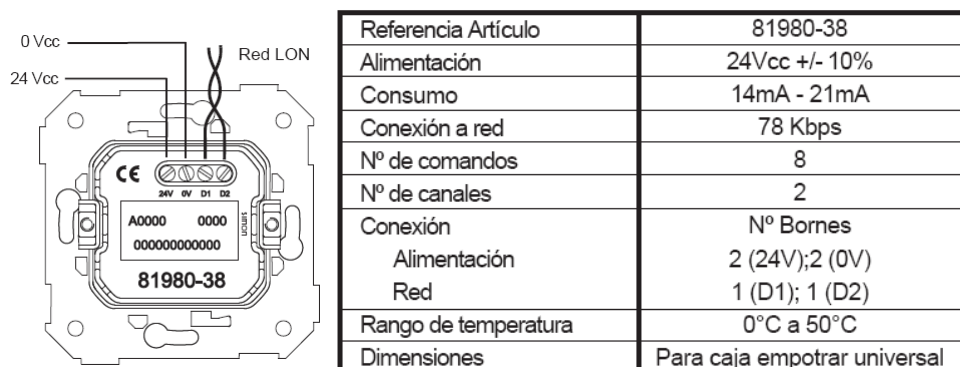


Figura 3.7.6.18 - Esquema de conexión y datos técnicos del módulo receptor infrarrojos

- Mando a distancia multimedia.



Figura 3.7.6.19 - Mando a distancia multimedia

Mando IR Multimedia permite el control de las funciones que se realizan en una estancia (iluminación, climatización, persianas, etc) y puede llegar a controlar hasta 7 dispositivos, incluyendo VCRs, DVD's, TV's, etc.)

Datos técnicos:

Referencia Artículo	81986-38
Alimentación	Baterías 3*1,5V
Tipo de batería	AAA (LR03)
Duración de la batería	Aprox. 2 años uso normal
Teclas de control	8
Número de canales	2
Alcance	8 metros

Figura 3.7.6.20 - Datos técnicos del mando a distancia multimedia

- Detector de humo óptico.



Figura 3.7.6.21 - Detector de humo óptico

Detector de humo óptico para detectar el humo que llega a la cámara del mismo. No detecta gas, calor o llama. Proporciona alarmas sonoras procedentes del

avisador acústico que lleva incorporado.

Esquema de conexión y datos técnicos:

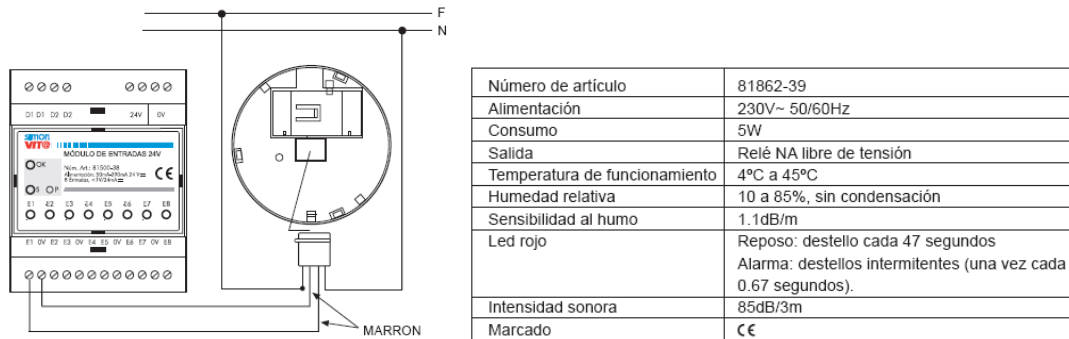


Figura 3.7.6.22 - Esquema de conexión y datos técnicos del detector de humo óptico

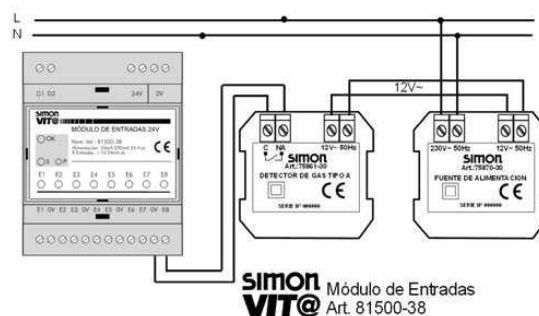
- Detector de gas empotrable.



Figura 3.7.6.23 - Detector de gas empotrable

Detector de gas diseñado según normativa UNE- EN 50194, permite detectar la presencia de gases tóxicos y explosivos, tales como: butano, propano, metano, gas ciudad, gas natural y otros. Instalación en caja de empotrar universal. Dispone de led de servicio (verde), led bicolor alarma/avería (rojo y ambar) y pulsador de Test. Necesita una fuente de alimentación.

Esquema de conexión y datos técnicos:



Número de artículo:	75861-30
Alimentación:	12V~ ±10% 50/60 Hz.
Corriente absorbida: En reposo	75 mA
En alarma	110 mA max.
Intensidad sonora de alarma:	85 dB (A) a 1m
Clasificación del detector:	Clase A.
Rango de temperatura de funcionamiento:	0 ~ 40°C
Rango de humedad de funcionamiento:	30 ~ 95%RH
Tiempo de caldeo del elemento sensible:	160 segundos, según UNE-EN 50194
Tiempo retardo confirmación alarma:	5 sg.
Tiempo de retardo de activación de la salida:	8 sg.
Vida Util del elemento sensible	8 años
Normas	UNE-EN 50194

Figura 3.7.6.24 - Esquema de conexión y datos técnicos del detector de gas empotrable

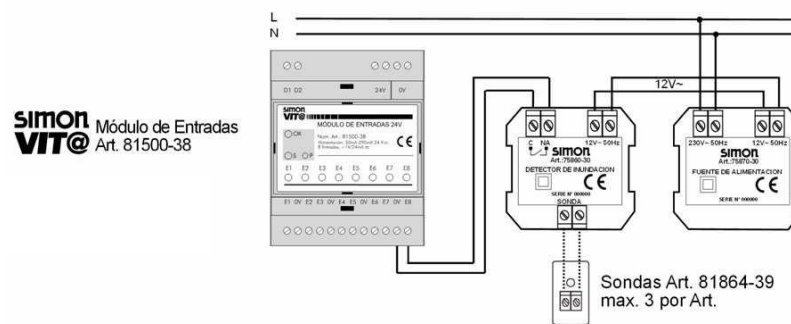
- Detector de agua empotrable



Figura 3.7.6.25 - Detector de agua empotrable

Detector de agua que detecta posibles inundaciones, junto con las correspondientes sondas. Instalación en caja de empotrar universal. Incluye una sonda de inundación. Se puede conectar hasta un máximo de 3 sondas. En caso de alarma dispone de led rojo y señal sonora, pudiendo comandar una electro válvula para el cierre automático del suministro de agua. Necesita una fuente de alimentación.

Esquema de conexión y datos técnicos:



Número de artículo:	75860-30
Alimentación:	12V~ ±10% 50/60 Hz.
Corriente absorbida:	En reposo 4 mA
	En alarma 45 mA max.
Intensidad sonora de alarma:	85 dB (A) a 1m
Rango de temperatura de funcionamiento:	0 ~ 40°C
Rango de humedad de funcionamiento:	30 ~ 95%RH
Tiempo retardo confirmación alarma:	5 sg.
Tiempo de retardo de activación de la salida:	8 sg.
Longitud máxima total cable de conexión:	50 metros
Cable de conexión de sonda:	2 hilos x 0,75mm ²
Número máximo de sondas:	3

Figura 3.7.6.26 - Esquema de conexión y datos técnicos del detector de agua empotrable

- Detector crepuscular.



Figura 3.7.6.27 - Detector crepuscular

Detector Crepuscular con alimentación a 24V c.c. desde la fuente, regulable de 5 a 100 lux con led indicador de contacto cerrado.

Datos técnicos:

Número de artículo	81850-39
Alimentación	24 Vc.c.
Campo de tolerancia	± 15%
Consumo propio	aprox. 0.6W
Contacto	1 contacto normalmente abierto
Corriente de conexión cos φ=1	10 A / 24Vc.c.
Ambito de graduación	5...100 Lux
Elemento captador	resistencia fotocaptora
Indicación del estado de conexión (no retardado)	led rojo
Retardo de conexión del relé	Aprox. 10...20 seg.
Temperatura de ambiente	-30...65° C
Temperatura de almacén	-40...70° C
Clase de protección	II según VDE 0631
Grado de protección	IP 54 según DIN 40050
Peso	Aprox. 150 g.

Figura 3.7.6.28 - Datos técnicos del detector crepuscular

- Módulo de 2E/2S.



Figura 3.7.6.29 - Módulo de 2E/2S

Módulo de 2 entradas y 2 salidas para manejo directo sobre doble pulsador, empotrable en caja universal. Se utiliza para dar pequeñas soluciones aisladas, descentralizadas para la gestión de la iluminación, gestión de persianas, intrusión, etc. Dispone de 2 salidas para 2 LED's indicadores de estado. Conexión por cable de par trenzado a la red LON.

Esquema de conexión y datos técnicos:

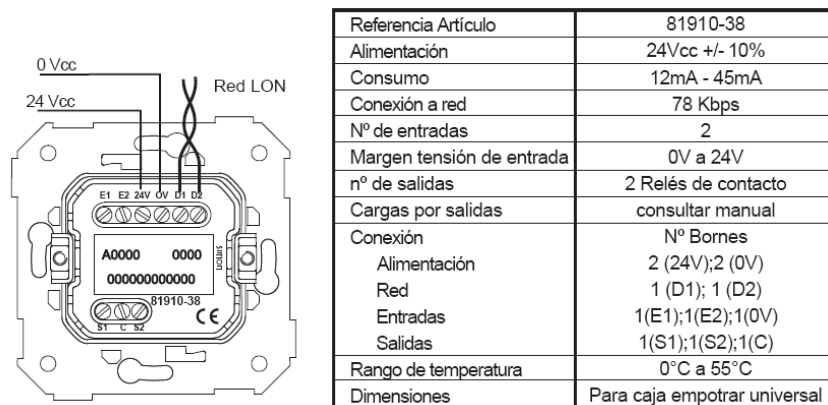


Figura 3.7.6.30 - Esquema de conexión y datos técnicos del módulo 2E/2S

- Electro-válvula de agua



Figura 3.7.6.31 - Electro-válvula de agua

Electro-válvula de agua normalmente abierta para el control de suministro de agua. Rearme automático. Conexión $R\frac{3}{4}$ " G, grado de protección IP65.

Esquema de conexiones y datos técnicos:

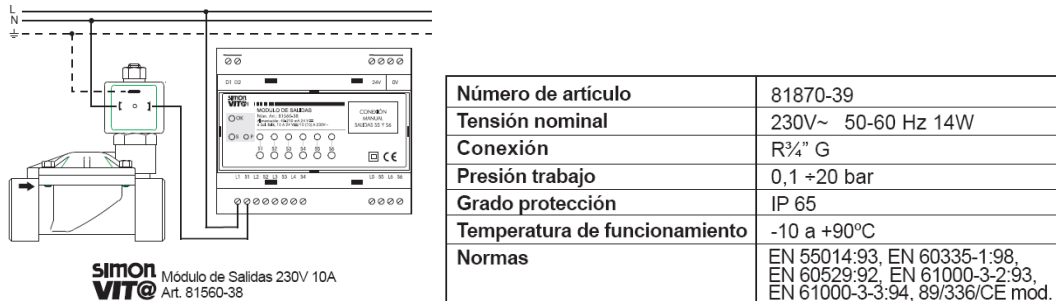


Figura 3.7.6.32 - Esquema de conexión y datos técnicos de la electro-válvula de agua

- Electro-válvula de gas.



Figura 3.7.6.33 - Electro-válvula de gas

Electro-válvula de gas normalmente para el control de suministro de gas. Rearme manual. Grado de protección IP54.

Esquema de conexiones:

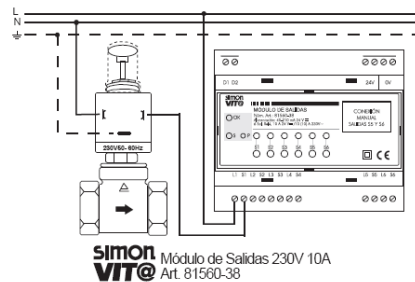


Figura 3.7.6.34 - Esquema de conexión de la electro-válvula de gas

**TÍTULO: INSTALACIONES PARA UNA VIVIENDA CON
MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
MEDIANTE EL USO DE LA DOMÓTICA Y ENERGÍAS
RENOVABLES**

PLANOS

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

FECHA: NOVIEMBRE DE 2014

AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

Fdo.: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

4. PLANOS

4.1 Plano de situación

4.2 Plano de situación parcelaria

4.3 Plano de emplazamiento

4.4 Plano de alzados y sección

4.5 Plano de distribución de la vivienda

4.6 Plano de acotación de la vivienda

4.7 Plano de alumbrado interior vivienda

4.8 Plano de alumbrado exterior vivienda

4.9 Plano de fuerza interior vivienda

4.10 Plano de fuerza exterior vivienda

4.11 Esquema unifilar de la instalación

4.12 Esquema instalación solar fotovoltaica

4.13 Esquema instalación solar térmica de A.C.S

4.14 Disposición del panel de la instalación solar térmica de A.C.S

4.15 Esquema instalación solar térmica Piscina

4.16 Disposición de los paneles de la instalación solar térmica Piscina

4.17 Plano de fontanería interior vivienda

4.18 Plano de fontanería exterior vivienda

4.19 Plano de aguas residuales interior vivienda

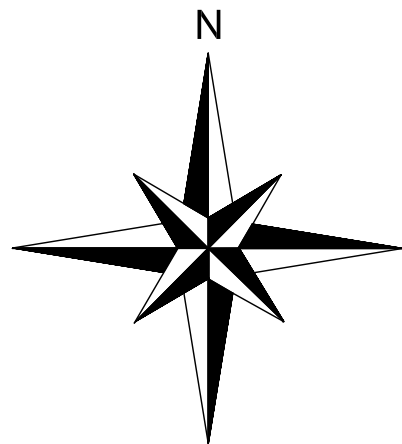
4.20 Plano de aguas residuales exterior vivienda

4.21 Plano de recogida de aguas pluviales

4.22 Plano de la instalación domótica



LEYENDA SITUACIÓN	
○	Ubicación parcela
○	Núcleos urbanos importantes cercanos



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUOLA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TFG Nº: 770G02A66

TÍTULO DEL TFG:

INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENERG. MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES

TÍTULO DEL PLANO:

SITUACIÓN

FECHA: NOVIEMBRE 2014

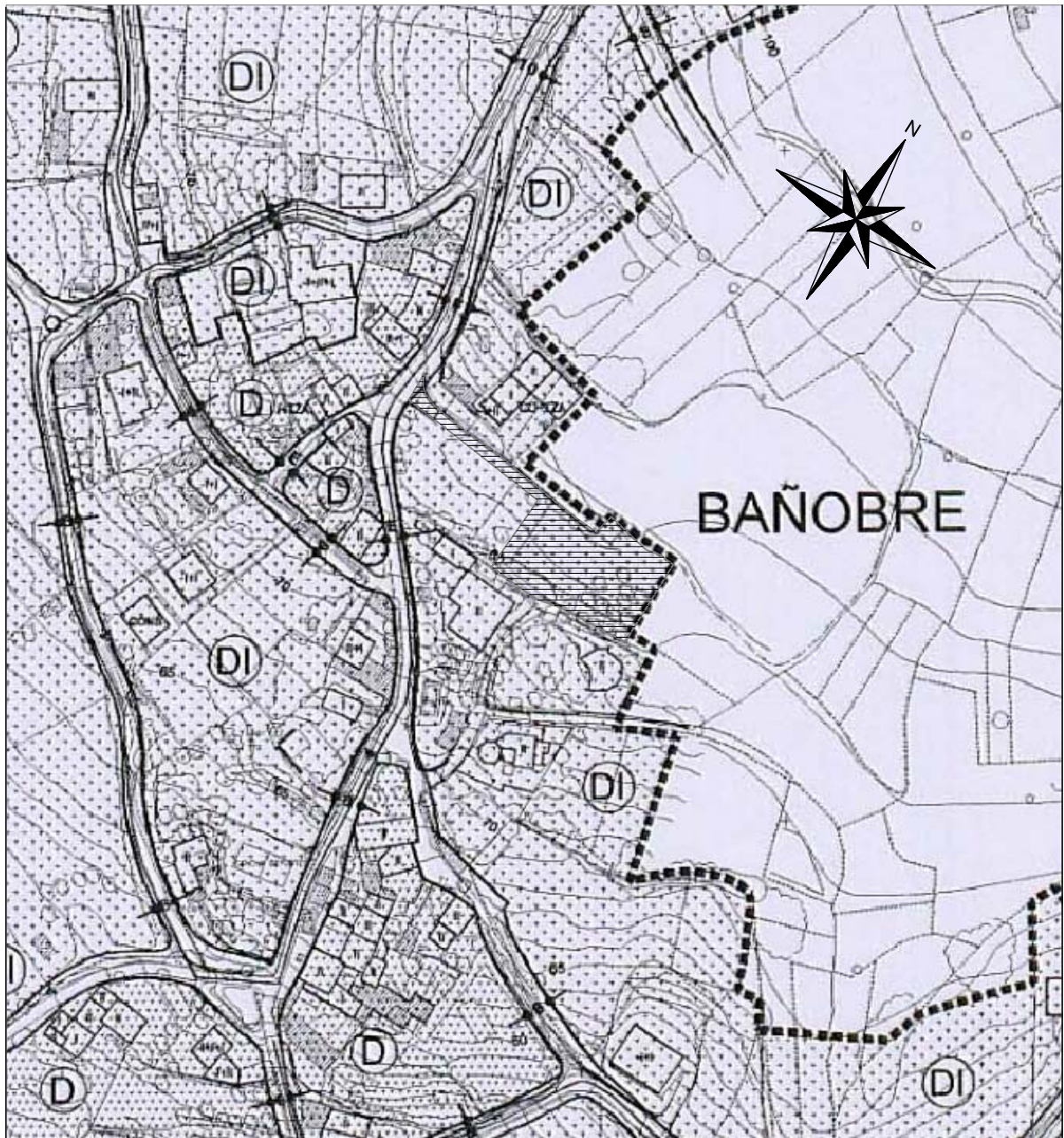
ESCALA: 1:20000

AUTOR:

FIRMA:

JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

PLANO Nº: 1



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TFG Nº: 770G02A66

TÍTULO DEL TFG:

INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERG. RENOVABLES

TÍTULO DEL PLANO:

SITUACIÓN PARCELARIA

FECHA: NOVIEMBRE 2014

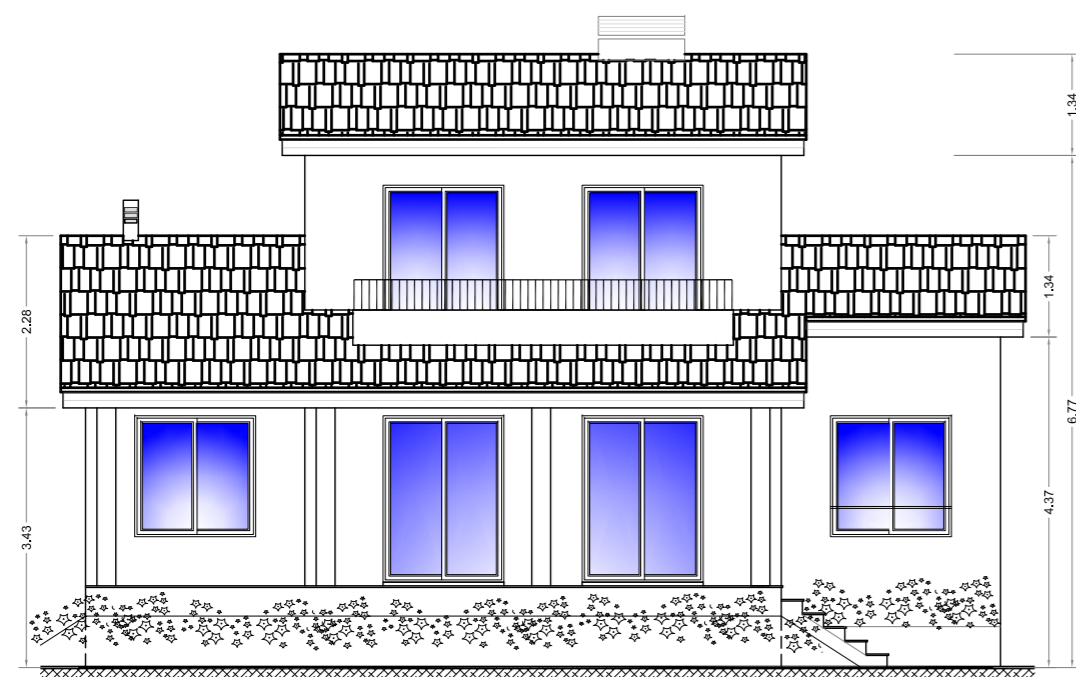
ESCALA: 1:1000

AUTOR:

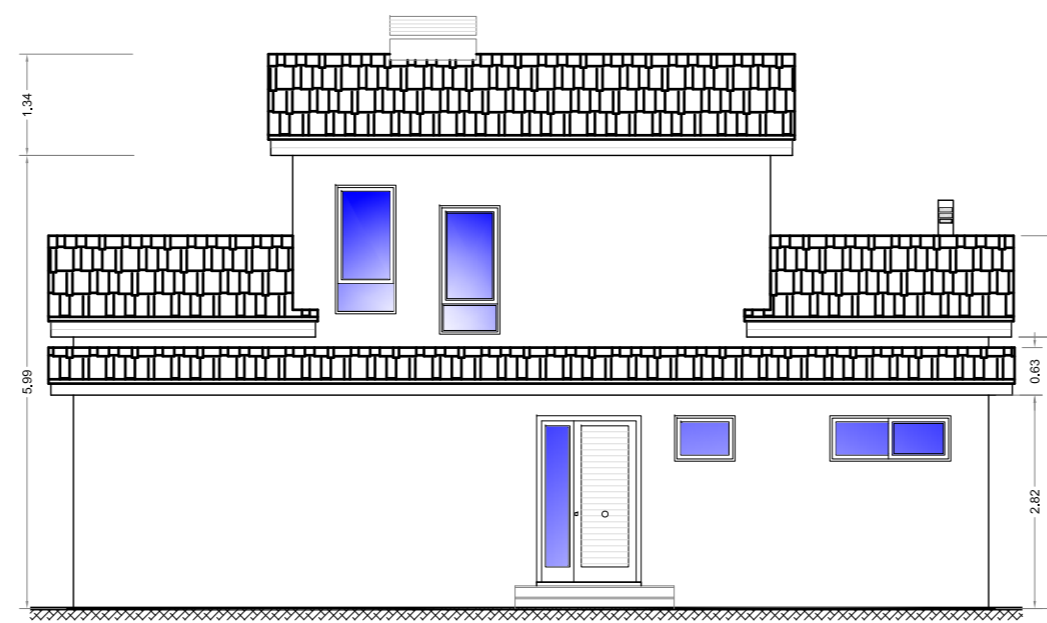
JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

FIRMA:

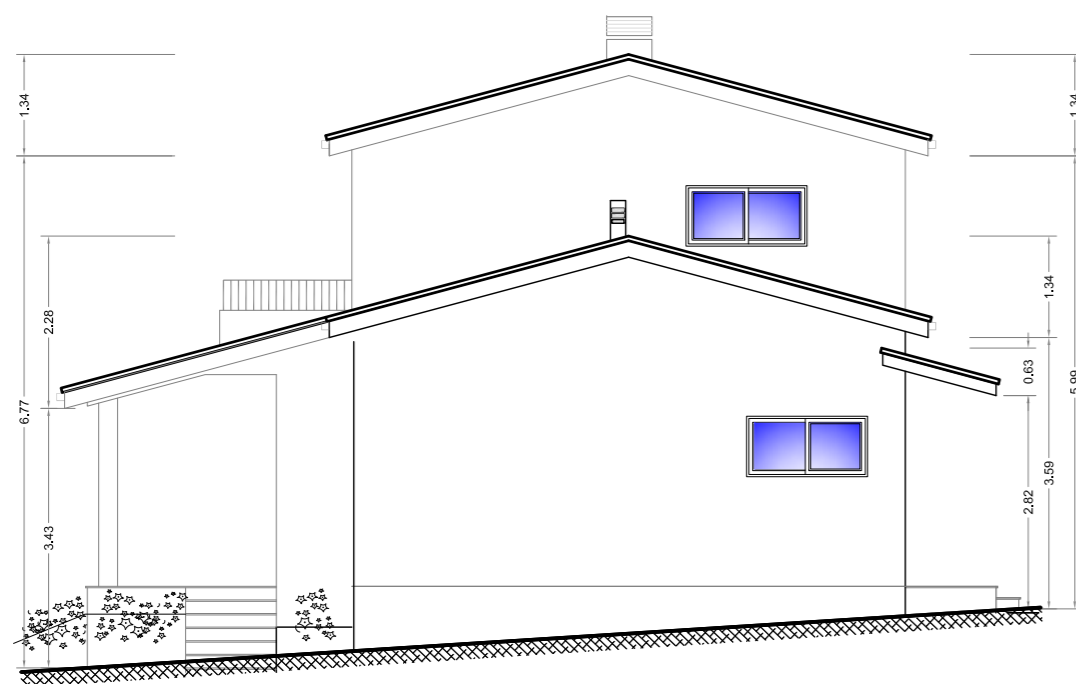
PLANO Nº: 2



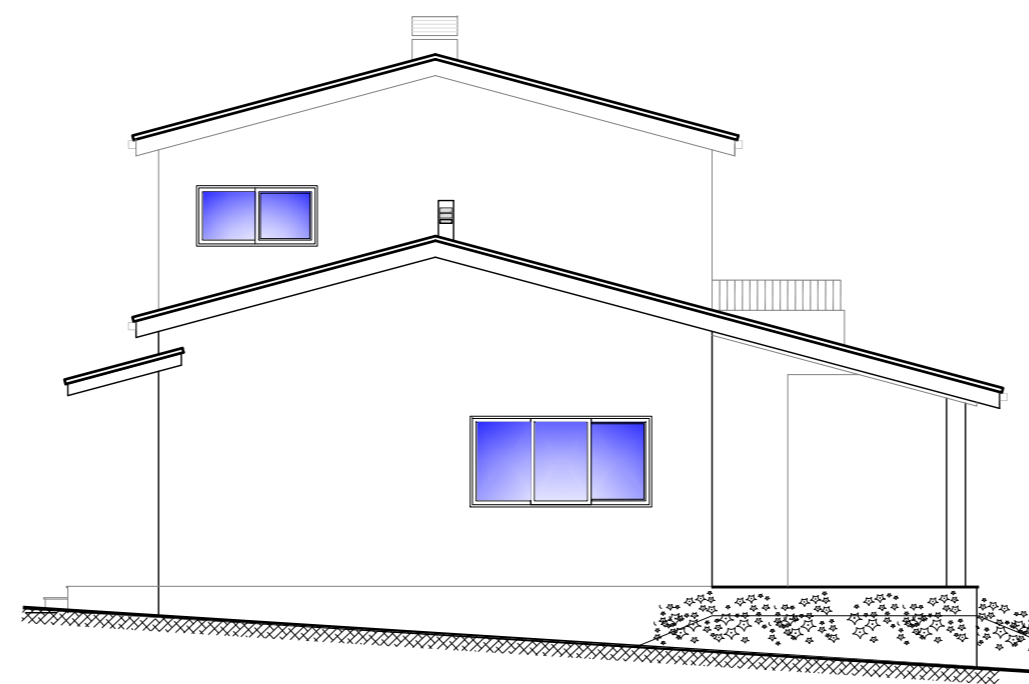
ALZADO SUR



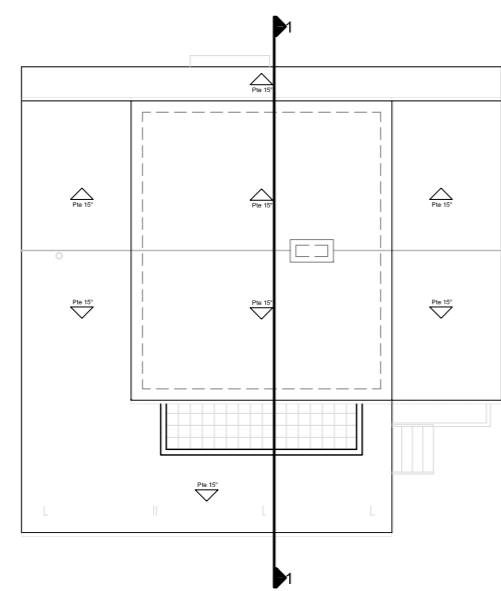
ALZADO NORTE



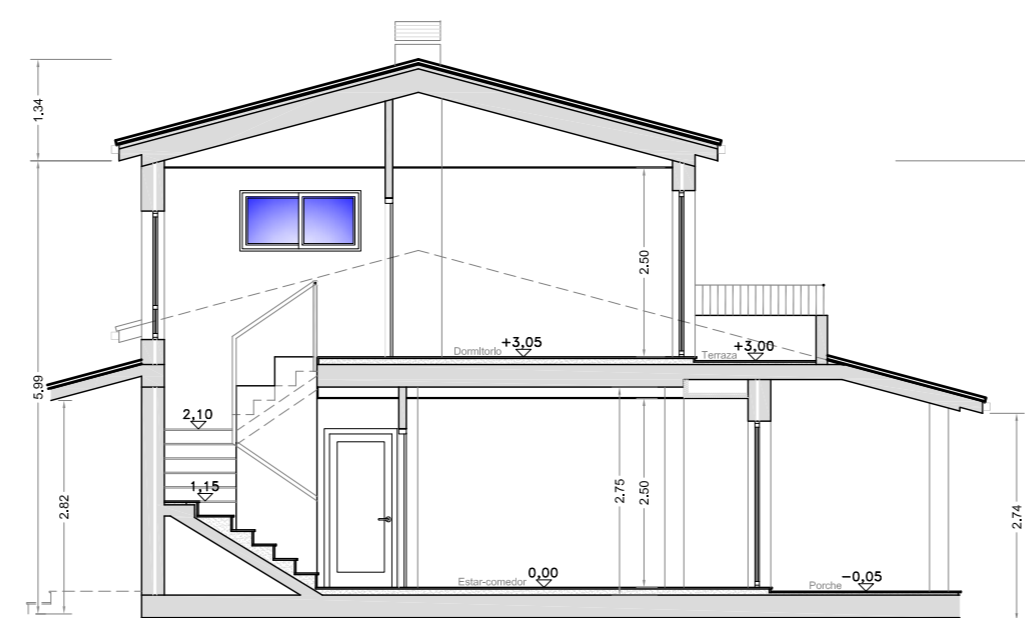
ALZADO ESTE



ALZADO OESTE

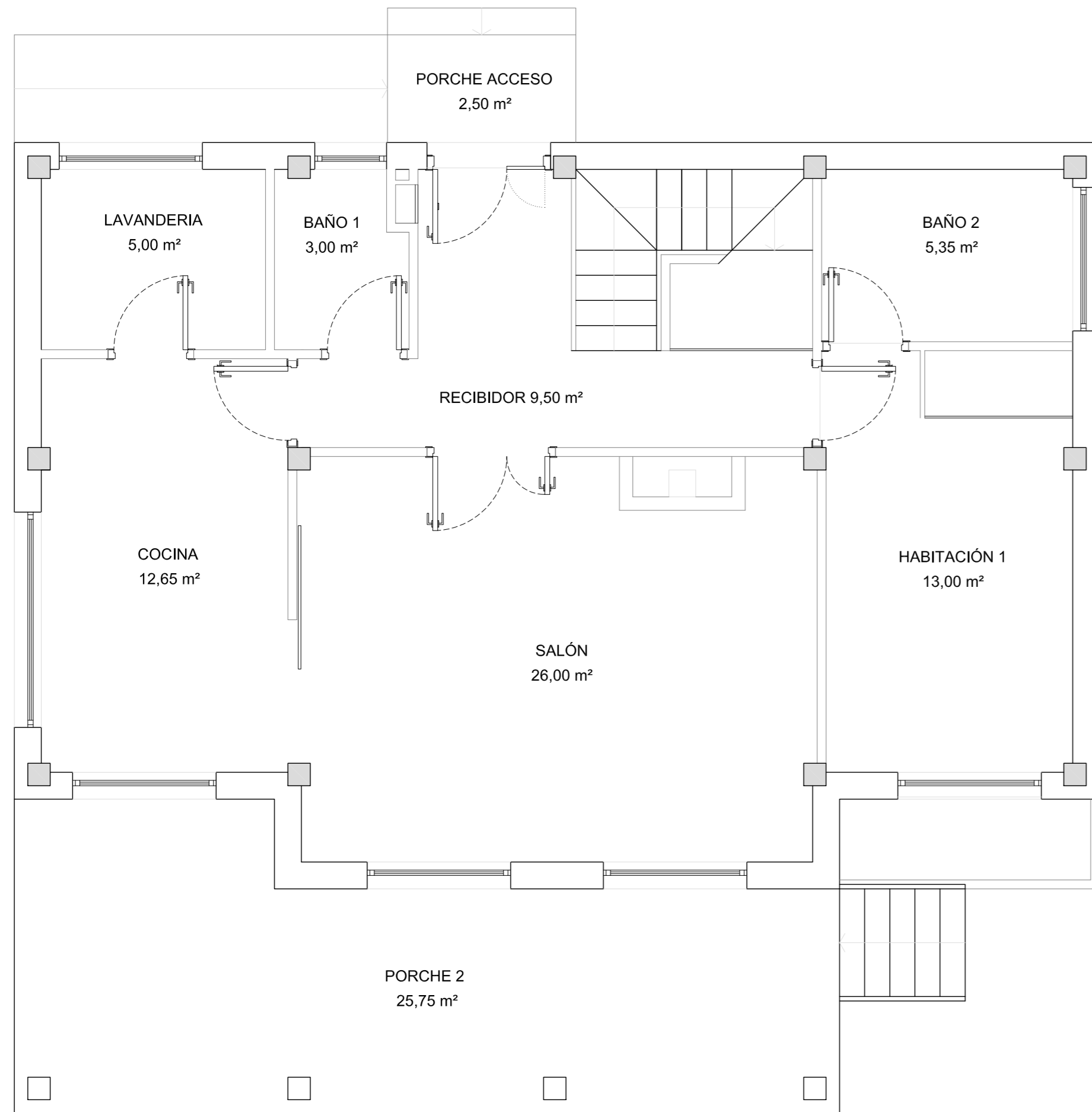


PLANTA DE CUBIERTAS

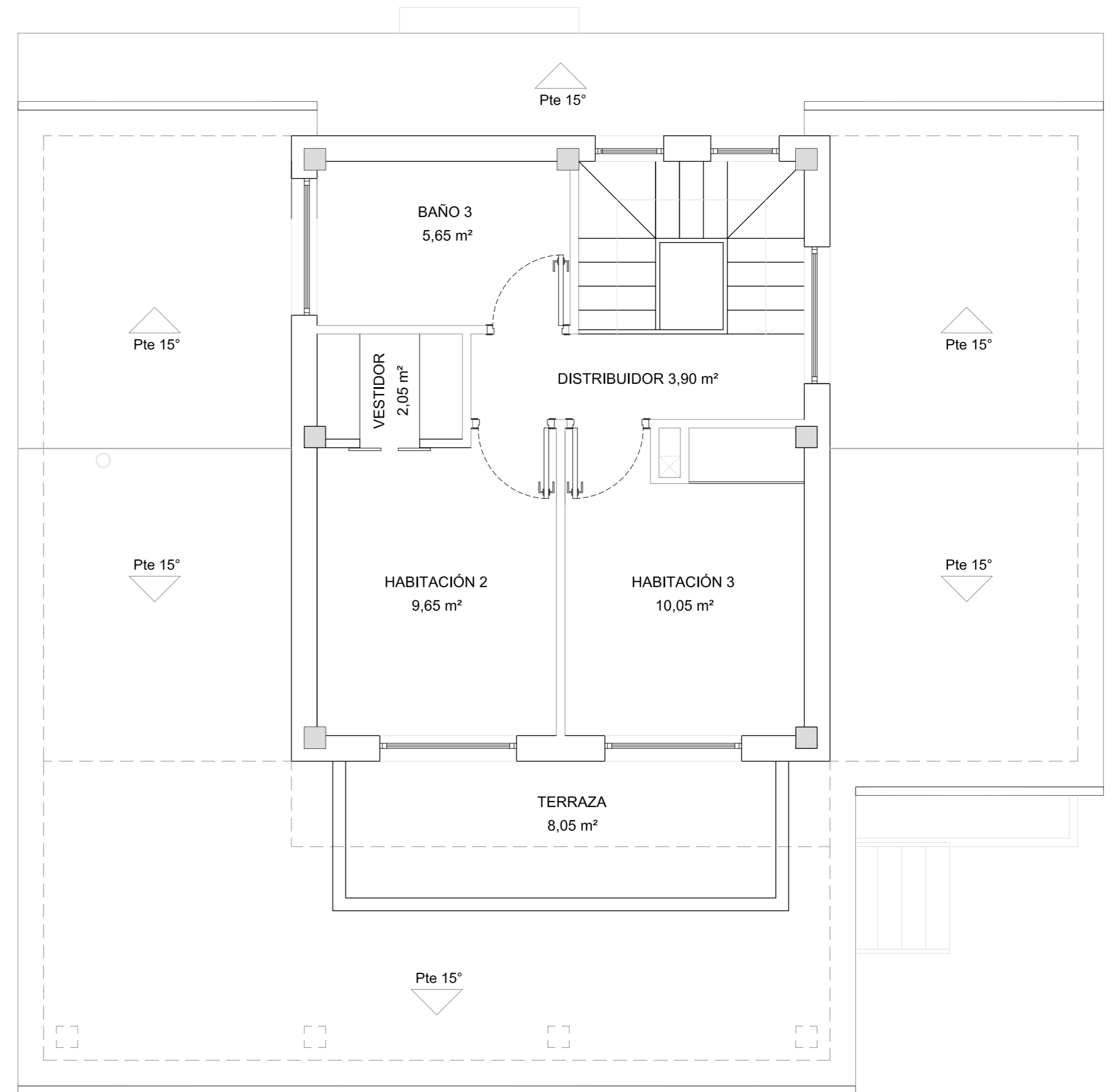


SECCIÓN


 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A66
TÍTULO DEL TFG: INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERG. RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO: ALZADOS Y SECCIÓN		FECHA: NOVIEMBRE 2014 ESCALA: 1:100
AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA	FIRMA:	PLANO Nº: 4

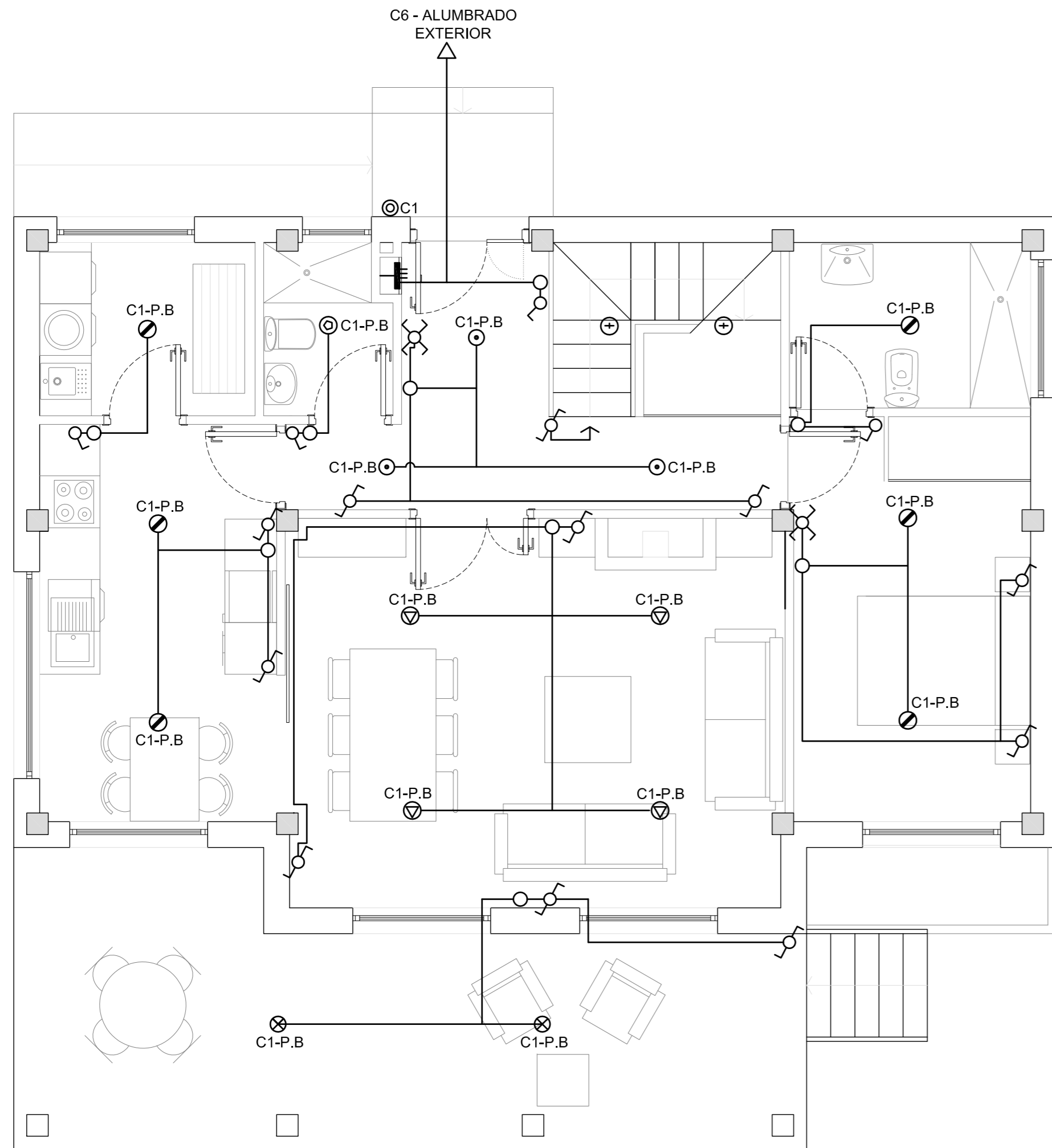


PLANTA BAJA

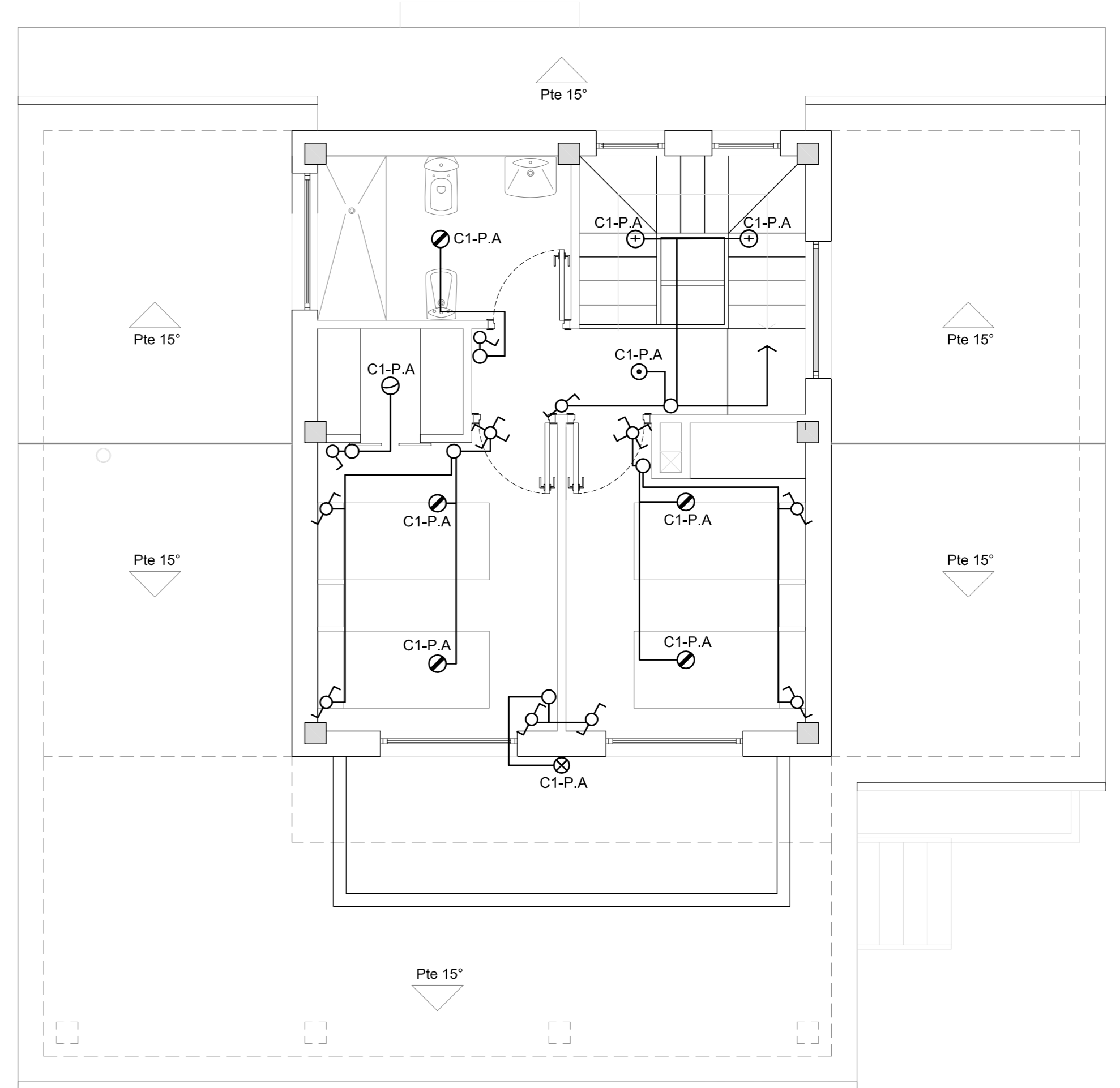


PLANTA ALTA

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A66
TÍTULO DEL TFG:		
INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERG. RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: NOVIEMBRE 2014
DISTRIBUCIÓN VIVIENDA		ESCALA: 1:50
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 5
JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA		




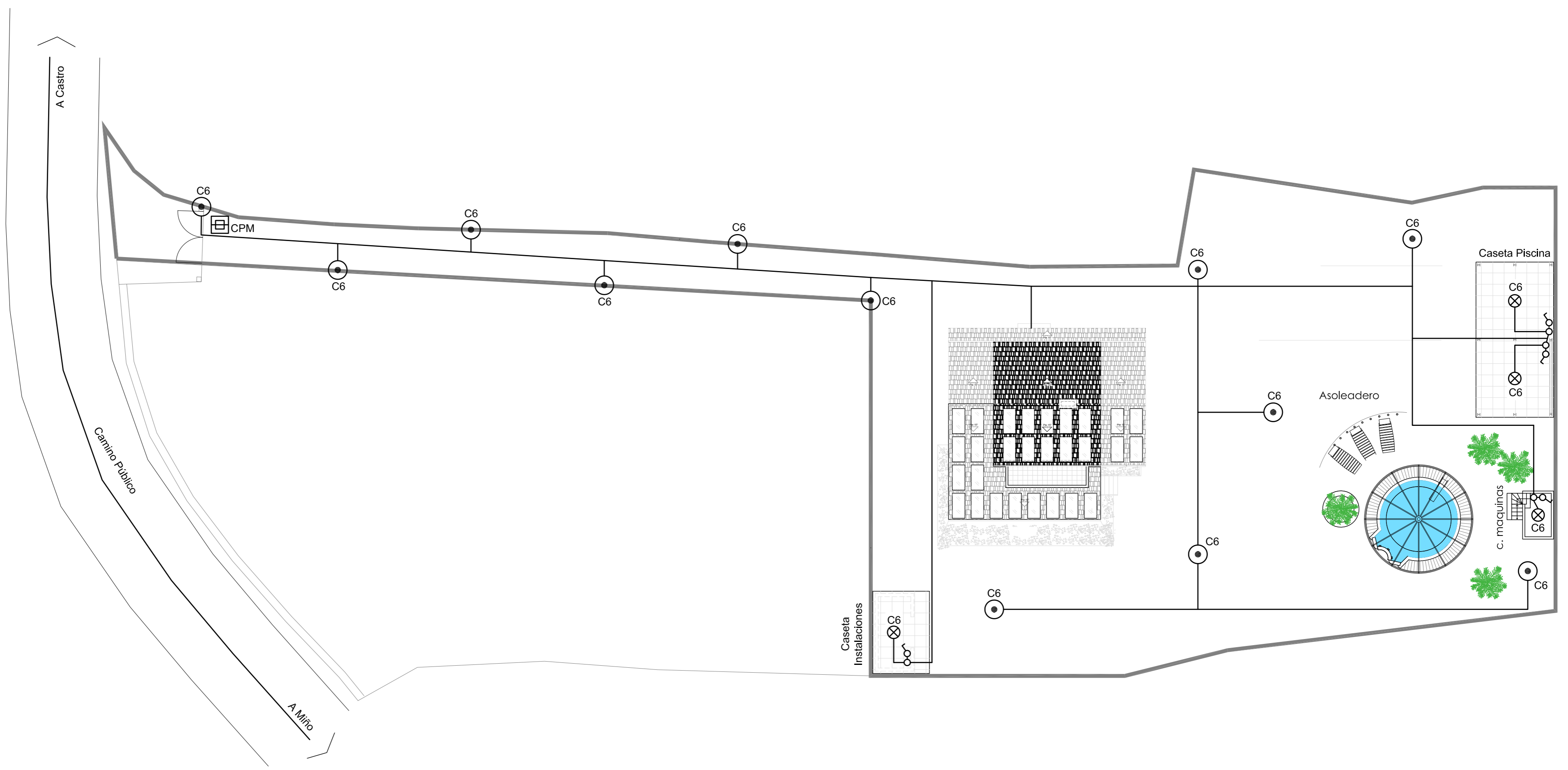
PLANTA BAJA



PLANTA ALTA


LEYENDA ALUMBRADO			
⊗	Luminaria Philips DN470B 1xLED20S/830 C	○	Caja de distribución
⊖	Luminaria Philips BBS470 1xLED - 3000 C	⊕	Interruptor monopolar empotrado
⊙	Luminaria Philips DN450B IP44 1xDLM1100/840	⊗	Conmutador empotrado
⊕	Luminaria Philips BBG390 4xLED6-40-/840 IP54	⊗	Conmutador de cruce empotrado
⊙	Luminaria Philips DN570C 1xLED12S/840 C PG	⊙	Pulsador empotrado timbre
⊖	Luminaria Philips RS551B 1xLED39S/827 VWB GC	C1-P.B	Cto alumbrado planta baja 2 x (1x1,5mm²) + TT Ø20
⊗	Luminaria Philips WL 120 LED 16S/830	C1-P.A	Cto alumbrado planta alta 2 x (1x1,5mm²) + TT Ø20
—	Cuadro general de protección		

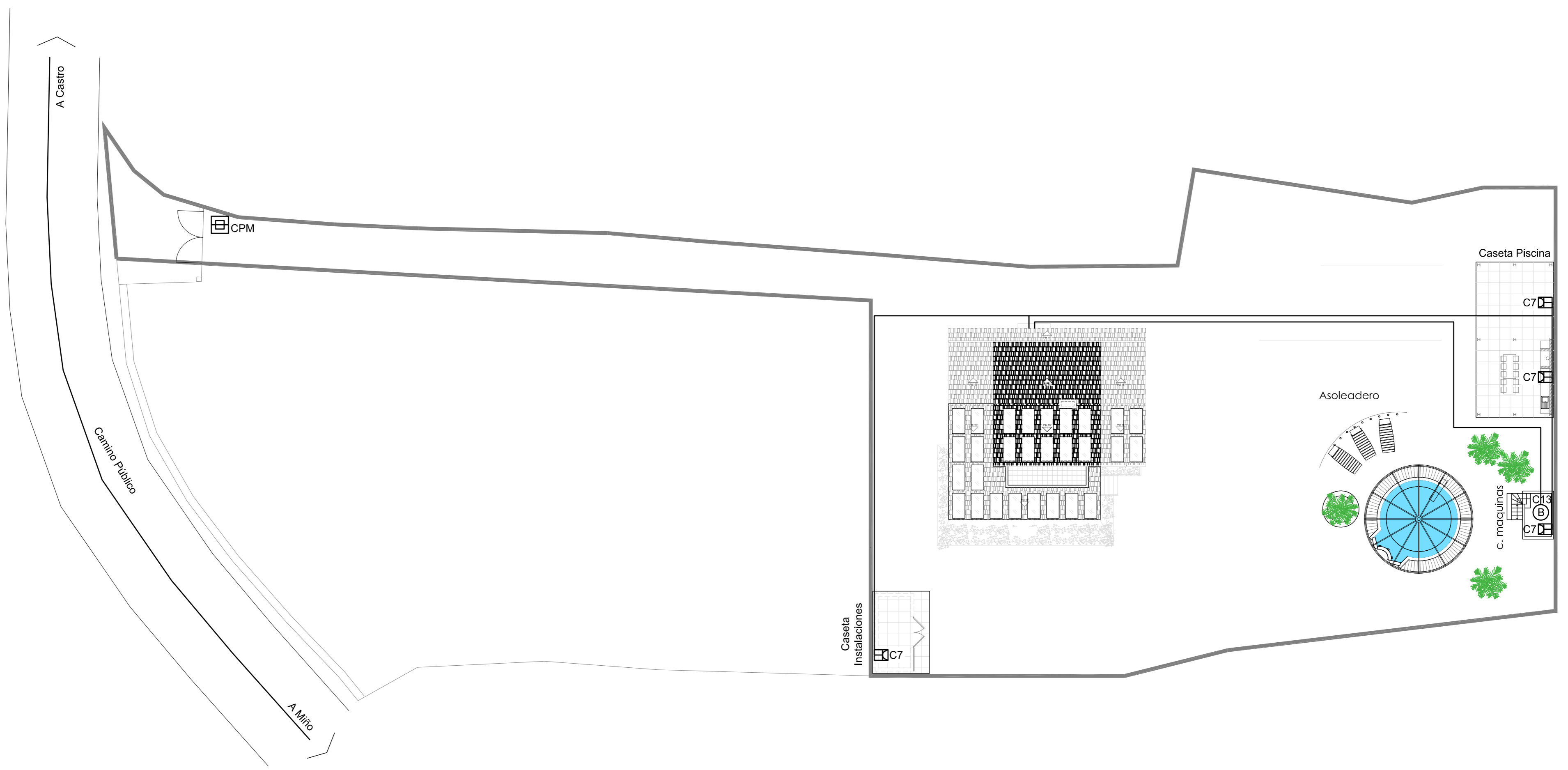
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A66
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERG. RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: NOVIEMBRE 2014
ALUMBRADO INTERIOR VIVIENDA		ESCALA: 1:50
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 7
JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA		



LUGAR DE BAÑOBRE. MIÑO.

LEYENDA ALUMBRADO EXTERIOR	
●	Luminaria Ext. Philips BDP100 GRN15-/830 DW
⊗	Luminaria Philips WL120 LED 16S/830
○	Caja de distribución
⏏	Interruptor monopolar empotrado
⊞	Caja general de protección y medida
C6	Cto alumbrado exterior 2 x (1x6mm ²) + TT Ø50

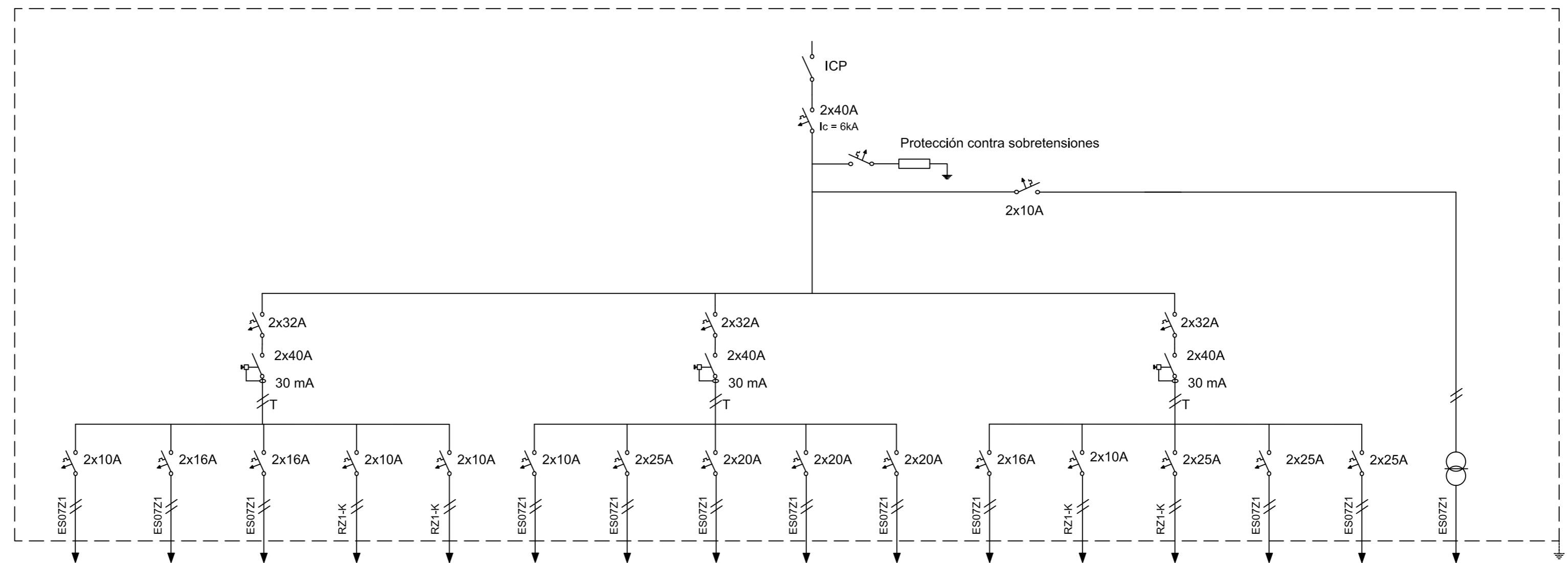
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A66
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERG. RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: NOVIEMBRE 2014
ALUMBRADO EXTERIOR VIVIENDA		ESCALA: 1:200
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 8
JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA		



LUGAR DE BAÑOBRE. MIÑO.

LEYENDA FUERZA EXTERIOR	
	Base de enchufe estanca 16A 2P + T
	Bomba piscina 1,5KW
	Caja general de protección y medida
	Cto. Tomas uso general exterior 2 x (1x6mm²) + TT Ø50

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A66
TÍTULO DEL TFG: INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERG. RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO: FUERZA EXTERIOR VIVIENDA		FECHA: NOVIEMBRE 2014
AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA	FIRMA:	ESCALA: 1:200
		PLANO Nº: 10

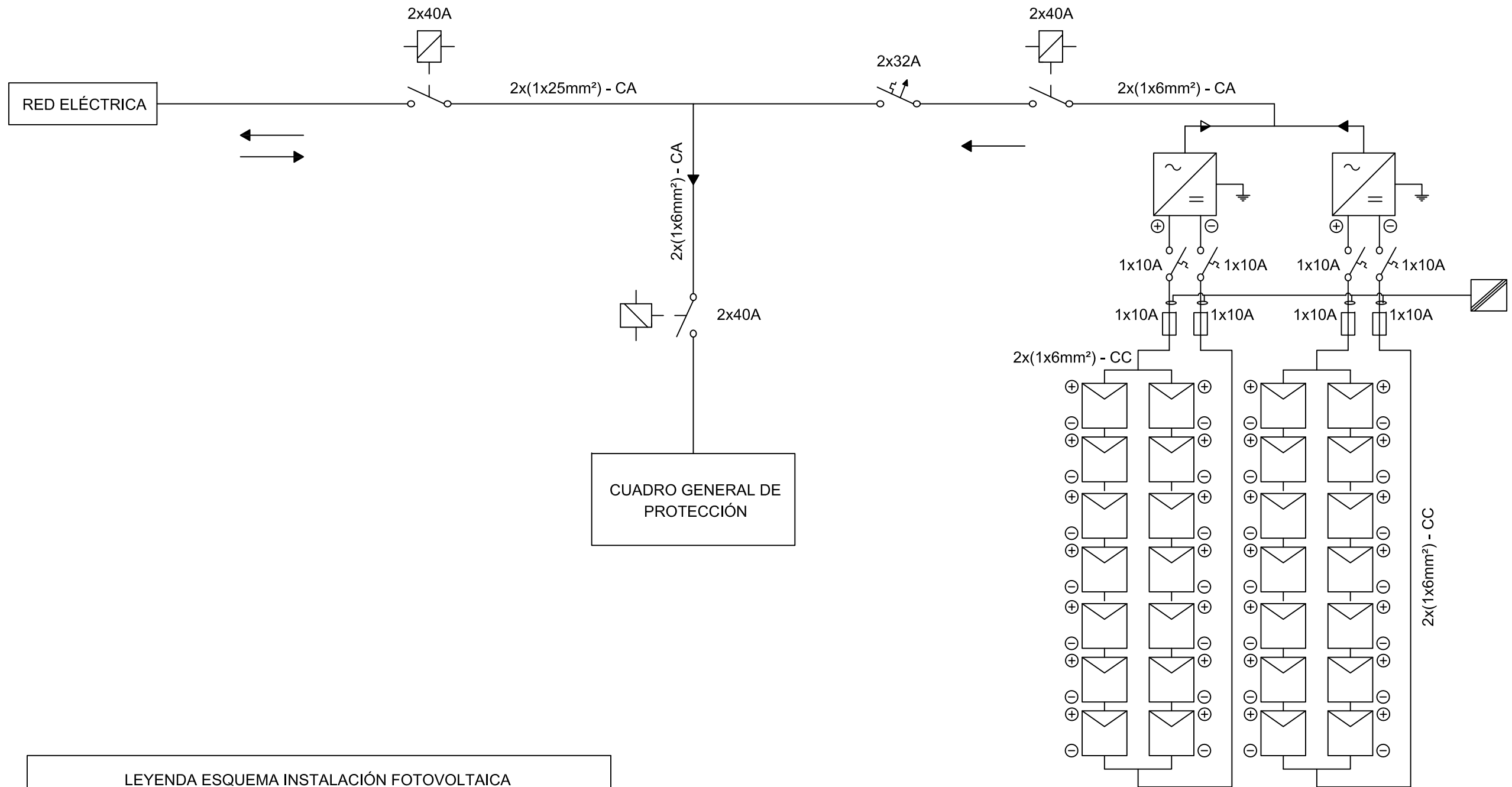


Circuitos	C1-P.B Aluminado Planta Baja	C2 Tomas de Uso General (Interior)	C10 Secadora	C12 Bomba Pluviales	C13 Bomba Piscina	C1-P.A Aluminado Planta Alta	C3 Cocina y horno	C4-LA Lavadora	C4-LV Lavavajilla	C4-T Termo	C5 Baño, Cuarto de Cocina	C6 Aluminado Exterior	C7 Tomas de Uso General (Exterior)	C8 Calefacción	C9 Aire acondicionado	C11 Domótica
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x1,5mm ²)+TT	2x(1x2,5mm ²)+TT	2x(1x2,5mm ²)+TT	2x(1x6mm ²)+TT	2x(1x6mm ²)+TT	2x(1x1,5mm ²)+TT	2x(1x6mm ²)+TT	2x(1x4mm ²)+TT	2x(1x4mm ²)+TT	2x(1x4mm ²)+TT	2x(1x4mm ²)+TT	2x(1x6mm ²)+TT	2x(1x6mm ²)+TT	2x(1x6mm ²)+TT	2x(1x6mm ²)+TT	2x(1x1,5mm ²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	50 mm	50 mm	20 mm	25 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	50 mm	50 mm	25 mm	25 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	13 A	17,50 A	17,50 A	36 A	36 A	13 A	30 A	23 A	23 A	23 A	23 A	36 A	36 A	30 A	30 A	13 A
INTENSIDAD NOMINAL	5,54 A	12,75 A	11,25 A	4,00 A	5,98 A	3,26 A	8,81 A	7,43 A	7,43 A	7,43 A	16 A	5,22 A	3,00 A	25 A	25 A	10 A
POTENCIA	1,27 Kw	2,93 Kw	2,59 Kw	0,92 Kw	1,38 Kw	0,75 Kw	2,03 Kw	1,71 Kw	1,71 Kw	1,71 Kw	4,14 Kw	1,20 Kw	0,69 Kw	5,75 Kw	5,75 Kw	2,30 Kw
INTENSIDAD DE CORTO	4138,55 A	4138,55 A	4138,55 A	4138,55 A	4138,55 A	4138,55 A	4138,55 A	4138,55 A	4138,55 A	4138,55 A	4138,55 A	4138,55 A	4138,55 A	4138,55 A	4138,55 A	4138,55 A
CAIDA DE TENSIÓN	1,38 %	2,38 %	1,01 %	0,08 %	0,80 %	1,02 %	0,28 %	0,35 %	0,35 %	0,32 %	2,10 %	1,01 %	0,47 %			
LONGITUD DE LA LÍNEA	20 m	25 m	12 m	6 m	43 m	25 m	10 m	10 m	10 m	9 m	25 m	62 m	50 m			

LEYENDA	
	P.I.A. Pequeño Interruptor Automático
	I.D. Interruptor Diferencial
	T.T. Trafo de tension 230V / 24V
	Puesta a Tierra

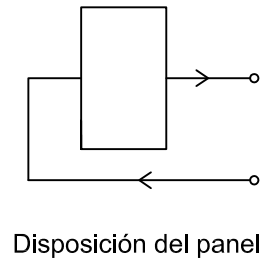
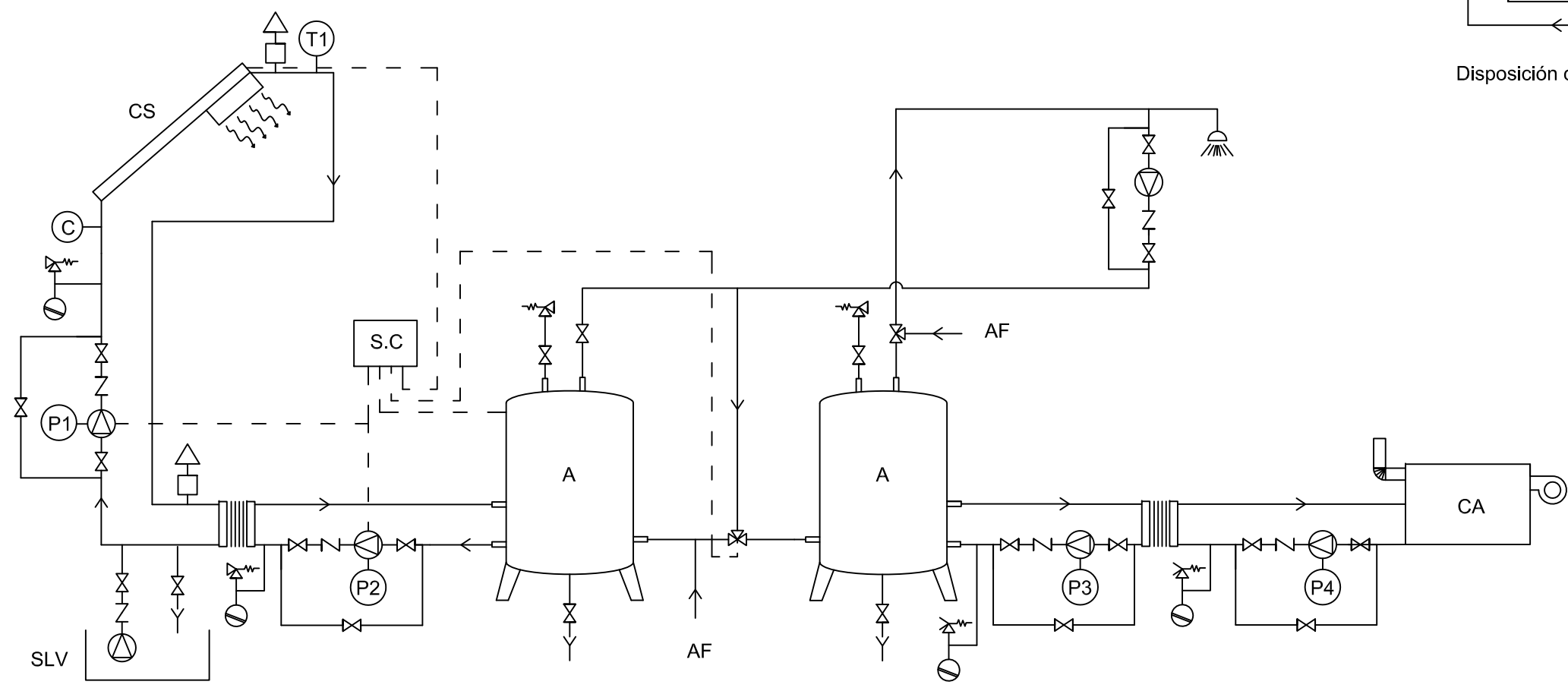
NOTA: Todos los elementos con curva tipo C

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A66
TÍTULO DEL TFG:		
INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERG. RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: NOVIEMBRE 2014
ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN		ESCALA: S/E
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 11
JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA		



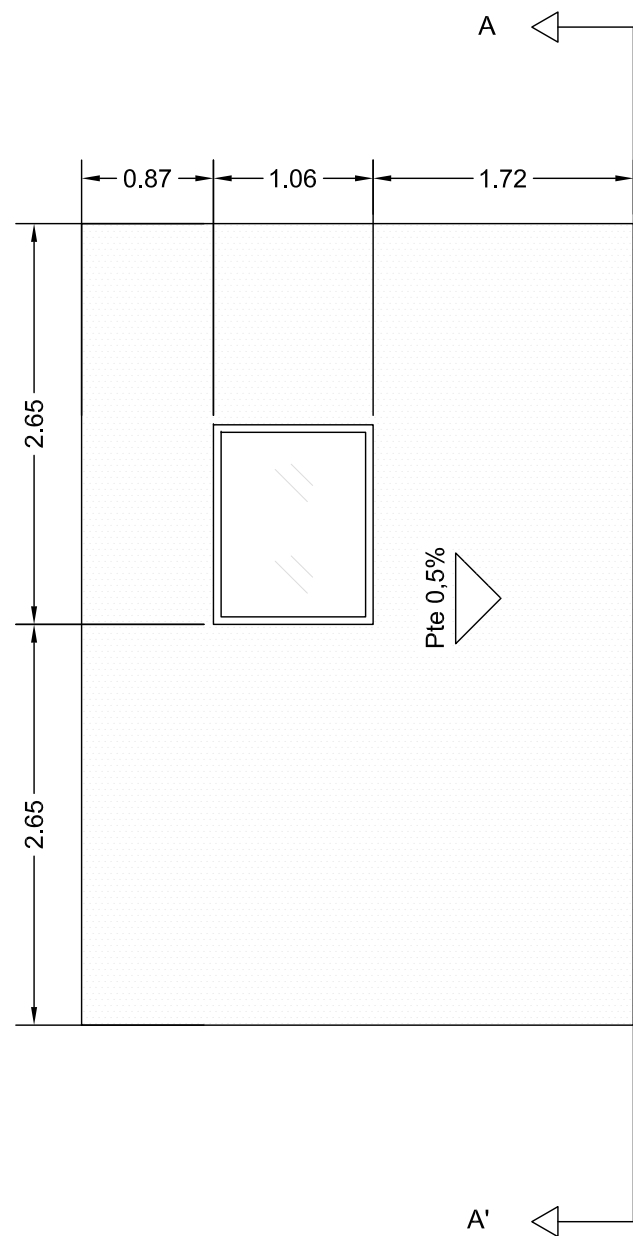
LEYENDA ESQUEMA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	
	Módulo fotovoltaico 200W
	Inversor 3000W C.C.-C.A monofásico
	Detector de pérdida de aislamiento
	Contactador monofásico
	P.I.A Pequeño interruptor automático magnetotérmico monofásico
	P.I.A Pequeño interruptor automático térmico monofásico
	Fusible unipolar

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A66
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERG. RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: NOVIEMBRE 2014
ESQUEMA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA		ESCALA: S/E
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 12
JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA		

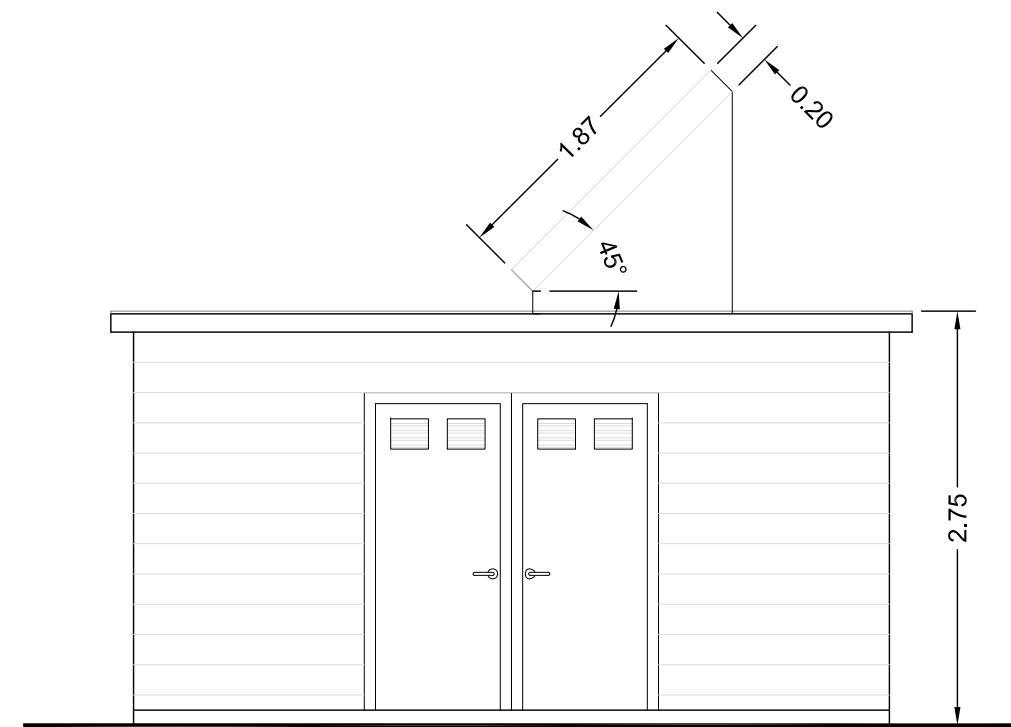


	Purgador	(C)	Caudalímetro
	Bomba	(P)	Sonda de presión
	Válvula de corte	(T)	Sonda de temperatura
	Válvula antiretorno	CS	Colectores solares
	Válvula de seguridad	A	Acumulador de 200L
	Válvula de vaciado	CA	Caldera de apoyo
	Vaso de expansión	AF	Agua fría
	Intercambiador de placas	SLV	Sistema de llenado - vaciado
	Disipador de calor		Válvula de tres vías
	Sistema de control		


UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A66
TÍTULO DEL TFG: INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERG. RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA INSTALACIÓN SOLAR TERMICA A.C.S		FECHA: NOVIEMBRE 2014
AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA		ESCALA: S/E
FIRMA:		PLANO Nº: 13

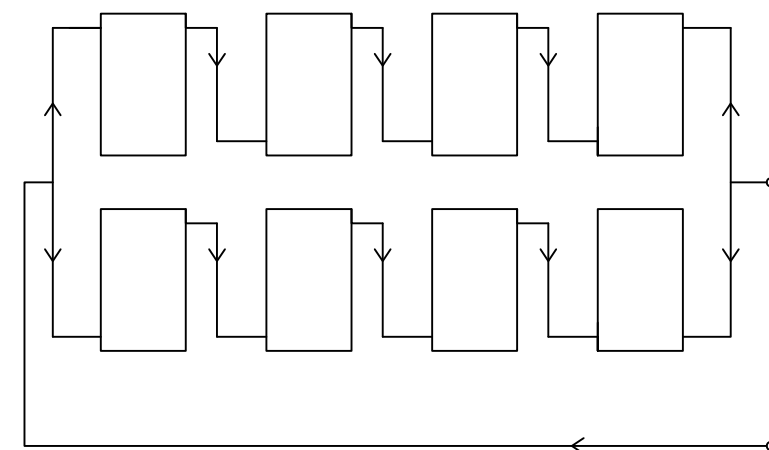
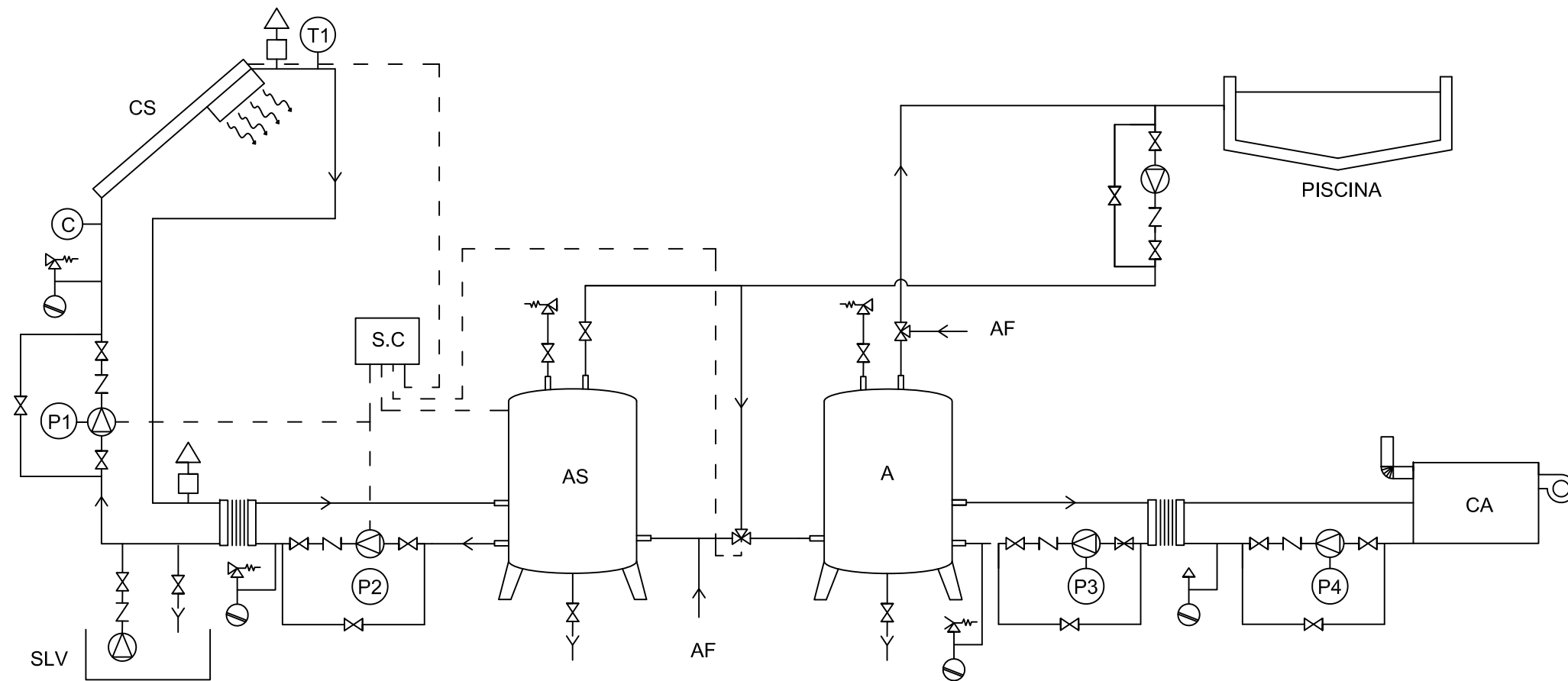


PLANTA CUBIERTA CASETA INSTALACIONES



ALZADO A - A'

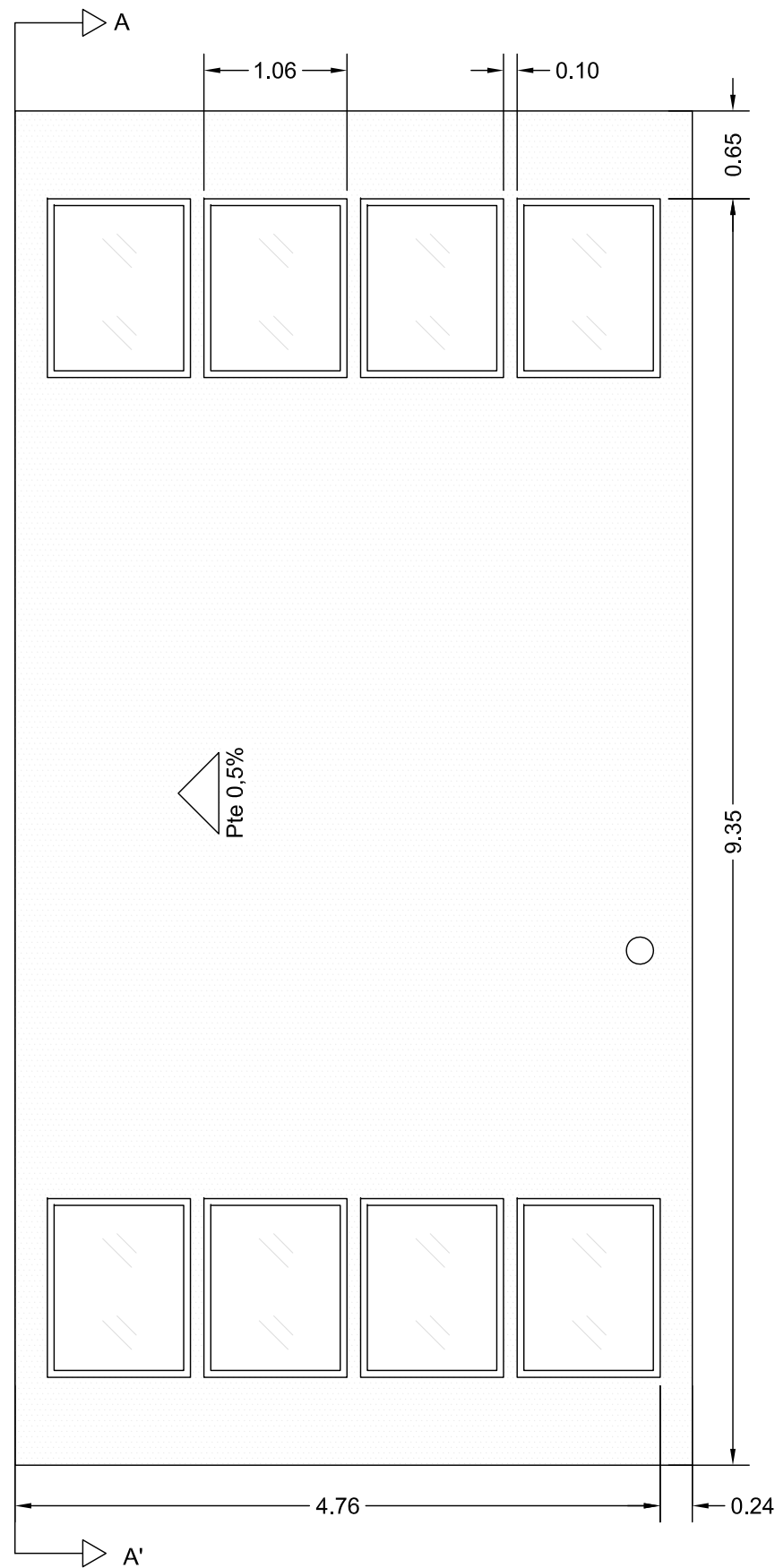
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A66
TÍTULO DEL TFG: INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENER. MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO: DISPOSICION PANEL SOLAR TÉRMICA A.C.S		FECHA: NOVIEMBRE 2014
AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA		ESCALA: 1:50 PLANO Nº: 14
FIRMA:		



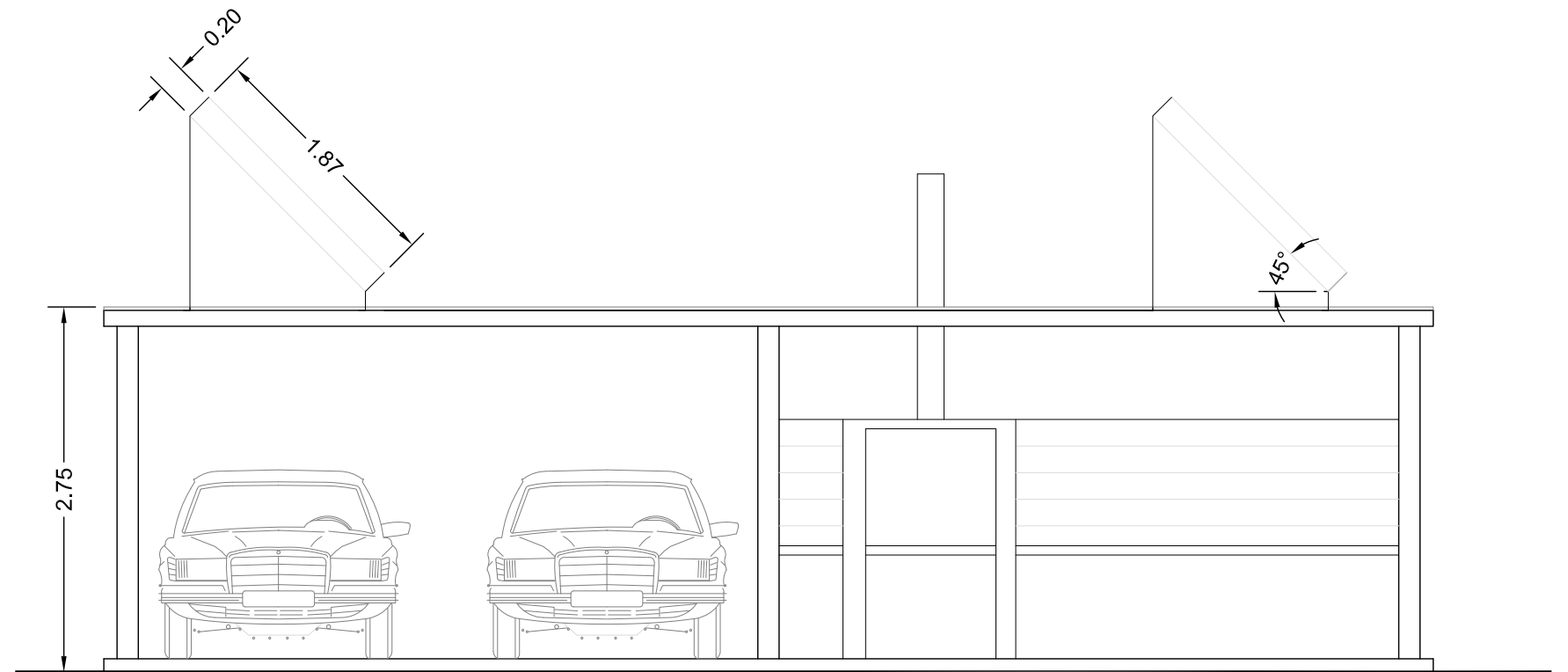
Disposición de los paneles

	Purgador		Caudalímetro
	Bomba		Sonda de presión
	Válvula de corte		Sonda de temperatura
	Válvula antiretorno	CS	Colectores solares
	Válvula de seguridad	A	Acumulador de 200L
	Válvula de vaciado	CA	Caldera de apoyo
	Vaso de expansión	AF	Agua fría
	Intercambiador de placas	SLV	Sistema de llenado - vaciado
	Disipador de calor		Válvula de tres vías
	Sistema de control		


UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A66
TÍTULO DEL TFG:		
INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERG. RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: NOVIEMBRE 2014
ESQUEMA INSTALACIÓN SOLAR TERMICA PISCINA		ESCALA: S/E
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 15
JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA		

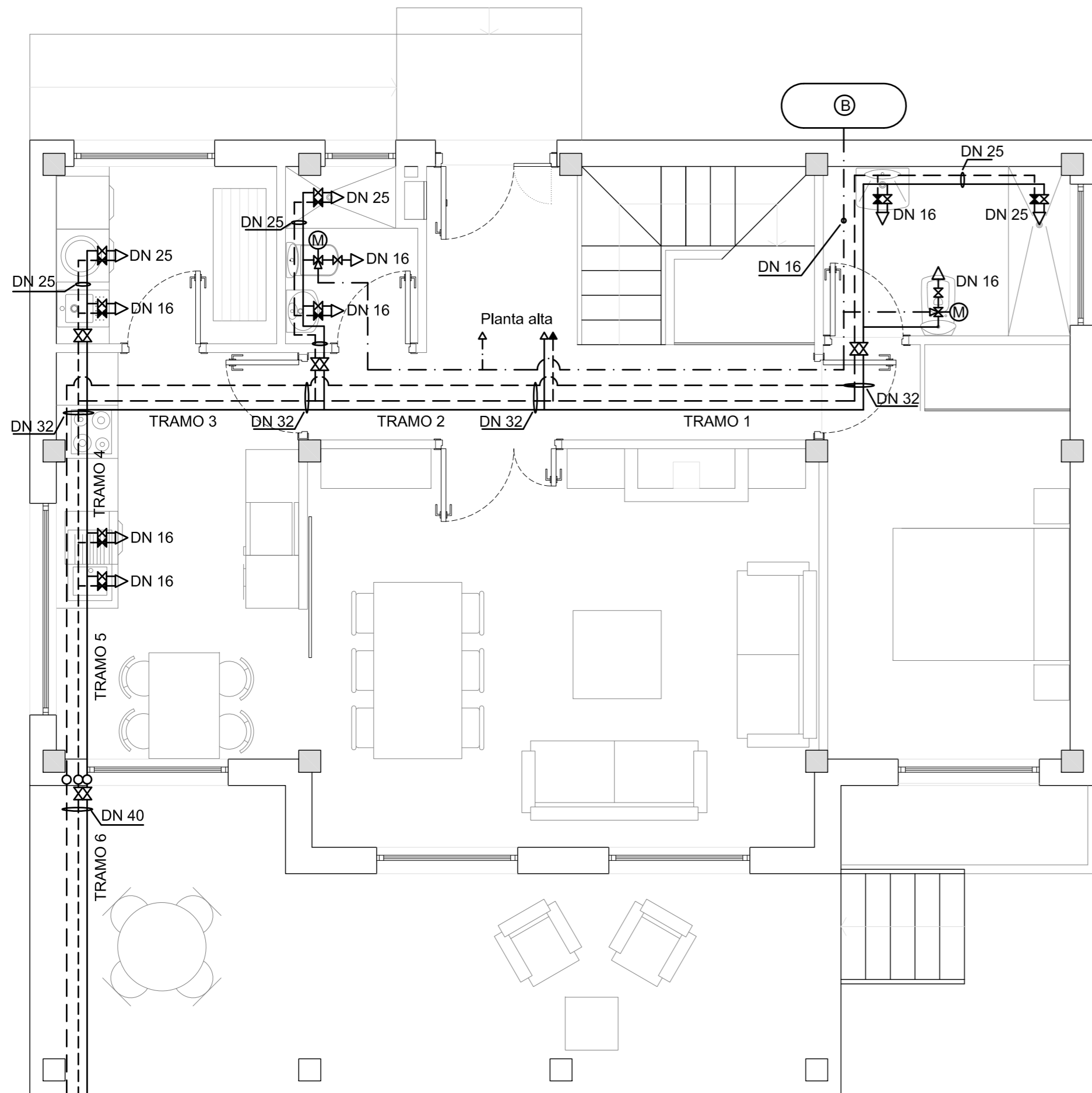


PLANTA CUBIERTA CASETA PISCINA

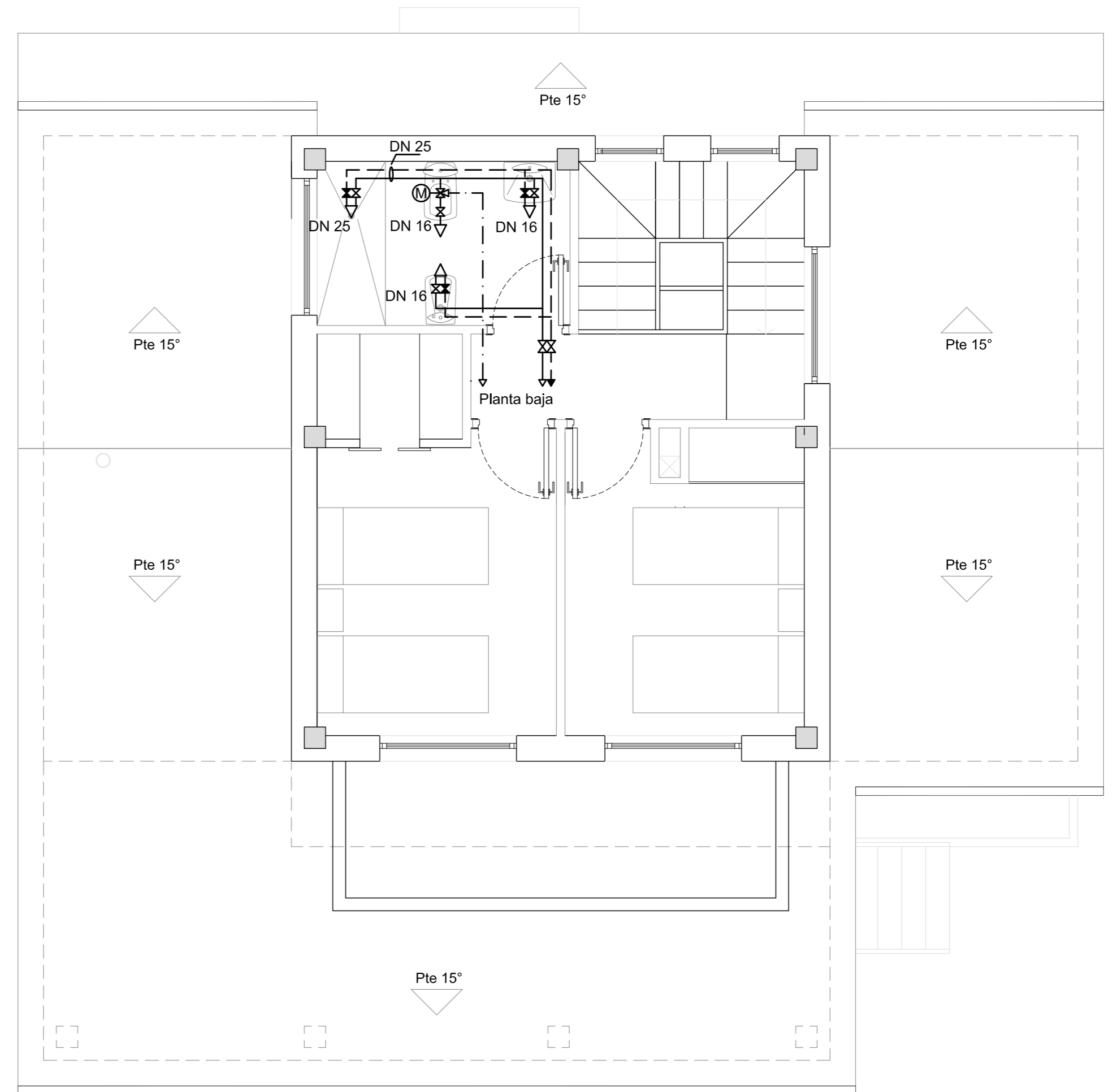


ALZADO A - A'

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A66
TÍTULO DEL TFG: INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENER. MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO: DISPOSICIÓN PANELES SOLAR TÉRMICA PISCINA		FECHA: NOVIEMBRE 2014
AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA	FIRMA:	ESCALA: 1:50
		PLANO Nº: 16



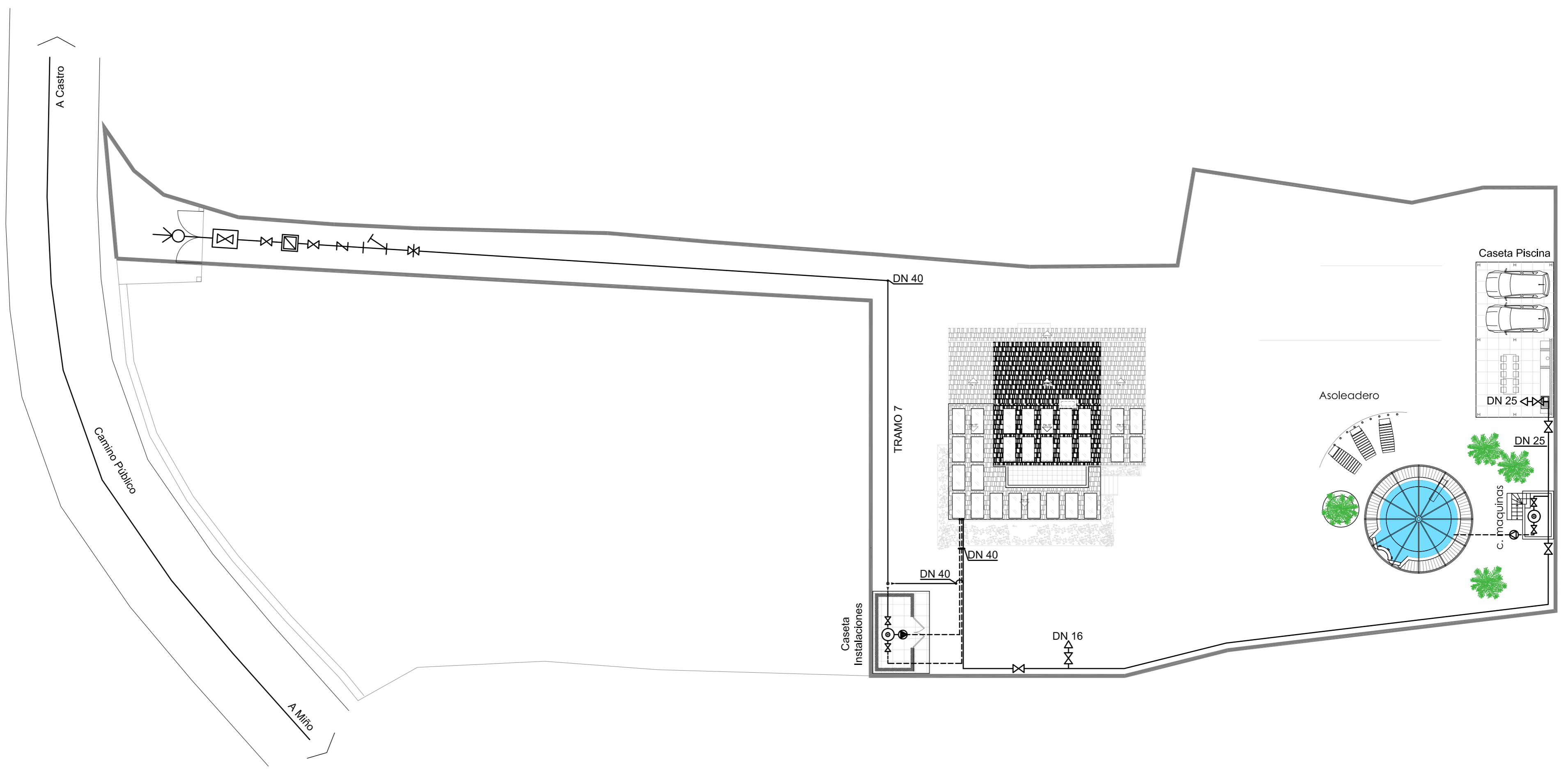
PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

LEYENDA FONTANERÍA			
	Tubería de ACS		Acometida compañía suministradora
	Tubería de agua fría		Válvula de corte general
	Tubería de aguas pluviales		Contador
	Grifo consumo agua fría		Válvula de esfera
	Hidromezclador		Válvula de retención
	Bomba		Filtro
	Cambio de dirección		Válvula de compuerta
	Acumulador de ACS		Depósito de aguas pluviales
	Valvula de tres vias motorizada		Montante

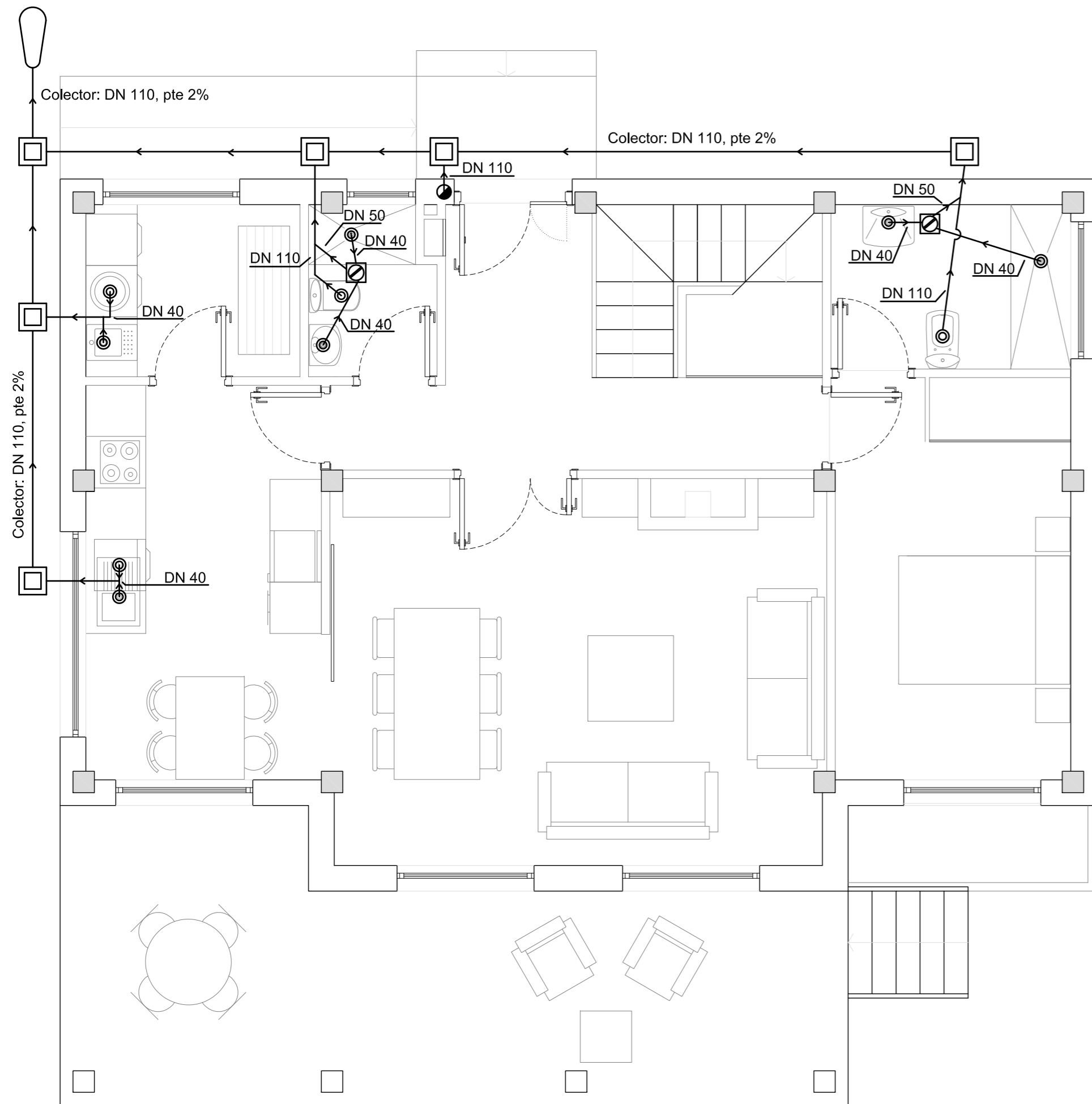
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A66
TÍTULO DEL TFG:		
INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERG. RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: NOVIEMBRE 2014
FONTANERIA INTERIOR VIVIENDA		ESCALA: 1:50
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 17
JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA		



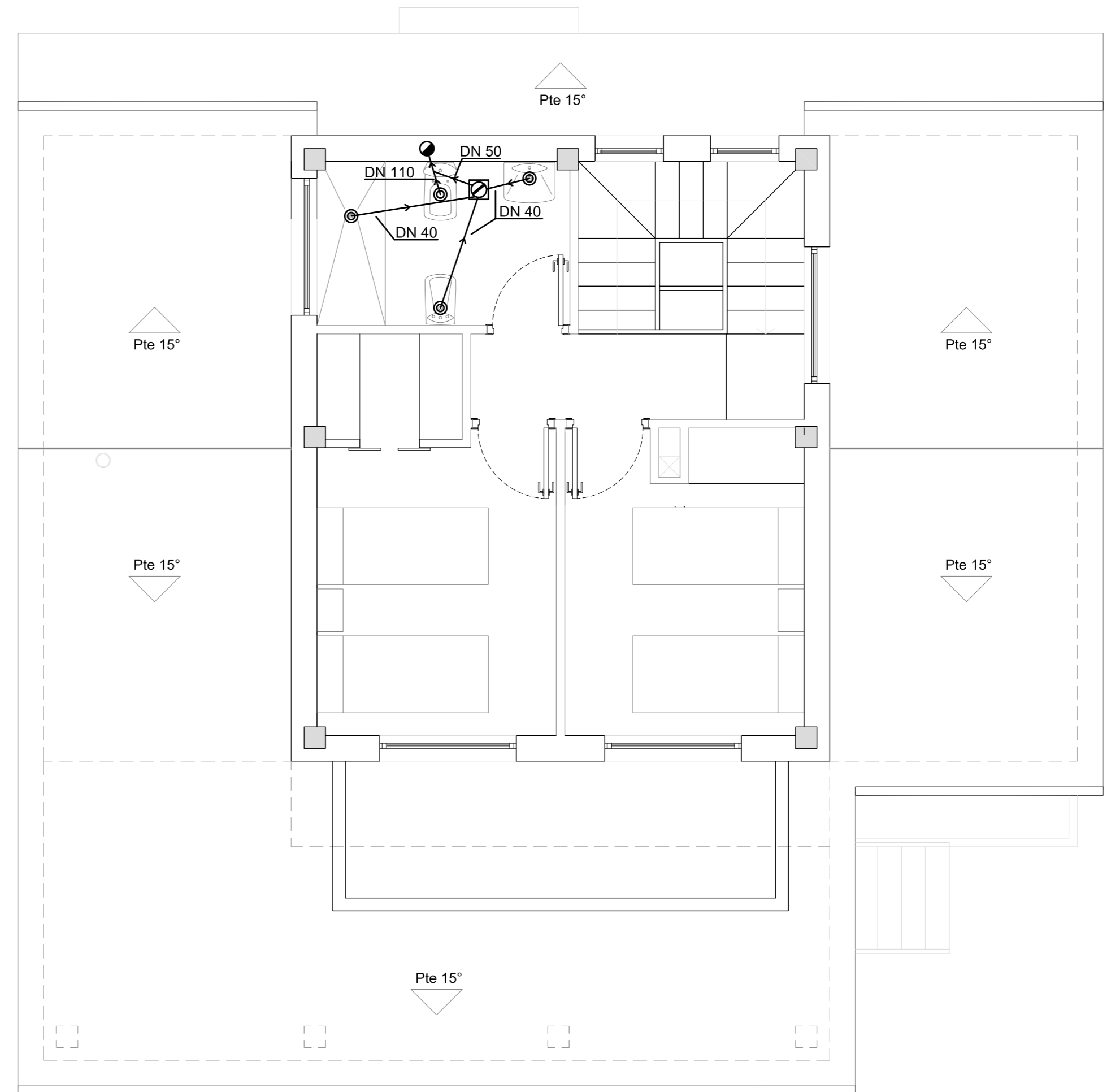
LUGAR DE BAÑOBRE. MIÑO.

LEYENDA FONTANERÍA			
-----	Tubería de ACS	—○—	Acometida compañía suministradora
————	Tubería de agua fría	—□—	Válvula de corte general
— — —	Grifo consumo agua fría	—□—	Contador
⊙	Bomba recirculación A.C.S	⊛	Válvula de compuerta
⊕	Bomba piscina	⊞	Válvula de retención
⊙	Acumulador agua caliente	⊞	Válvula de esfera
⊞	Cambio de dirección	⊞	Filtro

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A66
TÍTULO DEL TFG: INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERG. RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO: FONTANERIA EXTERIOR VIVIENDA		FECHA: NOVIEMBRE 2014 ESCALA: 1:200
AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA	FIRMA:	PLANO Nº: 18



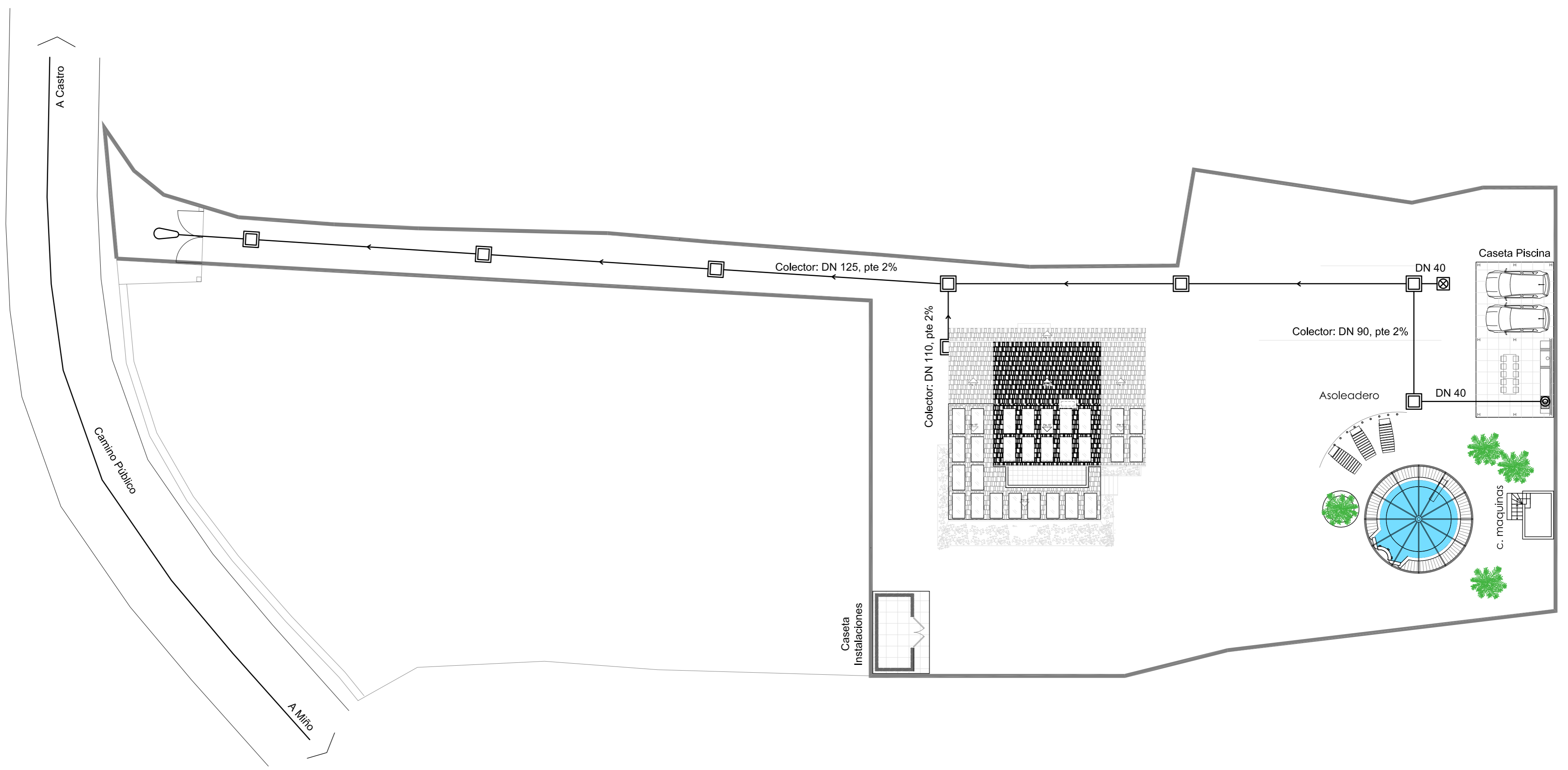
PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

LEYENDA SANEAMIENTO			
	Punto de recogida residual		Bajante aguas residuales
	Bote sifónico		Arqueta aguas residuales 50 x 50 cm
	Alcantarillado	DN	Diámetro nominal

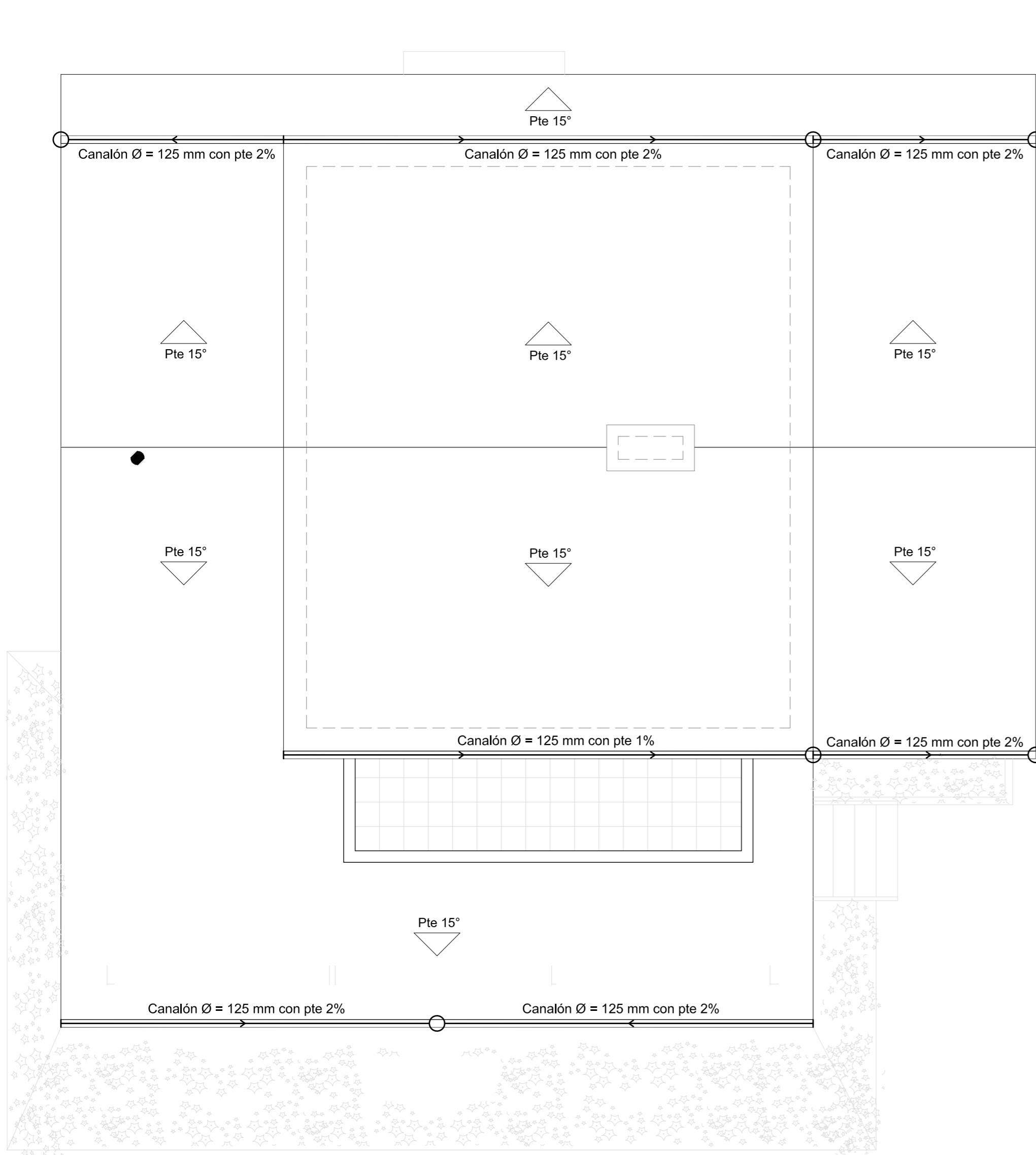
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A66
TÍTULO DEL TFG: INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERG. RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO: AGUAS RESIDUALES INTERIOR VIVIENDA		FECHA: NOVIEMBRE 2014 ESCALA: 1:50
AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA	FIRMA:	PLANO Nº: 19



LUGAR DE BAÑO. MIÑO.

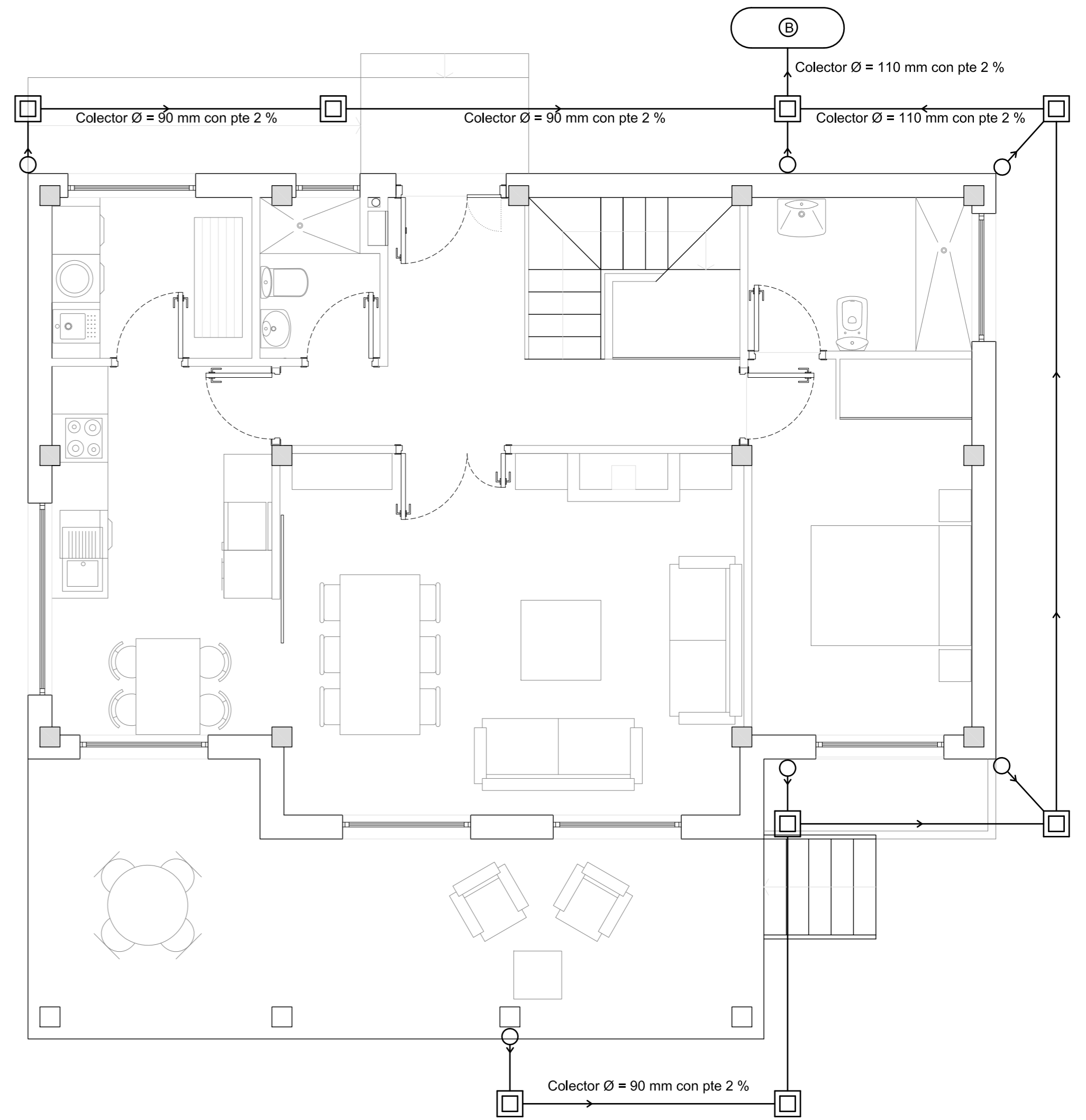
LEYENDA SANEAMIENTO	
	Sumidero sifónico
	Punto de recogida residual
	Arqueta aguas residuales 50x50cm
	Alcantarillado
DN	Diámetro nominal

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A66
TÍTULO DEL TFG:		
INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERG. RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: NOVIEMBRE 2014
AGUAS RESIDUALES EXTERIOR VIVIENDA		ESCALA: 1:200
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 20
JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA		




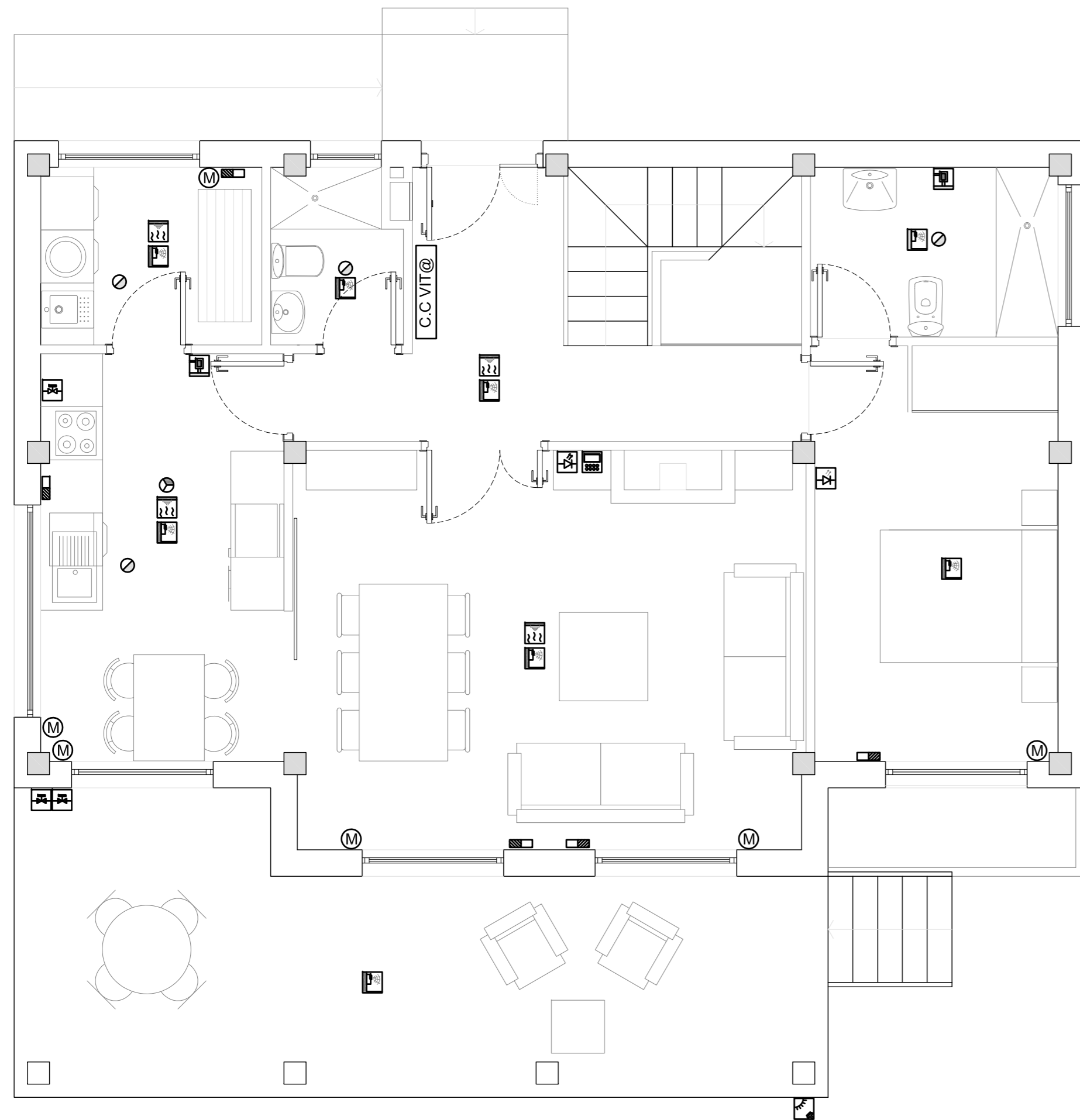
PLANTA DE CUBIERTAS

LEYENDA AGUAS PLUVIALES			
—	Inicio del canalón	□	Arqueta aguas pluviales de 50 x 50 cm
○	Bajante DN 90 mm	○	Depósito de aguas pluviales

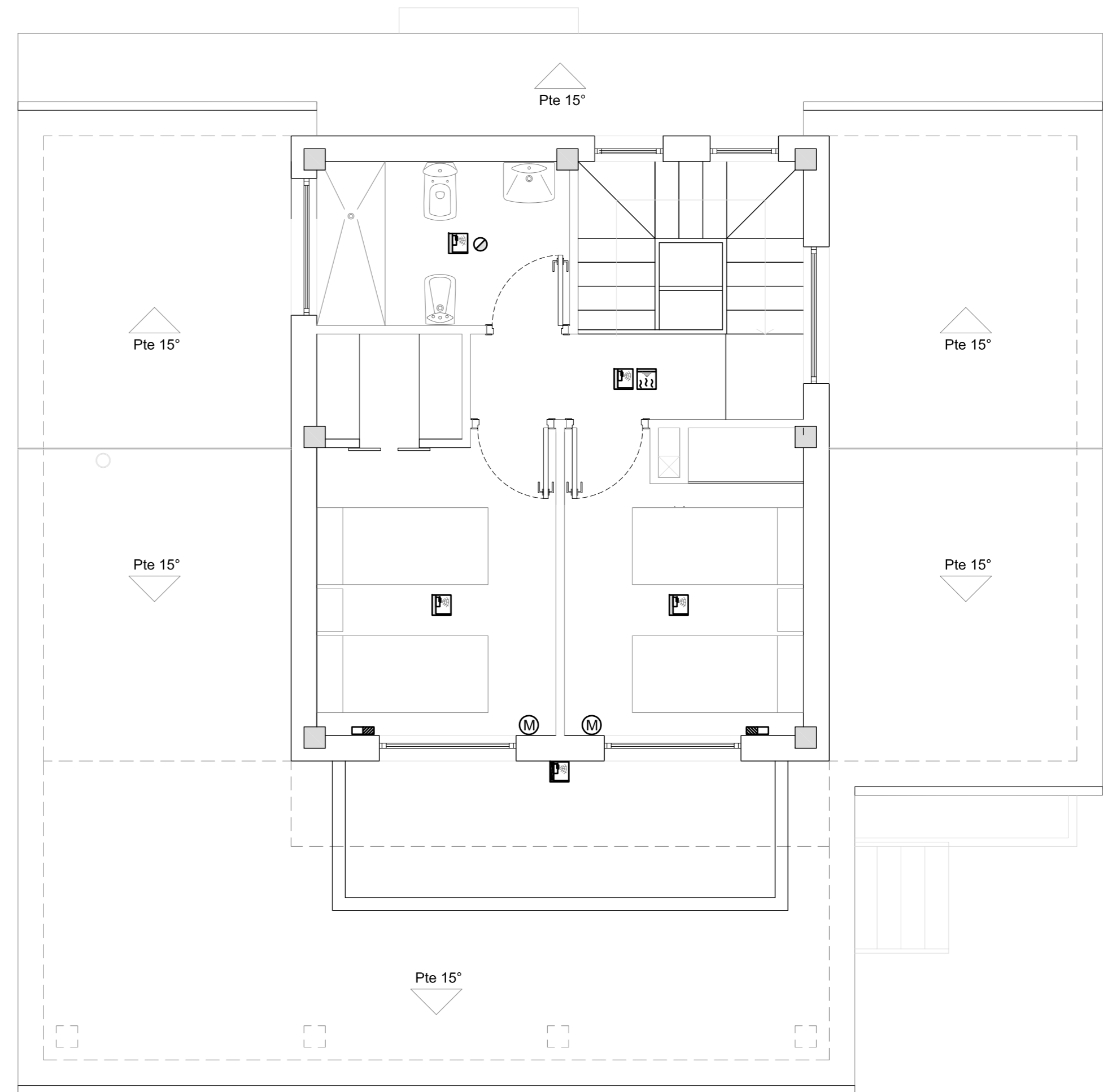


PLANTA BAJA

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A66
TÍTULO DEL TFG:		
INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENER. MEDIANTE USO DE DOMOTICA Y ENERGIAS RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: NOVIEMBRE 2014
RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES		ESCALA: 1:50
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 21
JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA		



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA



LEYENDA DOMÓTICA			
	Detector de movimiento de techo		Motor persianas
	Detector de inundación empotrado		Pulsadores control persianas
	Sonda de inundación		Módulo receptor infrarrojos
	Detector de humos		Pantalla táctil TFT empotrable
	Detector de gas		Electro-válvula de agua
	Sensor crepuscular		Electro-válvula de gas
	Detector de humedad		Cuadro de control Simon Vit@

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A66
TÍTULO DEL TFG: INST. VIVIENDA CON MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE USO DE DOMÓTICA Y ENERG. RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACIÓN DOMÓTICA		FECHA: NOVIEMBRE 2014 ESCALA: 1:50
AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA	FIRMA:	PLANO Nº: 22

**TÍTULO: INSTALACIONES PARA UNA VIVIENDA CON
MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
MEDIANTE EL USO DE LA DOMÓTICA Y ENERGÍAS
RENOVABLES**

PLIEGO DE CONDICIONES

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

FECHA: NOVIEMBRE DE 2014

AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

Fdo.: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZAO

5 PLIEGO DE CONDICIONES	4
5.1 Objeto	4
5.1.1 Objeto del presente pliego	4
5.1.2 Documentación del contrato de obra	4
5.1.3 Compatibilidad y prelación entre los documentos	5
5.2 Pliego de condiciones generales	5
5.2.1 Disposiciones generales	6
5.2.2 Contratos	7
5.2.3. Seguros	8
5.2.4 Garantías	8
5.2.5 Recepción de las instalaciones	8
5.2.6 Final	9
5.3 Pliego de condiciones facultativas	9
5.3.1 Obligaciones del contratista	9
5.3.2 Obligaciones de los operarios	11
5.3.3 Medios auxiliares e impuestos	11
5.3.4 Materiales	11
5.3.5 Aumento o disminución de las obras del contrato	12
5.3.6 Subcontratación de obras	12
5.3.7 Seguro de incendios	12
5.3.8 Plazo de ejecución de las obras	13
5.3.9 Sanciones por retraso de las obras	13
5.3.10 Cesión de traspaso	13
5.3.11 Atribuciones de la Dirección de Obra	13
5.3.12 Documentación complementaria	13

5.3.13 Liquidaciones parciales	14
5.3.14 Recepción provisional	14
5.3.15 Plazo de garantía de las obras	15
5.3.16 Recepción definitiva	15
5.3.17 Libro de órdenes	15
5.3.18 Datos de la Obra	16
5.3.19 Trabajos no previstos	16
5.3.20 Facilidades para la inspección	17
5.3.21 Certificados y documentación	17
5.3.22 Relaciones legales y responsabilidades con el público	17
5.3.23 Documentos que puede reclamar el contratista	18
5.3.24 Normativa de obligado cumplimiento	18
5.3.25 Seguridad en el trabajo	18
5.3.26 Seguridad pública	19
5.3.27 Rescisión del contrato	19
5.4 Pliego de condiciones técnicas	20
5.4.1 Objeto	20
5.4.2 Campo de aplicación	20
5.4.3 Condiciones generales	20
5.4.3.1 Calidad de los materiales	20
5.4.3.2 Pruebas y ensayos de materiales	20
5.4.3.3 Materiales no consignados en el trabajo	21
5.4.3.4 Condiciones generales de ejecución	21
5.4.4 Normas	21
5.4.4.1 Condiciones que deben cumplir los materiales	21

5.4.4.2 Identificación, marcas y homologación	22
5.4.4.3 Mantenimiento de las instalaciones	22
5.4.5 Condiciones que deben cumplir las unidades de obra	23
5.4.5.1 Instalación solar térmica	23
5.4.5.1.1 Generalidades	23
5.4.5.1.2 Captadores solares	23
5.4.5.1.3 Acumuladores	24
5.4.5.1.4 Intercambiadores de calor	25
5.4.5.1.5 Bomba de circulación	26
5.4.5.1.6 Válvulas	27
5.4.5.1.7 Vaso de expansión cerrado	27
5.4.5.1.8 Purgas de aire	28
5.4.5.1.9 Tuberías	29
5.4.5.1.10 Equipos de medida	31
5.4.5.2 Instalación fotovoltaica	33
5.4.5.2.1 Generalidades	33
5.4.5.2.2 Generadores fotovoltaicos	33
5.4.5.2.3 Inversores	35
5.4.5.2.4 Cableado	36
5.5 Disposición final	36

5 PLIEGO DE CONDICIONES

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 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. Planos.
2. Pliego de Condiciones.
3. Presupuesto.
4. Memoria.

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 trabajo 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 a Johan Mauricio Quintero Plaza.

- 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 150000 €.
- 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 dos 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.
- 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 y los impuestos correspondientes.

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 derivadas 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 dos 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 del trabajo, 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 trabajo, 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 de Grado 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 parte 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:

- Autorización administrativa.
- Trabajo, suscrito por Técnico competente.
- Certificado de dirección de obra.
- Contrato de mantenimiento.

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 del Ingeniero de Grado Director, sacar copias de los documentos del trabajo, cuyos originales le serán facilitados por el Ingeniero de Grado, 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 registrarán 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.

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 de grado Director, y será inapelable. También puede el Ingeniero de Grado 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 la vivienda unifamiliar objeto de este trabajo.

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 el 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 las actividades incluidas 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.

Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad, aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica, que avale sus cualidades, 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 un 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

Si se da el caso, 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 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.

5.4.5 Condiciones que deben cumplir las unidades de obra

5.4.5.1 Instalación solar térmica

5.4.5.1.1 Generalidades

Los materiales de la instalación deben soportar las máximas temperaturas y presiones que se puedan alcanzar. Todos los componentes y materiales cumplirán lo dispuesto en el Reglamento de Aparatos de Presión que les sea de aplicación.

Cuando sea imprescindible utilizar en el mismo circuito un material diferente, especialmente cobre o acero, en ningún caso estarán en contacto, debiendo situar entre ambos juntas o manguitos dieléctricos.

En todos los casos es aconsejable prever la protección catódica del acero.

Los materiales situados a la intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

5.4.5.1.2 Captadores solares

Si se utilizan captadores convencionales de absorbedor metálico se tendrá en cuenta que el cobre es solamente admisible si el pH del fluido en contacto con él está comprendido entre 7,2 y 7,6. Los absorbedores de hierro no son aptos en absoluto.

La pérdida de carga del captador para un caudal de 1l/min por m² será inferior a 1 m.c.a. El captador llevará preferentemente un orificio de ventilación, de diámetro no inferior a 4 mm, situado en la parte inferior de forma que puedan eliminarse acumulaciones de agua en el captador. El orificio se realizará de manera que el agua pueda drenarse en su totalidad sin influir en el aislamiento.

Cuando se utilicen captadores con absolvedores de aluminio, obligatoriamente se utilizarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre y de hierro.

5.4.5.1.3 Acumuladores

Cuando el acumulador lleve incorporada una superficie de intercambio térmico entre el fluido primario y el agua sanitaria, en forma de serpentín o camisa de doble envolvente, se denominará interacumulador.

Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de identificación indicará además los siguientes datos:

- Superficie de intercambio térmico en m².
- Presión máxima de trabajo del circuito primario. Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:
 - Manguitos roscados para la salida de agua fría y entrada del agua caliente.
 - Registro para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín.
 - Manguitos roscados para entrada y salida del circuito primario.
 - Manguitos roscados para accesorios como termómetros y termostatos.
 - Manguito para el vaciado.

Los acumuladores vendrán equipados de fábrica con las bocas necesarias soldadas antes de efectuar el tratamiento de la protección interior.

El acumulador estará completamente recubierto con material aislante, y es recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV o lámina de material plástico.

Todos los acumuladores irán equipados con la protección catódica establecida por el fabricante para garantizar la durabilidad del acumulador.

El objeto de estas especificaciones, podrán utilizarse acumuladores de las características descritas a continuación:

- Acumuladores de acero vitrificado de volumen inferior a 1000L.
- Acumuladores de acero inoxidable.
- Acumuladores de cobre.
- Acumuladores no metálicos que soporten la temperatura máxima del circuito, cumplan las normas UNE que les sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable.
- Acumuladores de acero negro (solo en circuitos cerrados, sin agua de consumo).

5.4.5.1.4 Intercambiadores de calor

Se indicará el fabricante y el modelo de intercambiador de calor, así como datos de sus características de actuación medidos por el propio fabricante o por un laboratorio autorizado.

El intercambiador seleccionado resistirá la presión máxima de trabajo de la instalación. En particular se prestará especial atención a los intercambiadores que, como en el caso de los depósitos de doble pared, presentan grandes superficies expuestas por un lado a presión y por otro a la atmósfera o a fluidos de mayor presión.

En ningún caso se utilizarán interacumuladores con una envolvente que dificulte la convección natural en el interior del acumulador.

Los materiales del intercambiador de calor resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito primario y serán compatibles con el fluido de trabajo.

Los intercambiadores de calor utilizados en circuitos de agua caliente sanitaria serán de acero inoxidable o cobre.

El diseño del intercambiador de calor permitirá su limpieza utilizando productos líquidos.

El fabricante del intercambiador de calor garantizará un factor de ensuciamiento menor del permitido en diseño, dimensionado y cálculo de Instalaciones de Energía solar térmica.

Los tubos de los intercambiadores de calor tipo serpentín sumergido en el depósito tendrán diámetros interiores inferiores o iguales a una pulgada para instalaciones de circulación forzada. En instalaciones por termosifón tendrán un diámetro mínimo de una pulgada.

Cualquier intercambiador de calor existente entre el campo de captadores y el sistema de suministro o consumo no deberá reducir la eficiencia de los captadores debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de los captadores, estableciéndose:

- Cuando la ganancia solar del captador llegue al valor máximo posible, la reducción de la eficiencia del captador debido al intercambiador de calor no debería exceder el 10% (en valor absoluto).
- Si se instala más de un intercambiador de calor, también este no debería de ser excedido por la suma de las reducciones debidas a cada intercambiador. El criterio se aplica también, si existe, en el sistema un intercambiador de calor en la parte del consumo.

5.4.5.1.5 Bomba de circulación

Las bombas podrán ser de tipo en línea o de rotor seco o húmedo. Siempre que sea posible se utilizarán bombas tipo circuladores en línea.

En circuitos de agua caliente para usos sanitarios, los materiales de la bomba serán resistentes a la corrosión.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

Las bombas serán resistentes a las averías producidas por efecto de las incrustaciones calizas.

Las bombas serán resistentes a la presión máxima del circuito.

La bomba se seleccionara de forma que el caudal y la pérdida de carga de diseño se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificada por el fabricante.

Cuando todas las conexiones son en paralelo, el caudal nominal será igual al caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores conectados en paralelo.

La presión de la bomba deberá compensar todas las pérdidas de carga del circuito correspondiente.

5.4.5.1.6 Válvulas

La elección de las válvulas ser hará de acuerdo con la función que desempeñan y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura), siguiendo preferentemente los criterios que se citan a continuación:

- Para aislamiento: válvulas de esfera
- Para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento
- Para vaciado: válvulas de esfera o macho.
- Para llenado: válvulas de esfera
- Para purga de aire: válvulas de esfera o de macho.
- Para seguridad: válvulas de resorte.
- Para retención: válvulas de disco de doble compuerta o de clapeta.

5.4.5.1.7 Vaso de expansión cerrado

La tubería de conexión del vaso de expansión no se aislará térmicamente, y tendrá volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso.

Los datos que sirven de base para la selección del vaso son los siguientes:

- Volumen de agua en la instalación, en litros.
- Temperatura mínima de funcionamiento para la cual se asumirá el valor de 4°C, a la que corresponde la máxima densidad.
- Temperatura máxima que pueda alcanzar el agua durante el funcionamiento de la instalación.
- Presiones mínima y máxima de servicio, en bar, cuando se trate de vasos cerrados.
- Volumen de expansión calculado, en litros.

Los cálculos darán como resultado final el volumen total del vaso y la presión nominal PN que son los datos que definen sus características de funcionamiento.

Los vasos de expansión cerrados cumplirán el Reglamento de Recipientes a Presión.

La temperatura extrema del circuito primario será, como mínimo, la temperatura de estancamiento del captador.

El volumen de dilatación será, como mínimo, igual al 4,3% del volumen total de fluido en el circuito primario.

Los vasos de expansión cerrados se dimensionarán de forma que la presión mínima en frío en el punto más alto del circuito no sea inferior a 1,5 kg/cm² y la presión máxima en caliente en cualquier punto del circuito no supere la presión máxima de trabajo de los componentes.

El dispositivo de expansión cerrado del circuito de captadores deberá de estar dimensionado de tal forma que pueda seguir cumpliendo su función, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba.

5.4.5.1.8 Purgas de aire

En general, el trazado del circuito evitara caminos tortuosos para favorecer el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos.

Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de circulación.

Si el sistema está equipado con líneas de purga, deberán ser colocadas de tal forma que no se puedan congelar y no se pueda acumular agua en las líneas.

Los orificios de descarga deberán estar dispuestos de tal forma que el vapor o medio de transferencia de calor que salga por las válvulas de seguridad no cause ningún riesgo a las personas, materiales o medio ambiente.

Se evitara el uso de purgadores automáticos cuando se prevea formación de vapor en el circuito. Los purgadores automáticos deberán soportar, al menos, la temperatura de estancamiento del captador. En el trazado del circuito se deberá evitar, dentro de lo posible, los sifones invertidos, pero cuando se utilicen se situarán sistemas similares a los descritos en párrafos anteriores en el punto más desfavorable del sifón.

5.4.5.1.9 Tuberías

El instalador suministrará las redes de tuberías indicadas en los planos y necesarias para realizar un montaje de primera calidad y completo. Toda la tubería, válvulas, etc. deberán ser instaladas suficientemente separadas de otros materiales y obras. Serán instaladas para asegurar una circulación del fluido sin obstrucciones, eliminando bolsas de aire y permitiendo el fácil drenaje de los distintos circuitos. Para ello se mantendrán pendientes mínimas de 5 mm/m en sentido ascendente para la evacuación de aire o descendente para desagüe de punto bajo. Cuando limitaciones de altura no permitan la indicada pendiente, se realizará escalón en tubería con purga normal en el punto alto y desagüe en el bajo, estando ambos conducidos a sumidero o red general de desagües. Se instalarán purgadores de aire en los puntos más altos y drenajes en los puntos más bajos, quedando incluido en el suministro las válvulas de bola, tubería de purga, desagüe, colector abierto de desagües de purgas, botellones y en general todos los elementos necesarios hasta el injerto en bajante, red de desagüe o sumidero.

La tubería será instalada de forma que permita su libre expansión, sin causar desperfectos a otras obras o al equipo, al cual se encuentre conectada equipándola con suficientes dilatadores o liras de dilatación y anclajes deslizantes. Los recorridos horizontales de las tuberías de agua deberán tener

una inclinación ascendente, realizada por medio de reducciones excéntricas en las uniones en las que se efectúa un cambio de diámetro.

En las acometidas a bombas, la identificación al diámetro de acometida se realizará con reducción tronco-cónica concéntrica de 30°. En la curva de aspiración se dispondrá un punto de desagüe salvo que exista en la parte inferior de la carcasa de la bomba.

Las tuberías de drenaje deberán tener una pendiente descendente en la dirección del agua de 10 mm. por metro lineal y en ningún caso esta pendiente será inferior a 6 mm. por metro lineal.

Las tuberías deberán ser cortadas exactamente y en las uniones, tanto roscadas como soldadas, presentarán un corte limpio sin rebabas.

En éstas últimas, los extremos de las tuberías se limarán en chaflán para facilitar y dar robustez al cordón de soldadura. En las uniones embridadas se montará una junta flexible de goma, amianto, Klingerit o el elemento adecuado al fluido trasegado.

Una vez recibidas en obra, y antes de su correcto acopiaje, las tuberías de acero negro (forjado o estirado) serán pintadas con una primera capa de minio. Si se acopiasen en exteriores, las pilas deberán estar cubiertas con lonas o plásticos.

Durante el montaje, los extremos abiertos de las tuberías deberán estar protegidos.

Al finalizar el montaje de toda la red de tuberías, estando cerrados los circuitos con las máquinas primarias y terminales, se procederá de la siguiente forma:

- Llenado de la instalación y prueba estática conjunta a vez y media la presión de trabajo (mínimo 600 Kpa).
- Vaciado por todos los puntos bajos.
- Limpieza de puntos bajos y filtros de malla.
- Llenado de la instalación con disolución química para eliminar grasas y aceites.
- Vaciado de la instalación por puntos bajos.

- Llenado de la instalación con agua dosificada anticorrosiva, verificación de niveles y puesta en marcha de bombas.
- Limpieza de filtros de malla.

5.4.5.1.10 Equipos de medida.

- Medida de temperatura:

Las medidas de temperatura se realizarán mediante sensores de temperatura. La medida de la diferencia de temperatura entre dos puntos del fluido de trabajo se realizará mediante los citados sensores de temperatura, debidamente conectados, para obtener de forma directa la lectura diferencial.

En lo referente a la colocación de las sondas, deberán ser preferentemente de inmersión y situadas a una distancia máxima de 5 cm del fluido cuya temperatura se pretende medir.

- Medida del caudal:

La medida de caudales de líquidos se realizará mediante turbinas, medidores de flujos magnéticos, medidores de flujo de desplazamiento positivo o procedimientos gravimétricos o de cualquier otro tipo, de forma que la presión sea igual o superior a $\pm 3\%$ en todos los casos.

Cuando exista un sistema de regulación exterior, éste estará precintado y protegido contra intervenciones fraudulentas.

Se suministrarán los siguientes datos dentro de la Memoria de Diseño o Trabajo, que deberán ser facilitadas por el fabricante:

- Calibre del contador
- Temperatura máxima del fluido.
- Caudales:
 - en servicio continuo.
 - máximo (durante algunos minutos)

- mínimo (con precisión del 5%)
- de arranque.
- Indicación mínima de la esfera.
- Presión máxima de trabajo.
- Dimensiones.
- Diámetro y tipo de las conexiones.
- Pérdida de carga en función del caudal.

Cuando exista, el medidor se ubicará en la entrada de agua fría del acumulador solar.

- Medida de energía:

Los contadores de energía térmica estarán constituidos por los siguientes elementos:

- Contador de caudal de agua, descrito anteriormente.
- Dos sondas de temperatura.
- Microprocesador electrónico, montado en la parte superior del contador o separado. En función de la ubicación de las dos sondas de temperatura se medirá la energía aportada por el sistema solar o por el sistema auxiliar. En el primer caso, una sonda de temperatura se situará en la entrada de agua fría del acumulador solar y otra en la salida del agua caliente del mismo.

Para medir el aporte de energía auxiliar, las sondas de temperatura se situarán en la entrada y salida del sistema auxiliar.

El microprocesador podrá estar alimentado por la red eléctrica o mediante pilas, con una duración de servicio mínimo de 3 años.

El microprocesador multiplicará la diferencia de ambas temperaturas por el caudal instantáneo de agua y su peso específico. La integración en el tiempo de estas cantidades proporcionará la cantidad de energía aportada.

5.4.5.2 Instalación fotovoltaica

5.4.5.2.1 Generalidades

Todas las instalaciones deberán cumplir con las exigencias de protección y seguridad de las personas, entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y legislación posterior.

Como principio general, se tendrá que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, especialmente en instalaciones con tensiones de operación superiores a 50 V_{RMS} o 120 V_{CC}. Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico clase II.

Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger la instalación frente cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

Los materiales situados a la intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.

Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas podrán ser certificadas por el fabricante).

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar donde se sitúe la instalación.

5.4.5.2.2 Generadores fotovoltaicos

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido. Este requisito se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie que permita su identificación individual.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto a estas características, con carácter excepcional se deberá de presentar en la Memoria de Solicitud la justificación de su utilización y deberá ser aprobada por el IDAE.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a las condiciones estándar deberán de estar comprendidas en un margen de $\pm 10\%$ de los correspondientes valores nominales del catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células.

Cuando las tensiones nominales en continua sean superiores a 48V, la estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que el resto de la instalación.

Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.

En aquellos casos en los que se utilicen módulos no cualificados se deberá justificar debidamente y aportar la documentación sobre las pruebas y ensayos a los que fueron sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos se deberán cumplir las normas vigentes y de obligado cumplimiento.

5.4.5.2.3 Inversores

Los requisitos técnicos de este apartado se aplicarán a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valores eficaces de tensión y frecuencia de salida fijos). Para otro tipo de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal si su potencia nominal es inferior a 1KVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de las mismas.

El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.

La regulación del inversor debe asegurar que la tensión y la frecuencia de salida estén dentro de los siguientes márgenes, en cualquier condición de operación:

- $V_{NOM} \pm 5\%$, siendo $V_{NOM} = 400V$
- $50Hz \pm 2\%$

El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada dentro del margen de temperaturas ambiente especificado previamente por el fabricante.

El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieran elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc.) sin que esto interfiera en su correcta operación ni en el resto de cargas.

Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación
- Cortocircuito en la saliente de corriente alterna
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2% de la potencia nominal de salida.

Las pérdidas de energía diarias ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5% del consumo diario de energía.

5.4.5.2.4 Cableado

Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente. Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de CC deberán de tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, a los valores especificados a continuación (referidos a la tensión nominal continua del sistema):

- Caída de tensión máxima entre el generador y el inversor: 1%
- Caída de tensión máxima entre el inversor y las cargas: 1%

Se incluirá toda la longitud de cables necesaria (parte de continua y de alterna) para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación o sobre los propios cables.

Los positivos y negativos de la parte de continua de la instalación se conducirán por separado, protegidos y señalizados (código de colores, etiquetas etc) de acuerdo con la normativa vigente.

Los cables exteriores estarán protegidos contra la intemperie.

5.5 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: INSTALACIONES PARA UNA VIVIENDA CON
 MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
 MEDIANTE EL USO DE LA DOMÓTICA Y ENERGÍAS
 RENOVABLES**

ESTADO DE MEDICIONES

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

FECHA: NOVIEMBRE DE 2014

AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

Fdo.: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

6. ESTADO DE MEDICIONES	2
6.1 Alumbrado	2
6.2 Instalación eléctrica	4
6.3 Instalación solar fotovoltaica	8
6.4 Instalación solar térmica A.C.S - Piscina	9
6.5 Fontanería	13
6.6 Saneamiento	19
6.6.1 Evacuación de aguas residuales	19
6.6.2 Evacuación de aguas pluviales	21
6.7 Domótica	23

6. ESTADO DE MEDICIONES

6.1 Alumbrado

Descripción	
Luminaria: Philips RS551B 1XLED39S/827 VWB GC	
Lámpara LED39S o similar (LED Module, system flux 3900 lm) empotrada sobre techo con una potencia de 53 W, flujo luminoso de 3900 Lm, eficiencia luminosa 81 Lm/W, temperatura de color 3000 K e índice de reproducción cromática >80. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
Luminaria: Philips DN470B 1XLED20S/830 C (1000)	
Lámpara LED20S o similar (LED Module, system flux 2200 lm) empotrada sobre techo con una potencia de 24 W, flujo luminoso de 2200 Lm, eficiencia luminosa 91,5 Lm/W, temperatura de color 3000 K e índice de reproducción cromática >80. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	11

Descripción	
Luminaria: Philips BBG390 4XLED HB 830 ALU 40° IP54	
Lámpara LED-HB (LED High Brightness) o similar empotrada sobre techo con una potencia de 13 W, flujo luminoso 700 Lm, eficiencia luminosa 50 Lm/W, temperatura de color 3000 K e índice de reproducción cromática 80. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
Luminaria: Philips DN460B LED11S/830 PSED-E WH	
Lámpara LED11S o similar (LED Module, system flux 1100 lm) empotrada sobre techo con una potencia de 13,8 W, flujo luminoso 1200 Lm, eficiencia luminosa 87 Lm/W, temperatura de	

color 3000 K, índice reproducción cromática 80 (Sustituye al modelo PHILIPS DN450B IP44 1xDLM1100/840 empleado en los cálculos). Instalación incluida.

Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción

Luminaria: Philips DN 570C 12S/830 PSED-E C WH

Lámpara LED12S o similar (LED Module, system flux 1200 lm) empotrada sobre techo con una potencia de 12,6 W, flujo luminoso 1200 Lm, temperatura de color 3000 K, índice de reproducción cromática >80 (sustituye al modelo PHILIPS DN570C 1xLED12S/840 C PG empleado en los cálculos). Instalación incluida.

Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción

Luminaria: Philips BBS470 1xLLED – 3000 C

Lámpara LLED Module o similar empotrada sobre techo con una potencia de 8 W, flujo luminoso 630 Lm, temperatura de color 3000 K e índice de reproducción cromática 80. Instalación incluida.

Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción

Luminaria: Philips WL120 LED16S/830 PSR GR

Lámpara LED16S o similar (LED Module, system flux 1600 lm) empotrada sobre pared con una potencia de 24 W, flujo luminoso 1600 Lm, eficiencia luminosa 67 Lm/W, temperatura de color 3000 K, índice reproducción cromática 80. Instalación incluida.

Ud.	Medición
Ud.	7

Descripción

Luminaria: Philips BDP100 GRN15-/830 DW PCF SI CLO-DDF2 62P	
Luminaria exterior BDP100- Green line o similar con una potencia de 14,3 W, flujo luminoso 901 Lm, eficiencia luminosa 63 Lm/W, temperatura de color 3000 K, índice reproducción cromática >80. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	12

Descripción	
Punto pulsador JUNG-AS 500	
Punto pulsador realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar aislados para una tensión nominal de 750 V y sección 1,5 mm ² , incluido caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillo, mecanismo pulsador Jung.531 U y marcos respectivos, totalmente montado e instalado	
Ud.	Medición
Ud.	33

Descripción	
Punto de luz sencillo JUNG-AS 500	
Punto de luz sencillo realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 1,5 mm ² , caja de registro, caja mecanismo universal con tornillo, interruptor unipolar Jung-501 U con tecla Jung-AS 591 y marco respectivo, totalmente montado e instalado	
Ud.	Medición
Ud.	4

6.2 Instalación eléctrica

Descripción	
Circuitos de alumbrado interior y domótica 2 x (1x1,5mm²) + TT	
Cable Prysmian Afumex 750V Quick System (AS) o similar con aislamiento ES07Z1-K de sección 1,5 mm ² en tubo PVC, flexible, libre de halógenos, no propagador de llama, baja	

emisión de humos opacos. Incluida instalación en sistema monofásico (fase y neutro), p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.

Ud.	Medición
m.	90

Descripción

Circuitos de fuerza 2 x (1x2,5 mm²) + TT

Cable Prysmian Afumex 750V Quick System (AS) o similar con aislamiento ES07Z1-K de sección 2,5 mm² en tubo PVC, flexible, libre de halógenos, no propagador de llama, baja emisión de humos opacos. Incluida instalación en sistema monofásico (fase y neutro), p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.

Ud.	Medición
m.	37

Descripción

Circuitos de fuerza 2 x (1x4 mm²) + TT

Cable Prysmian Afumex 750V Quick System (AS) o similar con aislamiento ES07Z1-K de sección 4 mm² en tubo PVC, flexible, libre de halógenos, no propagador de llama, baja emisión de humos opacos. Incluida instalación en sistema monofásico (fase y neutro), p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.

Ud.	Medición
m.	54

Descripción

Circuitos cocina y horno 2 x (1x6 mm²) + TT

Cable Prysmian Afumex 750V Quick System (AS) o similar con aislamiento ES07Z1-K de sección 6 mm² en tubo PVC, flexible, libre de halógenos, no propagador de llama, baja emisión de humos opacos. Incluida instalación en sistema monofásico (fase y neutro), p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.

Ud.	Medición
m.	10

Descripción

Circuitos de alumbrado exterior y bombas instalación 2 x (1x6 mm²) + TT	
<p>Cable Prysmian Afumex 1000V (AS) o similar con aislamiento RZ1-K de sección 6 mm² en tubo PVC, flexible, libre de halógenos, no propagador de llama, baja emisión de humos opacos. Incluido tendido bajo tubo de PVC corrugado enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno de dimensiones 0,40 cm. de ancho y 0,40 cm. de profundidad, incluso excavación y reposición del terreno, montaje y conexionado.</p>	
Ud.	Medición
m.	161

Descripción	
<p>Derivacion individual 2 x (1x25 mm²) + TT</p> <p>Cable Prysmian Afumex 1000V (AS) o similar con aislamiento RZ1-K de sección 25 mm² en tubo PVC, flexible, libre de halógenos, no propagador de llama, baja emisión de humos opacos. Incluido p.p. de zanja, capa de arena de río, protección mecánica por placa y cinta de señalización de PVC. Instalación incluyendo conexionado.</p>	
Ud.	Medición
m.	50

Descripción	
<p>Cuadro general de vivienda con puerta transparente 355 x 750 x 142 cm</p> <p>Cuadro protección electrificación elevada Simon o equivalente, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con caja de empotrar de 4x72 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor de control de potencia, interruptor general magnetotérmico de corte omnipolar 40 A y PIAS (I+N) de 10, 16, 20, 25 y 32 A. requeridos, con circuitos adicionales para alumbrado, tomas de corriente, calefacción, aire acondicionado, secadora y gestión de usuarios. Instalado, incluyendo cableado y conexionado.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Modulo para contador monofásico + contador monofásico bidireccional ME162</p> <p>Módulo para un contador monofásico y contador monofásico bidireccional ME162 Metrega.</p>	

Montaje en el exterior de vivienda unifamiliar, homologado por la compañía suministradora, instalado, incluyendo cableado y elementos de protección.

Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción

Base enchufe "SCHUKO" JUNG-LS 990

Base enchufe con toma de tierra lateral realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar, aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 2,5 mm²., (activo, neutro y protección), incluido caja de registro, caja mecanismo universal con tornillo, base enchufe 10/16 A (II+T.T.), sistema "Schuko" de Jung-LS 521, así como marco respectivo, totalmente montado e instalado.

Ud.	Medición
Ud.	20

Descripción

Base enchufe JUNG-621 W tubo PVC estanca P.C

Base enchufe estanca de superficie Jung-621 W con toma de tierra lateral de 10/16 A (II+T.T.), superficial realizado en tubo PVC rígido D=20 y conductor de cobre unipolar aislados ES07Z1-K 2.5 mm² (activo, neutro y protección), incluido caja de registro "plexo" D=80, toma de corriente superficial y regletas de conexión, totalmente montado e instalado

Ud.	Medición
Ud.	11

Descripción

Base enchufe 25 A + T.T

Base de enchufe con toma de tierra desplazada realizada con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido libre de halógenos de 6 mm² de Cu., y aislamiento RZ-k 0.7kV., en sistema monofásico con toma de tierra (fase, neutro y tierra), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe 25 A .(II+t.) Niessen serie Zenit, instalada.

Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Toma R-TV+SAT única. BL Simon 27 play</p> <p>Toma para TV/SAT realizada con tubo PVC corrugado de M 20/gp5, incluida caja de registro, caja universal con tornillos, toma TV/SAT Simon serie 27 Play, instalada.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
<p>Toma teléfono Simon 82</p> <p>Toma de teléfono con 6 contactos para conector RJ-12, realizada con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y guía de alambre galvanizado, para instalación de línea telefónica, incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, toma de teléfono con 6 contactos para conector RJ-12 con marco Simon serie 82, instalada.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	2

6.3 Instalación solar fotovoltaica

Descripción	
<p>Paneles solares fotovoltaicos</p> <p>Módulo fotovoltaico A-200M, Atersa o similar con una potencia máxima de 200 W, 24 V de tensión nominal y formado por 72 células monocristalinas. Dimensiones: 1618x814x35 mm. Incluye instalación y conexionado.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	28

Descripción	
<p>Inversor fotovoltaico con conexión a red</p> <p>Inversor fotovoltaico PVIN03KS de la serie SVT de General Electric con tensión máxima de entrada de 500v, salida en monofásico a 230V y potencia nominal de 3000W. Incluye</p>	

accesorios para instalación y conexionado.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
<p>Sistema de control Danfoss</p> <p>Sistema de control de la instalación fotovoltaica. Incluye el dispositivo de monitorización y gestión de red, autómata programable Danfoss con software específico para la instalación y sondas para lectura de red y generación en los puntos de consumo y producción. Equipos auxiliares e instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Equipo de protección y maniobra</p> <p>Contiene los interruptores, protecciones y dispositivos de maniobra requeridos en la instalación. Accesorios, bases soporte e instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Cableado instalación fotovoltaica 2 x (1x6 mm²)</p> <p>Cable Exzhellent solar ZZ-F (AS) 1,8Kv DC – 0,6/1 Kv AC de General Cable o similar con aislamiento y cubierta de goma, no propagador de llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, baja corrosividad. Específico para instalaciones fotovoltaicas. Incluye accesorios de montaje e instalación.</p>	
Ud.	Medición
m.	25

6.4 Instalación solar térmica A.C.S - Piscina

Descripción	
<p>Panel solar térmico Astersa NEO 18</p> <p>Captador solar térmico de tubos de vacío completo, partido, para instalación individual, compuesto por: un panel, de 1861x1056x94,5 mm, rendimiento 0,757 y con un área de captación de 1,77 m². Incluye conexionado, sujeción y montaje.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	9

Descripción	
<p>Bomba recirculatoria A.C.S</p> <p>Grupo de presión doméstico, para suministro de agua en aspiración con carga, formado por: electrobomba centrífuga monocelular horizontal construida en hierro fundido, monofásica, con una potencia de 0,37 kW y presión máxima de 5 bar, con depósito acumulador de acero inoxidable esférico de 24 litros con membrana recambiable, presostato, manómetro, racor de varias vías, cable eléctrico de conexión con enchufe tipo schuko. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
<p>Bomba recirculatoria piscina</p> <p>Grupo de presión Whisperflo ideal para el accionamiento de sistemas de limpieza. Electrobomba centrífuga monocelular construida en hierro fundido, monofásica, con una potencia de 1,1kW. Difusor y propulsor de alta eficiencia que minimiza las turbulencias y el ruido. Eje del motor de acero inoxidable. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
<p>Acumulador 200L</p> <p>Acumulador de agua caliente sanitaria Thermor sin serpentín preparado para el calentamiento del agua a través de un intercambiador de placas. Volumen de 200 litros, temperatura máxima de 90 °C y presión máxima de trabajo de 8 bar. Incluye instalación y conexionado.</p>	

Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
<p>Acumulador 2000L</p> <p>Acumulador de agua caliente Zani con Aislamiento Rígido. Tratamiento anticorrosivo: SmaltoPlast, tratamiento termoplástico idóneo al contacto con agua potable. . Aislamiento: poliuretano rígido, espesor 30 mm. Protección catódica. Garantía anticorrosión. (Versión horizontal, aumento 12%). Volumen de 2000 litros, temperatura máxima de 80 °C y presión máxima de trabajo de 6 bar. Incluye instalación y conexionado.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
<p>Controlador solar Junkers TDS 050</p> <p>Controlador solar con 2 entradas para sondas de temperatura NTC; 1 salida 230 V / 50 Hz. Display LCD con indicación de temperaturas, códigos de error, modo de funcionamiento y estado de la bomba. Válvula de tres vías motorizada (230 V / 50 Hz), DN 20. Dimensiones: 134 x 137 x 38 mm. Montaje sobre pared. Incluye dos sondas de temperatura NTC. Incluye accesorios para montaje e instalación.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
<p>Purgador automático</p> <p>Suministro y colocación de purgador automático de energía solar, de latón fundido, para temperaturas hasta 150° C; colocada mediante unión roscada, incluso llave de corte de 1/2", totalmente instalado y funcionando.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción

Vaso de expansión 5L	
<p>Vaso de expansión de 5L para instalaciones de energía solar en circuito cerrado. Membrana no recambiable. Protección anticorrosiva de los materiales en contacto con el agua. Conexión de agua zincada. Permite alcanzar punta de temperatura (durante una hora) de hasta 130° C. Apto para el uso de anticongelantes hasta el 50%. Precarga 2,5 Bar. Temperatura - 10° C + 100° C. Presión máxima 10 bar. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
<p>Vaso de expansión 8L</p> <p>Vaso de expansión de 8L de para instalaciones de energía solar en circuito cerrado. Membrana no recambiable. Protección anticorrosiva de los materiales en contacto con el agua. Conexión de agua zincada. Permite alcanzar punta de temperatura (durante una hora) de hasta 130° C. Apto para el uso de anticongelantes hasta el 50%. Precarga 2,5 Bar. Temperatura - 10° C + 100° C. Presión máxima 10 bar. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
<p>Sonta de temperatura PT100</p> <p>Sonda de temperatura utilizada para medir la temperatura de los captadores o acumuladores solares. Incluye precio de la sonda más instalación y comprobación de funcionamiento. Incluye montaje.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
<p>Tubería de cobre DN 20-22</p> <p>Tubería de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro nominal, para instalaciones de agua fría y caliente, con uniones realizadas mediante soldadura fuerte con un mínimo de 20% plata, con</p>	

p.p. de piezas especiales de cobre y prueba de estanqueidad, instalada y funcionando, según normativa vigente UNE-EN-1057 y CTE-HS-4. Incluye accesorios y montaje.

Ud.	Medición
m.	45

Descripción	
<p>Caldera de pélet A.C.S</p> <p>Caldera Froling P4-15 de 14,9kW o similar, para combustión de pellet de madera de 6 mm normalizados según EN 14961-2 A1 / EN Plus / DIN Plus. Puede funcionar también con hueso de aceituna limpio, seco y sin aceite ni residuos químicos. Eficiencia energética hasta 92%. Incluye instalación y montaje.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Caldera de pélet Piscina</p> <p>Caldera Froling P4-8 de 10,5kW o similar, para combustión de pellet de madera de 6 mm normalizados según EN 14961-2 A1 / EN Plus / DIN Plus. Puede funcionar también con hueso de aceituna limpio, seco y sin aceite ni residuos químicos. Eficiencia energética hasta 92%. Incluye instalación y montaje.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

6.5 Fontanería

Descripción	
<p>Tubería Ppr (Polipropileno) DN16</p> <p>Tubería lisa de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.</p>	

Ud.	Medición
m.	39

Descripción	
<p>Tubería Ppr (Polipropileno) DN25</p> <p>Tubería lisa de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
m.	110

Descripción	
<p>Tubería Ppr (Polipropileno) DN32</p> <p>Tubería lisa de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
m.	42

Descripción	
<p>Tubería Ppr (Polipropileno) DN40</p> <p>Tubería lisa de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
m.	85

Descripción	
Codo 90° Ppr (Polipropileno) DN16	
Codo liso de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	21

Descripción	
Codo 90° Ppr (Polipropileno) DN25	
Codo liso de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	20

Descripción	
Codo 90° Ppr (Polipropileno) DN32	
Codo liso de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	11

Descripción

Codo 90° Ppr (Polipropileno) DN40	
<p>Codo liso de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	6

Descripción	
<p>Tes Ppr (Polipropileno) DN40</p> <p>Te lisa uniforme de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Tes reducidas Ppr (Polipropileno) 25x16x25</p> <p>Te reducida de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	16

Descripción	
<p>Tes reducidas Ppr (Polipropileno) 32x16x32</p> <p>Te reducida de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y</p>	

aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.

Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción

Tes reducidas Ppr (Polipropileno) 32x25x32

Te reducida de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.

Ud.	Medición
Ud.	6

Descripción

Tes reducidas Ppr (Polipropileno) 40x32x40

Te reducida de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.

Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción

Manguito de unión Ppr (Polipropileno) DN 25

Manguito de unión de Ppr para hacer empalmes de tuberías en tramos rectos según recomendación considerada. Instalación incluida.

Ud.	Medición
Ud.	8

Descripción	
Manguito de unión Ppr (Polipropileno) DN 32	
Manguito de unión de Ppr para hacer empalmes de tuberías en tramos rectos según recomendación considerada. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
Manguito de unión Ppr (Polipropileno) DN 40	
Manguito de unión de Ppr para hacer empalmes de tuberías en tramos rectos según recomendación considerada. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	14

Descripción	
Válvula de esfera Ppr DN25	
Válvula para cortar el paso del suministro de cualquier estancia. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	10

Descripción	
Válvula de esfera Ppr DN32	
Válvula para cortar el paso del suministro de cualquier estancia. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	3

Descripción	
Contador de agua doméstico	
Contador de agua doméstico de totalizador seco. Modelos ½" - ¾": chorro único. Modelos 1" -	

1¼" - 1½": chorro múltiple. Totalizador orientable 360°. Para agua fría hasta 30°. Lectura directa mediante tambores numerados. A partir de 1" preequipado para emisor de impulsos cyble y certificado CE 75/33. Montaje incluido.

Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Filtro</p> <p>Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C. Montaje incluido.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

6.6 Saneamiento

6.6.1 Evacuación de aguas residuales

Descripción	
<p>Tubería PVC DN 40</p> <p>Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN... para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 40 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
m.	21

Descripción	
<p>Tubería PVC DN 50</p> <p>Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN... para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 50 mm, color marrón naranja, unión por junta</p>	

elástica, conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.

Ud.	Medición
m.	3

Descripción

Tubería PVC DN 90

Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN... para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 110 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.

Ud.	Medición
m.	38

Descripción

Tubería PVC DN 110

Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN... para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 110 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.

Ud.	Medición
m.	31

Descripción

Tubería PVC DN 125

Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN... para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 110 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.

Ud.	Medición
m.	52

Descripción	
Arquetas de 50 x 50 cm	
<p>Arqueta de paso enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 de dimensiones interiores 50x50x50 cm, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	13

Descripción	
Bote sifónico	
<p>Suministro e instalación de bote sifónico de PVC de 110 mm de diámetro, con cinco entradas de 40 mm de diámetro y una salida de 50 mm de diámetro, con tapa ciega de acero inoxidable, colocado superficialmente bajo el forjado. Incluso prolongador. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	3

6.6.2 Evacuación de aguas pluviales

Descripción	
Bomba depósito pluviales	
<p>Bomba centrífuga monoturbina de 1.00 Hp. Conexión aspiración e impulsión 1".Caudal máximo 6.000 l/h. Altura manométrica máxima 32 metros. Tensión alimentación de 230 V. Cuerpo y soporte en fundición gris. Turbina en latón. Eje en acero inoxidable. Cierre mecánico en cerámica/grafito. Motor cerrado, protección IP-44, ventilación exterior, servicio continuo, aislamiento clase F, incorpora condensador y motoprotector amperimétrico.</p>	
Ud.	Medición

Ud.	1
-----	---

Descripción	
<p>Canalón DN 125</p> <p>Canalón circular de PVC con óxido de titanio, para encolar, diámetro 125mm, color gris claro, según UNE-EN 607. Incluso p/p de soportes, esquinas, tapas, remates finales, piezas de conexión a bajantes y piezas especiales. Incluye material auxiliar para canalones y bajantes de instalaciones de evacuación de PVC. Medios auxiliares y mano de obra incluida.</p>	
Ud.	Medición
m	32

Descripción	
<p>Bajante DN 90</p> <p>Bajante exterior resistente al fuego de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por PVC, serie B, de 90 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro y 3 m de longitud nominal. Tubo de PVC, serie B, según UNE-EN 1453-1, resistente al fuego (resistencia al fuego B-s1,d0 según UNE-EN 13501-1), de 90 mm de diámetro y 3 mm de espesor, 3 m de longitud nominal, con embocadura, junta pegada, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales. Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC. Adhesivo para tubos y accesorios de PVC. Medios auxiliares y mano de obra incluida.</p>	
Ud.	Medición
m	12

Descripción	
<p>Colector DN 90</p> <p>Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m², de 90 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1401-1, incluso juntas y lubricante. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
m	31

Descripción	
Colector DN 110	
Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m ² , de 125 mm de diámetro exterior y 3,6 mm de espesor, según UNE-EN 1401-1, incluso juntas y lubricante. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
m	6

Descripción	
Arquetas de 50 x 50 cm	
Arqueta de paso enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 de dimensiones interiores 50x50x50 cm, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	8

6.7 Domótica

Descripción	
Módulo fuente de alimentación 100W	
Fuente de Alimentación 100W con tensión de salida 24V C.C con protección para sobrecarga y cortocircuito, para instalar en cuadro eléctrico. Equipos auxiliares e instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
Módulo de entradas M8E carril DIN	

Módulo de Entradas 24 Vcc para conexión de pulsadores, interruptores, detectores, termostatos, etc. Los dispositivos a conectar deben ser contactos libres de potencial. Conexión por cable de par trenzado a la red LON y alimentación de 24V. Instalación incluida.

Ud.	Medición
Ud.	7

Descripción

Módulo de salidas M6S carril DIN

Módulo de 6 salidas, con 4 relés de contacto y 2 relés con enclavamiento manual, para conexión de cargas de libre potencial para cargas inferiores o iguales a 6A. Conexión por cable de par trenzado a la red LON y alimentación 24V. Cortará la fase del circuito de carga ya protegida por su magnetotérmico del circuito correspondiente marcado por REBT. Instalación incluida.

Ud.	Medición
Ud.	7

Descripción

Módulo Dimmer 2S Univ. 350W Carril DIN

Módulo Dimmer Universal para regulación de circuitos de iluminación para cualquier tipo de carga. Conexión por cable de par trenzado a la red LON y alimentación de trabajo de 24V. Cortará la fase del circuito de carga ya protegida por su magneto térmico del circuito correspondiente marcado por REBT. Instalación incluida.

Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción

Módulo 2E/2S empotrable + teclas dobles para módulo E/S empotrar

Módulo de 2 entradas y 2 salidas y teclas dobles incluidas, para manejo directo sobre doble pulsador, empotrable en caja universal. Se utiliza para dar pequeñas soluciones aisladas, descentralizadas para la gestión de la iluminación, gestión de persianas, intrusión, etc. Dispone de 2 salidas para 2 LED's indicadores de estado. Conexión por cable de par trenzado a la red LON. Instalación incluida.

Ud.	Medición
-----	----------

Ud.	15
-----	----

Descripción	
<p>Motor de persianas</p> <p>Motor tubular para persianas de 40 Nm a 15 r.p.m. Cuenta con un tubo extensible hasta 1,9 metros de largo, para instalación en cajón de obra o cajón. Potencia 170W. Alimentación a 230V, 50Hz. Accesorios e instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	8

Descripción	
<p>Módulo receptor IR (Infrarrojos)</p> <p>Módulo Receptor IR, empotrable en caja universal. Este módulo permite que las órdenes que efectúa el mando a distancia sean interpretadas por el sistema, de acuerdo a la programación previamente realizada. Conexión por cable de par trenzado a la red LON y alimentación 24V. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
<p>Mando a distancia IR multimedia</p> <p>Mando IR Multimedia permite el control de las funciones que se realizan en una estancia (iluminación, climatización, persianas, etc) y puede llegar a controlar hasta 7 dispositivos, incluyendo VCRs, DVD's, TV's, etc.). Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Módulo visualizador - empotrable</p> <p>Módulo visualizador para control de estados de alarma, estado de funciones, temporizadores, en formato empotrable, con display LCD alfanumérico, 6 teclas. Conexión por cable de par trenzado a la red LON. Incluye marco módulo visualizador y caja de empotrar. Instalación</p>	

incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
<p>Módulo memoria Vit@</p> <p>Módulo de memoria del sistema domótico para poder realizar operaciones de gestión de recursos avanzadas en la instalación. Conexión por cable de par trenzado a la red LON. Dimensiones: 4 TE. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Módulo terminador de red</p> <p>Módulo terminador de red SimonVit@ que realiza la función de impedancia de final de Bus y se coloca al principio y al final del mismo en función de la topología escogida. Es un elemento imprescindible para cualquier instalación. Conexión por cable de par trenzado a la red LON. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Pantalla táctil TFT - superficie cristal</p> <p>Pantalla TFT de Superficie de 8" con marco exterior cristal plata para visualización y control general de iluminación, persianas, climatización, resolución 640x480. Conexión por cable de par trenzado a la red LON y alimentación a 24V. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Detector de movimiento por infrarrojos</p>	

Detector de movimiento por infrarrojos para instalaciones interiores. Dotado de sensor crepuscular y tiempo de retardo. Instalación sobre techo a una altura desde 0,5m a 3,5m. Alcance 12m. Angulo de detección 360°. Sensibilidad a la luz ambiente ajustable de 3 a 2000lux. Instalación incluida.

Ud.	Medición
Ud.	13

Descripción

Sensor de humedad para riego

Para tener en cuenta la humedad del suelo a la hora de programar el riego. Sistema de medición electro-térmica (medición de las diferencias de temperatura del suelo). Botón de programación del nivel de humedad deseado. Visualización del nivel de humedad actuar. Instalación incluida.

Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción

Sensor crepuscular

Detector Crepuscular con alimentación a 24V c.c. desde la fuente, regulable de 5 a 100 lux con led indicador de contacto cerrado. Instalación incluida.

Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción

Detector de inundación empotrable

Detector de agua que detecta posibles inundaciones. Instalación en caja de empotrar universal. Incluye una sonda de inundación. Se puede conectar hasta un máximo de 3 sondas. En caso de alarma dispone de led rojo y señal sonora, pudiendo comandar una electro-válvula para el cierre automático del suministro de agua. Necesita una fuente de alimentación. Instalación incluida.

Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
<p>Sondas de inundación</p> <p>Se activa por detección de agua, en ese instante se produce un cierre en el relé, que permanecerá activado durante todo el tiempo que la sonda esté detectando agua. Conectar al detector de inundación. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	3

Descripción	
<p>Detector de gas empotrable</p> <p>Detector de gas diseñado según normativa UNE- EN 50194, permite detectar la presencia de gases tóxicos y explosivos, tales como: butano, propano, metano, gas ciudad, gas natural y otros. Instalación en caja de empotrar universal. Dispone de led de servicio (verde), led bicolor alarma/avería (rojo y ambar) y pulsador de Test. Necesita una fuente de alimentación. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Detector de humo óptico</p> <p>Detector de humo óptico para detectar el humo que llega a la cámara del mismo. No detecta gas, calor o llama. Proporciona alarmas sonoras procedentes del avisador acústico que lleva incorporado. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
<p>Electro-válvula de agua</p> <p>Electro-válvula de agua normalmente abierta para el control de suministro de agua. Rearme automático. Conexión $\frac{3}{4}$" G, grado de protección IP65. Instalación incluida.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	3

Descripción	
Electro-válvula de gas	
Electro-válvula de gas normalmente para el control de suministro de gas. Rearme manual. Grado de protección IP54. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	1

**TÍTULO: INSTALACIONES PARA UNA VIVIENDA CON
MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
MEDIANTE EL USO DE LA DOMÓTICA Y ENERGÍAS
RENOVABLES**

PRESUPUESTO

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

FECHA: NOVIEMBRE DE 2014

AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

Fdo.: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

7. PRESUPUESTO	2
7.1 Alumbrado	2
7.2 Instalación eléctrica	5
7.3 Instalación solar fotovoltaica	9
7.4 Instalación solar térmica A.C.S - Piscina	10
7.5 Fontanería	14
7.6 Saneamiento	20
7.6.1 Evacuación de aguas residuales	20
7.6.2 Evacuación de aguas pluviales	23
7.7 Domótica	25
7.8 Resumen de presupuesto	31

7. PRESUPUESTO

7.1 Iluminación

Descripción			
Luminaria: Philips RS551B 1XLED39S/827 VWB GC			
Lámpara LED39S o similar (LED Module, system flux 3900 lm) empotrada sobre techo con una potencia de 53 W, flujo luminoso de 3900 Lm, eficiencia luminosa 81 Lm/W, temperatura de color 3000 K e índice de reproducción cromática >80. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	429,00 €	1.716,00 €
Importe total:			1.716,00 €

Descripción			
Luminaria: Philips DN470B 1XLED20S/830 C (1000)			
Lámpara LED20S o similar (LED Module, system flux 2200 lm) empotrada sobre techo con una potencia de 24 W, flujo luminoso de 2200 Lm, eficiencia luminosa 91,5 Lm/W, temperatura de color 3000 K e índice de reproducción cromática >80. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	11	227,50 €	2.502,50 €
Importe total:			2.502,50 €

Descripción			
Luminaria: Philips BBG390 4XLED HB 830 ALU 40º IP54			
Lámpara LED-HB (LED High Brightness) o similar empotrada sobre techo con una potencia de 13 W, flujo luminoso 700 Lm, eficiencia luminosa 50 Lm/W, temperatura de color 3000 K e índice de reproducción cromática 80. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	123,50 €	247,00 €
Importe total:			247,00 €

Descripción			
Luminaria: Philips DN460B LED11S/830 PSED-E WH			

Lámpara LED11S o similar (LED Module, system flux 1100 lm) empotrada sobre techo con una potencia de 13,8 W, flujo luminoso 1200 Lm, eficiencia luminosa 87 Lm/W, temperatura de color 3000 K, índice reproducción cromática 80 (Sustituye al modelo PHILIPS DN450B IP44 1xDLM1100/840 empleado en los cálculos). Instalación incluida.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	208,00 €	832,00 €
Importe total:			832,00 €

Descripción

Luminaria: Philips DN 570C 12S/830 PSED-E C WH

Lámpara LED12S o similar (LED Module, system flux 1200 lm) empotrada sobre techo con una potencia de 12,6 W, flujo luminoso 1200 Lm, temperatura de color 3000 K, índice de reproducción cromática >80 (sustituye al modelo PHILIPS DN570C 1xLED12S/840 C PG empleado en los cálculos). Instalación incluida.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	617,50 €	617,50 €
Importe total:			617,50 €

Descripción

Luminaria: Philips BBS470 1xLLED – 3000 C

Lámpara LLED Module o similar empotrada sobre techo con una potencia de 8 W, flujo luminoso 630 Lm, temperatura de color 3000 K e índice de reproducción cromática 80. Instalación incluida.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	253,50 €	253,50 €
Importe total:			253,50 €

Descripción

Luminaria: Philips WL120 LED16S/830 PSR GR

Lámpara LED16S o similar (LED Module, system flux 1600 lm) empotrada sobre pared con una potencia de 24 W, flujo luminoso 1600 Lm, eficiencia luminosa 67 Lm/W, temperatura de color 3000 K, índice reproducción cromática 80. Instalación incluida.

Ud.	Medición	Precio	Importe
-----	----------	--------	---------

Ud.	7	104,00 €	728,00 €
Importe total:			728,00 €

Descripción			
Luminaria: Philips BDP100 GRN15-/830 DW PCF SI CLO-DDF2 62P			
Luminaria exterior BDP100- Green line o similar con una potencia de 14,3 W, flujo luminoso 901 Lm, eficiencia luminosa 63 Lm/W, temperatura de color 3000 K, índice reproducción cromática >80. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	12	435,50 €	5.226,00 €
Importe total:			5.226,00 €

Descripción			
Punto pulsador JUNG-AS 500			
Punto pulsador realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar aislados para una tensión nominal de 750 V y sección 1,5 mm ² , incluido caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillo, mecanismo pulsador Jung.531 U y marcos respectivos, totalmente montado e instalado			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	33	67,12	2.216,96 €
Importe total:			2.216,96 €

Descripción			
Punto de luz sencillo JUNG-AS 500			
Punto de luz sencillo realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 1,5 mm ² , caja de registro, caja mecanismo universal con tornillo, interruptor unipolar Jung-501 U con tecla Jung-AS 591 y marco respectivo, totalmente montado e instalado			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	30,62	122,48 €
Importe total:			122,48 €

Importe total iluminación	14.461,94 €
----------------------------------	--------------------

7.2 Instalación eléctrica

Descripción			
Circuitos de alumbrado interior y domótica 2 x (1x1,5mm²) + TT			
Cable Prysmian Afumex 750V Quick System (AS) o similar con aislamiento ES07Z1-K de sección 1,5 mm ² en tubo PVC, flexible, libre de halógenos, no propagador de llama, baja emisión de humos opacos. Incluida instalación en sistema monofásico (fase y neutro), p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	90	9,76 €	878,40 €
Importe total:			878,40 €

Descripción			
Circuitos de fuerza 2 x (1x2,5 mm²) + TT			
Cable Prysmian Afumex 750V Quick System (AS) o similar con aislamiento ES07Z1-K de sección 2,5 mm ² en tubo PVC, flexible, libre de halógenos, no propagador de llama, baja emisión de humos opacos. Incluida instalación en sistema monofásico (fase y neutro), p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	37	10,89 €	402,93 €
Importe total:			402,93 €

Descripción			
Circuitos de fuerza 2 x (1x4 mm²) + TT			
Cable Prysmian Afumex 750V Quick System (AS) o similar con aislamiento ES07Z1-K de sección 4 mm ² en tubo PVC, flexible, libre de halógenos, no propagador de llama, baja emisión de humos opacos. Incluida instalación en sistema monofásico (fase y neutro), p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	54	14,24 €	768,96 €
Importe total:			768,96 €

Descripción

Circuitos cocina y horno 2 x (1x6 mm²) + TT			
Cable Prysmian Afumex 750V Quick System (AS) o similar con aislamiento ES07Z1-K de sección 6 mm ² en tubo PVC, flexible, libre de halógenos, no propagador de llama, baja emisión de humos opacos. Incluida instalación en sistema monofásico (fase y neutro), p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	10	17,93 €	179,30 €
Importe total:			179,30 €

Descripción			
Circuitos de alumbrado exterior y bombas instalación 2 x (1x6 mm²) + TT			
Cable Prysmian Afumex 1000V (AS) o similar con aislamiento RZ1-K de sección 6 mm ² en tubo PVC, flexible, libre de halógenos, no propagador de llama, baja emisión de humos opacos. Incluido tendido bajo tubo de PVC corrugado enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno de dimensiones 0,40 cm. de ancho y 0,40 cm. de profundidad, incluso excavación y reposición del terreno, montaje y conexionado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	161	20,06 €	3.229,66 €
Importe total:			3.229,66 €

Descripción			
Derivacion individual 2 x (1x25 mm²) + TT			
Cable Prysmian Afumex 1000V (AS) o similar con aislamiento RZ1-K de sección 25 mm ² en tubo PVC, flexible, libre de halógenos, no propagador de llama, baja emisión de humos opacos. Incluido p.p. de zanja, capa de arena de río, protección mecánica por placa y cinta de señalización de PVC. Instalación incluyendo conexionado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	50	41,68 €	2.084,00 €
Importe total:			2.084,00 €

Descripción			
Cuadro general de vivienda con puerta transparente 355 x 750 x 142 cm			
Cuadro protección electrificación elevada Simon o equivalente, formado por caja, de doble			

aislamiento de empotrar, con caja de empotrar de 4x72 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor de control de potencia, interruptor general magnetotérmico de corte omnipolar 40 A y PIAS (I+N) de 10, 16, 20, 25 y 32 A. requeridos, con circuitos adicionales para alumbrado, tomas de corriente, calefacción, aire acondicionado, secadora y gestión de usuarios. Instalado, incluyendo cableado y conexionado.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	1.157,26 €	1.157,26 €
Importe total:			1.157,26 €

Descripción			
Modulo para contador monofásico + contador monofásico bidireccional ME162			
Módulo para un contador monofásico y contador monofásico bidireccional ME162 Metrega. Montaje en el exterior de vivienda unifamiliar, homologado por la compañía suministradora, instalado, incluyendo cableado y elementos de protección.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	318,93 €	318,93 €
Importe total:			318,93 €

Descripción			
Base enchufe "SCHUKO" JUNG-LS 990			
Base enchufe con toma de tierra lateral realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar, aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 2,5 mm ² ., (activo, neutro y protección), incluido caja de registro, caja mecanismo universal con tornillo, base enchufe 10/16 A (II+T.T.), sistema "Schuko" de Jung-LS 521, así como marco respectivo, totalmente montado e instalado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	20	39,60 €	792,00 €
Importe total:			792,00 €

Descripción			
Base enchufe JUNG-621 W tubo PVC estanca P.C			
Base enchufe estanca de superficie Jung-621 W con toma de tierra lateral de 10/16 A (II+T.T.), superficial realizado en tubo PVC rígido D=20 y conductor de cobre unipolar aislados ES07Z1-K 2.5 mm ² (activo, neutro y protección), incluido caja de registro "plexo" D=80, toma de corriente superficial y regletas de conexión, totalmente montado e instalado			

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	11	32,57 €	358,27 €
Importe total:			358,27 €

Descripción			
Base enchufe 25 A + T.T			
Base de enchufe con toma de tierra desplazada realizada con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido libre de halógenos de 6 mm ² de Cu., y aislamiento RZ-k 0.7kV., en sistema monofásico con toma de tierra (fase, neutro y tierra), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe 25 A .(II+t.) Niessen serie Zenit, instalada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	41,60	41,60 €
Importe total:			41,60 €

Descripción			
Toma R-TV+SAT única. BL Simon 27 play			
Toma para TV/SAT realizada con tubo PVC corrugado de M 20/gp5, incluida caja de registro, caja universal con tornillos, toma TV/SAT Simon serie 27 Play, instalada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	40,20 €	160,80 €
Importe total:			160,80 €

Descripción			
Toma teléfono Simon 82			
Toma de teléfono con 6 contactos para conector RJ-12, realizada con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y guía de alambre galvanizado, para instalación de línea telefónica, incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, toma de teléfono con 6 contactos para conector RJ-12 con marco Simon serie 82, instalada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	34,53 €	69,06 €
Importe total:			69,06 €

Importe total instalación eléctrica	10.441,17 €
--	--------------------

7.3 Instalación solar fotovoltaica

Descripción			
Paneles solares fotovoltaicos			
Módulo fotovoltaico A-200M, Atersa o similar con una potencia máxima de 200 W, 24 V de tensión nominal y formado por 72 células monocristalinas. Dimensiones: 1618x814x35 mm. Incluye instalación y conexionado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	28	398,47 €	11.157,16 €
Importe total:			11.157,16 €

Descripción			
Inversor fotovoltaico con conexión a red			
Inversor fotovoltaico PVIN03KS de la serie SVT de General Electric con tensión máxima de entrada de 500v, salida en monofásico a 230V y potencia nominal de 3000W. Incluye accesorios para instalación y conexionado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	1.543,10 €	3.086,20 €
Importe total:			3.086,20 €

Descripción			
Sistema de control Danfoss			
Sistema de control de la instalación fotovoltaica. Incluye el dispositivo de monitorización y gestión de red, autómata programable Danfoss con software específico para la instalación y sondas para lectura de red y generación en los puntos de consumo y producción. Equipos auxiliares e instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	1.237,60 €	1.237,60 €
Importe total:			1.237,60 €

Descripción			
Equipo de protección y maniobra			
Contiene los interruptores, protecciones y dispositivos de maniobra requeridos en la			

instalación. Accesorios, bases soporte e instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	294,83, €	294,83 €
Importe total:			294,83 €

Descripción			
Cableado instalación fotovoltaica 2 x (1x6 mm²)			
Cable Exzhellent solar ZZ-F (AS) 1,8Kv DC – 0,6/1 Kv AC de General Cable o similar con aislamiento y cubierta de goma, no propagador de llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, baja corrosividad. Especifico para instalaciones fotovoltaicas. Incluye accesorios de montaje e instalación.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	25	18,52 €	463,00 €
Importe total:			463,00 €

Importe total instalación fotovoltaica	16.238,79 €
---	--------------------

7.4 Instalación solar térmica A.C.S - Piscina

Descripción			
Panel solar térmico Astersa NEO 18			
Captador solar térmico de tubos de vacío completo, partido, para instalación individual, compuesto por: un panel, de 1861x1056x94,5 mm, rendimiento 0,757 y con un área de captación de 1,77 m ² . Incluye conexionado, sujeción y montaje.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	9	734,50 €	6.610,50 €
Importe total:			6.610,50 €

Descripción			
Bomba recirculatoria A.C.S			
Grupo de presión doméstico, para suministro de agua en aspiración con carga, formado por: electrobomba centrífuga monocelular horizontal construida en hierro fundido, monofásica, con			

una potencia de 0,37 kW y presión máxima de 5 bar, con depósito acumulador de acero inoxidable esférico de 24 litros con membrana recambiable, presostato, manómetro, racor de varias vías, cable eléctrico de conexión con enchufe tipo schuko. Instalación incluida.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	469,50 €	939,00 €
Importe total:			939,00 €

Descripción			
Bomba recirculatoria piscina			
Grupo de presión Whisperflo ideal para el accionamiento de sistemas de limpieza. Electrobomba centrifuga monocelular construida en hierro fundido, monofásica, con una potencia de 1,1kW. Difusor y propulsor de alta eficiencia que minimiza las turbulencias y el ruido. Eje del motor de acero inoxidable. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	616,40 €	1.232,80 €
Importe total:			1.232,80 €

Descripción			
Acumulador 200L			
Acumulador de agua caliente sanitaria Thermor sin serpentín preparado para el calentamiento del agua a través de un intercambiador de placas. Volumen de 200 litros, temperatura máxima de 90 °C y presión máxima de trabajo de 8 bar. Incluye instalación y conexionado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	1.488,49 €	2.976,90 €
Importe total:			2.976,90 €

Descripción			
Acumulador 2000L			
Acumulador de agua caliente Zani con Aislamiento Rígido. Tratamiento anticorrosivo: SmaltoPlast, tratamiento termoplastico idóneo al contacto con agua potable. . Aislamiento: poliuretano rígido, espesor 30 mm. Protección catódica. Garantía anticorrosión. (Versión horizontal, aumento 12%). Volumen de 2000 litros, temperatura máxima de 80 °C y presión máxima de trabajo de 6 bar. Incluye instalación y conexionado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe

Ud.	2	5.670,66 €	11.341,32 €
Importe total:			11.341,32 €

Descripción			
Controlador solar Junkers TDS 050			
Controlador solar con 2 entradas para sondas de temperatura NTC; 1 salida 230 V / 50 Hz. Display LCD con indicación de temperaturas, códigos de error, modo de funcionamiento y estado de la bomba. Válvula de tres vías motorizada (230 V / 50 Hz), DN 20. Dimensiones: 134 x 137 x 38 mm. Montaje sobre pared. Incluye dos sondas de temperatura NTC. Incluye accesorios para montaje e instalación.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	370,50 €	741,00 €
Importe total:			741,00 €

Descripción			
Purgador automático			
Suministro y colocación de purgador automático de energía solar, de latón fundido, para temperaturas hasta 150° C; colocada mediante unión roscada, incluso llave de corte de 1/2", totalmente instalado y funcionando.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	42,05 €	168,20 €
Importe total:			168,20 €

Descripción			
Vaso de expansión 5L			
Vaso de expansión de 5L para instalaciones de energía solar en circuito cerrado. Membrana no recambiable. Protección anticorrosiva de los materiales en contacto con el agua. Conexión de agua zincada. Permite alcanzar punta de temperatura (durante una hora) de hasta 130° C. Apto para el uso de anticongelantes hasta el 50%. Precarga 2,5 Bar. Temperatura - 10° C + 100° C. Presión máxima 10 bar. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	29,92 €	119,68 €
Importe total:			119,68 €

Descripción			
Vaso de expansión 8L			
<p>Vaso de expansión de 8L de para instalaciones de energía solar en circuito cerrado. Membrana no recambiable. Protección anticorrosiva de los materiales en contacto con el agua. Conexión de agua zincada. Permite alcanzar punta de temperatura (durante una hora) de hasta 130° C. Apto para el uso de anticongelantes hasta el 50%. Precarga 2,5 Bar. Temperatura - 10° C + 100° C. Presión máxima 10 bar. Instalación incluida.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	32,76 €	131,04 €
Importe total:			131,04 €

Descripción			
Sonta de temperatura PT100			
<p>Sonda de temperatura utilizada para medir la temperatura de los captadores o acumuladores solares. Incluye precio de la sonda más instalación y comprobación de funcionamiento. Incluye montaje.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	42,28 €	169,12 €
Importe total:			169,12 €

Descripción			
Tubería de cobre DN 20-22			
<p>Tubería de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro nominal, para instalaciones de agua fría y caliente, con uniones realizadas mediante soldadura fuerte con un mínimo de 20% plata, con p.p. de piezas especiales de cobre y prueba de estanqueidad, instalada y funcionando, según normativa vigente UNE-EN-1057 y CTE-HS-4. Incluye accesorios y montaje.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	45	11,90 €	535,50 €
Importe total:			535,50 €

Descripción			
Caldera de pélet A.C.S			

Caldera Froling P4-15 de 14,9kW o similar, para combustión de pellet de madera de 6 mm normalizados según EN 14961-2 A1 / EN Plus / DIN Plus. Puede funcionar también con hueso de aceituna limpio, seco y sin aceite ni residuos químicos. Eficiencia energética hasta 92%. Incluye instalación y montaje.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	11.452,00 €	13.203,30 €
Importe total:			13.203,30 €

Descripción

Caldera de pélet Piscina

Caldera Froling P4-8 de 10,5kW o similar, para combustión de pellet de madera de 6 mm normalizados según EN 14961-2 A1 / EN Plus / DIN Plus. Puede funcionar también con hueso de aceituna limpio, seco y sin aceite ni residuos químicos. Eficiencia energética hasta 92%. Incluye instalación y montaje.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	11.452,00 €	12.597,20 €
Importe total:			12.597,20 €

**Importe total instalación solar térmica
A.C.S - Piscina**

50.765,56 €

7.5 Fontanería

Descripción

Tubería Ppr (Polipropileno) DN16

Tubería lisa de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.

Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	39	1,51 €	58,89 €
Importe total:			58,89 €

Descripción			
Tubería Ppr (Polipropileno) DN25			
Tubería lisa de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	110	2,11 €	232,10 €
Importe total:			232,10 €

Descripción			
Tubería Ppr (Polipropileno) DN32			
Tubería lisa de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	42	3,30 €	138,60 €
Importe total:			138,60 €

Descripción			
Tubería Ppr (Polipropileno) DN40			
Tubería lisa de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	85	5,02 €	426,70 €
Importe total:			426,70 €

Descripción			
Codo 90° Ppr (Polipropileno) DN16			
Codo liso de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	21	0,39 €	8,19 €
Importe total:			8,19 €

Descripción			
Codo 90° Ppr (Polipropileno) DN25			
Codo liso de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	20	0,56 €	11,20 €
Importe total:			11,20 €

Descripción			
Codo 90° Ppr (Polipropileno) DN32			
Codo liso de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	11	1,12 €	12,32 €
Importe total:			12,32 €

Descripción			
Codo 90° Ppr (Polipropileno) DN40			
Codo liso de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	6	2,05 €	12,30 €
Importe total:			12,30 €

Descripción			
Tes Ppr (Polipropileno) DN40			
Te lisa uniforme de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	2,50 €	2,50 €
Importe total:			2,50 €

Descripción			
Tes reducidas Ppr (Polipropileno) 25x16x25			
Te reducida de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	16	1,01 €	16,16 €
Importe total:			16,16 €

Descripción

Tes reducidas Ppr (Polipropileno) 32x16x32			
<p>Te reducida de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	1,72 €	3,44 €
Importe total:			3,44 €

Descripción			
Tes reducidas Ppr (Polipropileno) 32x25x32			
<p>Te reducida de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	6	1,78 €	10,68 €
Importe total:			10,68 €

Descripción			
Tes reducidas Ppr (Polipropileno) 40x32x40			
<p>Te reducida de Ppr y fácil colocación, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S, piscinas o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la producción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	2,83 €	2,83 €
Importe total:			2,83 €

Descripción

Manguito de unión Ppr (Polipropileno) DN 25			
Manguito de unión de Ppr para hacer empalmes de tuberías en tramos rectos según recomendación considerada. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	0,50 €	4,00 €
Importe total:			4,00 €

Descripción			
Manguito de unión Ppr (Polipropileno) DN 32			
Manguito de unión de Ppr para hacer empalmes de tuberías en tramos rectos según recomendación considerada. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	0,88 €	3,52 €
Importe total:			3,52 €

Descripción			
Manguito de unión Ppr (Polipropileno) DN 40			
Manguito de unión de Ppr para hacer empalmes de tuberías en tramos rectos según recomendación considerada. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	14	1,27 €	17,78 €
Importe total:			17,78 €

Descripción			
Válvula de esfera Ppr DN25			
Válvula para cortar el paso del suministro de cualquier estancia. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	10	13,72 €	137,20 €
Importe total:			137,20 €

Descripción			

Válvula de esfera Ppr DN32			
Válvula para cortar el paso del suministro de cualquier estancia. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	3	20,80 €	62,40 €
Importe total:			62,40 €

Descripción			
Contador de agua doméstico			
Contador de agua doméstico de totalizador seco. Modelos ½" - ¾": chorro único. Modelos 1" - 1¼" - 1½": chorro múltiple. Totalizador orientable 360°. Para agua fría hasta 30°. Lectura directa mediante tambores numerados. A partir de 1" preequipado para emisor de impulsos cyble y certificado CE 75/33. Montaje incluido.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	30,75 €	30,75 €
Importe total:			30,75 €

Descripción			
Filtro			
Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C. Montaje incluido.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	16,74 €	16,74 €
Importe total:			16,74 €

Importe total fontanería	1.208,30 €
---------------------------------	-------------------

7.6 Saneamiento

7.6.1 Evacuación de aguas residuales

Descripción

Tubería PVC DN 40			
<p>Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN... para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 40 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	21	13,04 €	273,84 €
Importe total:			273,84 €

Descripción			
Tubería PVC DN 50			
<p>Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN... para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 50 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	3	16,61 €	49,83 €
Importe total:			49,83 €

Descripción			
Tubería PVC DN 90			
<p>Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN... para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 110 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	38	24,20 €	919,60 €
Importe total:			919,60 €

Descripción

Tubería PVC DN 110			
<p>Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN... para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 110 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	31	28,17 €	873,27 €
Importe total:			873,27 €

Descripción			
Tubería PVC DN 125			
<p>Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN... para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 110 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	52	32,75 €	1.703,00 €
Importe total:			1.703,00 €

Descripción			
Arquetas de 50 x 50 cm			
<p>Arqueta de paso enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 de dimensiones interiores 50x50x50 cm, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Instalación incluida.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	13	191,19 €	2.485,47 €
Importe total:			2.485,47 €

Descripción

Bote sifónico			
<p>Suministro e instalación de bote sifónico de PVC de 110 mm de diámetro, con cinco entradas de 40 mm de diámetro y una salida de 50 mm de diámetro, con tapa ciega de acero inoxidable, colocado superficialmente bajo el forjado. Incluso prolongador. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	3	27,29 €	81,87 €
Importe total:			81,87 €

Importe total aguas residuales	6.386,88 €
---------------------------------------	-------------------

7.6.2 Evacuación de aguas pluviales

Descripción			
Bomba depósito pluviales			
<p>Bomba centrífuga monoturbina de 1.00 Hp. Conexión aspiración e impulsión 1".Caudal máximo 6.000 l/h. Altura manométrica máxima 32 metros. Tensión alimentación de 230 V. Cuerpo y soporte en fundición gris. Turbina en latón. Eje en acero inoxidable. Cierre mecánico en cerámica/grafito. Motor cerrado, protección IP-44, ventilación exterior, servicio continuo, aislamiento clase F, incorpora condensador y motoprotector amperimétrico.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	175,97 €	175,97 €
Importe total:			175,97 €

Descripción			
Canalón DN 125			
<p>Canalón circular de PVC con óxido de titanio, para encolar, diámetro 125mm, color gris claro, según UNE-EN 607. Incluso p/p de soportes, esquinas, tapas, remates finales, piezas de conexión a bajantes y piezas especiales. Incluye material auxiliar para canalones y bajantes de instalaciones de evacuación de PVC. Medios auxiliares y mano de obra incluida.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	32	13,33 €	426,56 €
Importe total:			426,56 €

Descripción			
Bajante DN 90			
Bajante exterior resistente al fuego de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por PVC, serie B, de 90 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro y 3 m de longitud nominal. Tubo de PVC, serie B, según UNE-EN 1453-1, resistente al fuego (resistencia al fuego B-s1,d0 según UNE-EN 13501-1), de 90 mm de diámetro y 3 mm de espesor, 3 m de longitud nominal, con embocadura, junta pegada, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales. Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC. Adhesivo para tubos y accesorios de PVC. Medios auxiliares y mano de obra incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	12	8,57 €	102,84 €
Importe total:			102,84 €

Descripción			
Colector DN 90			
Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m ² , de 90 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1401-1, incluso juntas y lubricante. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	31	9,04 €	280,24 €
Importe total:			280,24 €

Descripción			
Colector DN 110			
Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m ² , de 125 mm de diámetro exterior y 3,6 mm de espesor, según UNE-EN 1401-1, incluso juntas y lubricante. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	6	12,80 €	76,80 €
Importe total:			76,80 €

Descripción			
Arquetas de 50 x 50 cm			
Arqueta de paso enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 de dimensiones interiores 50x50x50 cm, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	191,19 €	1.529,52 €
Importe total:			1.529,52 €

Importe total pluviales	2.591,93 €
--------------------------------	-------------------

Importe total saneamiento	8.978,81 €
----------------------------------	-------------------

7.7 Domótica

Descripción			
Módulo fuente de alimentación 100W			
Fuente de Alimentación 100W con tensión de salida 24V C.C con protección para sobrecarga y cortocircuito, para instalar en cuadro eléctrico. Equipos auxiliares e instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	291,61 €	583,22 €
Importe total:			583,22 €

Descripción			
Módulo de entradas M8E carril DIN			
Módulo de Entradas 24 Vcc para conexión de pulsadores, interruptores, detectores, termostatos, etc. Los dispositivos a conectar deben ser contactos libres de potencial. Conexión por cable de par trenzado a la red LON y alimentación de 24V. Instalación incluida.			

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	7	217,48 €	1.522,36 €
Importe total:			1.522,36 €

Descripción			
Módulo de salidas M6S carril DIN			
<p>Módulo de 6 salidas, con 4 relés de contacto y 2 relés con enclavamiento manual, para conexión de cargas de libre potencial para cargas inferiores o iguales a 6A. Conexión por cable de par trenzado a la red LON y alimentación 24V. Cortará la fase del circuito de carga ya protegida por su magnetotérmico del circuito correspondiente marcado por REBT. Instalación incluida.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	7	266,76 €	1.867,32 €
Importe total:			1.867,32 €

Descripción			
Módulo Dimmer 2S Univ. 350W Carril DIN			
<p>Módulo Dimmer Universal para regulación de circuitos de iluminación para cualquier tipo de carga. Conexión por cable de par trenzado a la red LON y alimentación de trabajo de 24V. Cortará la fase del circuito de carga ya protegida por su magneto térmico del circuito correspondiente marcado por REBT. Instalación incluida.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	424,06 €	424,06 €
Importe total:			424,06 €

Descripción			
Módulo 2E/2S empotrable + teclas dobles para módulo E/S empotrar			
<p>Módulo de 2 entradas y 2 salidas y teclas dobles incluidas, para manejo directo sobre doble pulsador, empotrable en caja universal. Se utiliza para dar pequeñas soluciones aisladas, descentralizadas para la gestión de la iluminación, gestión de persianas, intrusión, etc. Dispone de 2 salidas para 2 LED's indicadores de estado. Conexión por cable de par trenzado a la red LON. Instalación incluida.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	15	208,37 €	3.125,55 €

Importe total:	3.125,55 €
----------------	-------------------

Descripción			
Motor de persianas			
Motor tubular para persianas de 40 Nm a 15 r.p.m. Cuenta con un tubo extensible hasta 1,9 metros de largo, para instalación en cajón de obra o cajón. Potencia 170W. Alimentación a 230V, 50Hz. Accesorios e instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	76,80 €	614,40 €
Importe total:			614,40 €

Descripción			
Módulo receptor IR (Infrarrojos)			
Módulo Receptor IR, empotrable en caja universal. Este módulo permite que las órdenes que efectúa el mando a distancia sean interpretadas por el sistema, de acuerdo a la programación previamente realizada. Conexión por cable de par trenzado a la red LON y alimentación 24V. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	161,75 €	323,50 €
Importe total:			323,50 €

Descripción			
Mando a distancia IR multimedia			
Mando IR Multimedia permite el control de las funciones que se realizan en una estancia (iluminación, climatización, persianas, etc) y puede llegar a controlar hasta 7 dispositivos, incluyendo VCRs, DVD's, TV's, etc.). Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	190,23 €	190,23 €
Importe total:			190,23 €

Descripción			
Módulo visualizador - empotrable			

Módulo visualizador para control de estados de alarma, estado de funciones, temporizadores, en formato empotrable, con display LCD alfanumérico, 6 teclas. Conexión por cable de par trenzado a la red LON. Incluye marco módulo visualizador y caja de empotrar. Instalación incluida.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	334,05 €	668,10 €
Importe total:			668,10 €

Descripción

Módulo memoria Vit@

Módulo de memoria del sistema domótico para poder realizar operaciones de gestión de recursos avanzadas en la instalación. Conexión por cable de par trenzado a la red LON. Dimensiones: 4 TE. Instalación incluida.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	254,08 €	254,08 €
Importe total:			254,08 €

Descripción

Módulo terminador de red

Módulo terminador de red SimonVit@ que realiza la función de impedancia de final de Bus y se coloca al principio y al final del mismo en función de la topología escogida. Es un elemento imprescindible para cualquier instalación. Conexión por cable de par trenzado a la red LON. Instalación incluida.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	61,41 €	61,41 €
Importe total:			61,41 €

Descripción

Pantalla táctil TFT - superficie cristal

Pantalla TFT de Superficie de 8" con marco exterior cristal plata para visualización y control general de iluminación, persianas, climatización, resolución 640x480. Conexión por cable de par trenzado a la red LON y alimentación a 24V. Instalación incluida.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	1.710,82 €	1.710,82 €

Importe total:	1.710,82 €
----------------	-------------------

Descripción			
Detector de movimiento por infrarrojos			
Detector de movimiento por infrarrojos para instalaciones interiores. Dotado de sensor crepuscular y tiempo de retardo. Instalación sobre techo a una altura desde 0,5m a 3,5m. Alcance 12m. Angulo de detección 360°. Sensibilidad a la luz ambiente ajustable de 3 a 2000lux. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	13	83,85 €	1.090,05 €
Importe total:			1.090,05 €

Descripción			
Sensor de humedad para riego			
Para tener en cuenta la humedad del suelo a la hora de programar el riego. Sistema de medición electro-térmica (medición de las diferencias de temperatura del suelo). Botón de programación del nivel de humedad deseado. Visualización del nivel de humedad actual. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	54,95 €	54,95 €
Importe total:			54,95 €

Descripción			
Sensor crepuscular			
Detector Crepuscular con alimentación a 24V c.c. desde la fuente, regulable de 5 a 100 lux con led indicador de contacto cerrado. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	155,24 €	155,24 €
Importe total:			155,24 €

Descripción			
Detector de inundación empotrable			
Detector de agua que detecta posibles inundaciones. Instalación en caja de empotrar			

universal. Incluye una sonda de inundación. Se puede conectar hasta un máximo de 3 sondas. En caso de alarma dispone de led rojo y señal sonora, pudiendo comandar una electro-válvula para el cierre automático del suministro de agua. Necesita una fuente de alimentación. Instalación incluida.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	159,67 €	319,34 €
Importe total:			319,34 €

Descripción			
Sondas de inundación			
Se activa por detección de agua, en ese instante se produce un cierre en el relé, que permanecerá activado durante todo el tiempo que la sonda esté detectando agua. Conectar al detector de inundación. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	3	21,05 €	63,15 €
Importe total:			63,15 €

Descripción			
Detector de gas empotrable			
Detector de gas diseñado según normativa UNE- EN 50194, permite detectar la presencia de gases tóxicos y explosivos, tales como: butano, propano, metano, gas ciudad, gas natural y otros. Instalación en caja de empotrar universal. Dispone de led de servicio (verde), led bicolor alarma/avería (rojo y ambar) y pulsador de Test. Necesita una fuente de alimentación. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	154,16 €	154,16 €
Importe total:			154,16 €

Descripción			
Detector de humo óptico			
Detector de humo óptico para detectar el humo que llega a la cámara del mismo. No detecta gas, calor o llama. Proporciona alarmas sonoras procedentes del avisador acústico que lleva incorporado. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe

Ud.	4	154,16 €	616,64 €
Importe total:			616,64 €

Descripción			
Electro-válvula de agua			
Electro-válvula de agua normalmente abierta para el control de suministro de agua. Rearme automático. Conexión r 3/4" G, grado de protección IP65. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	3	143,32 €	429,96 €
Importe total:			429,96 €

Descripción			
Electro-válvula de gas			
Electro-válvula de gas normalmente para el control de suministro de gas. Rearme manual. Grado de protección IP54. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	116,94 €	116,94 €
Importe total:			116,94 €

Importe total domótica	14.345,48 €
-------------------------------	--------------------

7.8 Resumen de presupuesto

RESUMEN DE PRESUPUESTO:

Iluminación.....	14.461,94 €
Instalación eléctrica.....	10.441,17 €
Instalación fotovoltaica.....	16.238,79 €
Instalación solar térmica A.C.S – Piscina.....	50.765,56 €
Fontanería.....	1.208,30 €

Saneamiento.....	8.978,81 €
Domótica.....	14.345,48 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	116.440,05 €
13 % GASTOS GENERALES.....	15.137,21 €
6 % BENEFICIO INDUSTRIAL.....	6.986,41 €
IMPORTE EJECUCIÓN.....	138.563,67 €
21 % IVA.....	29.098,38 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	167.662,05 €

Asciende el presupuesto a la figurada cantidad de ciento sesenta y siete mil seiscientos sesenta y dos con cero cinco euros.

Ferrol, a 15 de Noviembre de 2014.

Fdo.: Johan Mauricio Quintero Plaza

**TÍTULO: INSTALACIONES PARA UNA VIVIENDA CON
 MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
 MEDIANTE EL USO DE LA DOMÓTICA Y ENERGÍAS
 RENOVABLES**

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

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

FECHA: NOVIEMBRE DE 2014

AUTOR: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

Fdo.: JOHAN MAURICIO QUINTERO PLAZA

8. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	3
8.1 Antecedentes y datos generales	3
8.1.1 Justificación del estudio básico de seguridad y salud.....	3
8.1.2 Objeto del estudio básico de seguridad y salud	3
8.1.3 Datos del trabajo	4
8.1.4 Descripción del emplazamiento y la obra	4
8.1.5 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria	4
8.2 Riesgos laborales	5
8.2.1 Identificación de riesgos	5
8.2.1.1 Riesgos laborales evitables completamente	6
8.2.1.2 Riesgos laborales no eliminables completamente	6
8.2.1.3 Riesgos laborales especiales	14
8.2.1.4 Formación.....	15
8.2.1.5 Medicina preventiva y primeros auxilios	15
8.2.2 Análisis de riesgos	16
8.2.2.1 Evaluación de riesgos	16
8.2.2.2 Descripción de riesgos de carácter general	17
8.2.2.2.1 Riesgos de caídas de personal desde altura	17
8.2.2.2.2 Riesgo de caída de objetos	17
8.2.2.2.3 Riesgos de los desplazamientos verticales.....	17
8.2.2.2.4 Riesgos por falta de orden y limpieza	18
8.2.2.2.5 Riesgos por la falta de iluminación	20
8.2.2.2.6 Riesgos eléctricos.....	20
8.2.2.2.7 Riesgos de proyección de partículas	22
8.2.2.2.8 Riesgos generales en los transportes y manejo de carga	22

8.2.2.2.9 Riesgos generales de herramientas, materiales y máquinas	23
8.2.2.2.10 Riesgos por carga y descarga de materiales	24
8.2.2.2.11 Riesgos de escaleras portátiles	24
8.3 Previsiones para trabajos futuros	25
8.4 Normas de seguridad aplicables a la obra	26
8.5 Pliego de condiciones	27
8.5.1 Empleo y mantenimiento de los medios y equipos de protección	27
8.5.1.1 Características de empleo y conservación de maquinarias	27
8.5.1.2 Características de empleo y conservación de útiles y herramientas ..	27
8.5.1.3 Características de empleo y conservación de equipos preventivos ..	28
8.5.2 Obligaciones del promotor	30
8.5.3 Coordinador en materia de seguridad y salud	31
8.5.4 Plan de seguridad y salud en el trabajo	32
8.5.5 Obligaciones de contratistas y subcontratistas	32
8.5.6 Obligaciones de los trabajadores autónomos	34
8.5.7 Libro de incidencias	35
8.5.8 Paralización de los trabajos	35
8.5.9 Derechos de los trabajadores	36
8.5.10 Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables en la obra ...	36

8 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.1 Antecedentes y datos generales

8.1.1 Justificación del estudio básico de seguridad y salud

En el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establece disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del artículo 4: “En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud”. Dentro de los supuestos recogidos por esta normativa, se verifica que en el presente trabajo no se excede el presupuesto establecido de 450.759,08€ y tampoco se incurre en ninguna de las demás situaciones propuestas, motivo por el cual se redactara el estudio básico de seguridad y salud.

8.1.2 Objeto del estudio básico 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.

8.1.3 Datos del trabajo

- Tipo de obra: Instalaciones para una vivienda con mejoras de la eficiencia energética mediante el uso de la domótica y energías renovables.
- Situación: Bañobre, Miño, A Coruña.
- Promotor: Escuela Universitaria Politécnica.
- Ingeniero: Johan Mauricio Quintero Plaza.
- Coordinador de seguridad y salud: Johan Mauricio Quintero Plaza.
- Presupuesto de ejecución por contrata: 167.662,05 €.

8.1.4 Descripción del emplazamiento y la obra

- Accesos a la obra: se prevé un único acceso a la obra mediante la carretera asfaltada que comunica con la entrada de la parcela.
- Suministro de energía eléctrica: será realizado por la compañía Gas Natural Fenosa, empresa suministradora de la zona. El cliente, según convenga, podrá negociar con otra empresa comercializadora el coste de la misma.
- Suministro de agua: La vivienda tendrá conexión con la red general de agua potable que pasa por la zona y cuya gestión corresponde a la compañía Espina y Delfín S.L.
- Sistema de saneamiento: La vivienda tendrá conexión con la red de alcantarillado público gestionado por la compañía Espina y Delfín S.L.

8.1.5 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D. 1627/1997, la obra dispondrá de los servicios higiénicos siguientes:

- Vestuarios adecuados de dimensiones suficientes, con asientos y taquillas individuales provistas de llave, con una superficie mínima de 2 m² por trabajador que haya de utilizarlos y una altura mínima de 2,30 m.
- Lavabos con agua fría y caliente a razón de un lavabo por cada 10 trabajadores o fracción.
- Duchas con agua fría y caliente a razón de una ducha por cada 10 trabajadores o fracción.
- Retretes a razón de un inodoro cada 25 hombres o 15 mujeres o fracción. Cabina de superficie mínima 1,20m² y altura 2,30 m.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo 6 del R.D. 1627/1997, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica a continuación:

- Un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, torniquete, antiespasmódicos, analgésicos, bolsa para agua o hielo, termómetro, tijeras, jeringuillas desechables, pinzas y guantes desechables.

Nivel de asistencia	Distancia en Km
Asistencia Primaria (Urgencias) : Ambulatorio Betanzos	13,4 Km
Asistencia Especializada (Hospital) : Hospital Juan Canalejo	31,0 Km

Tabla 8.1.5.1 Distancias a los centros de asistencia sanitaria

8.2 Riesgos laborales

8.2.1 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. 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.

8.2.1.1 Riesgos laborales evitables completamente

Relación de riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS
Derivados de la rotura de instalaciones existentes	Neutralización de las instalaciones existentes
Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas	Corte del fluido, puesta a tierra y cortocircuito de los cables

Tabla 8.2.1.1 – Riesgos laborales completamente evitables.

8.2.1.2 Riesgos laborales no eliminables completamente

Identificación de riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

TODA LA OBRA	
RIESGOS	
Caídas de operarios al mismo nivel	
Caídas de operarios a distinto nivel	
Caídas de objetos sobre operarios	
Caídas de objetos sobre terceros	
Choques o golpes contra objetos	
Fuertes vientos	
Trabajos en condiciones de humedad	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
Cuerpos extraños en los ojos	
Sobreesfuerzos	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra	Permanente
Orden y limpieza de los lugares de trabajo	Permanente
Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de	Permanente

B.T.	
Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)	Permanente
No permanecer en el radio de acción de las máquinas	Permanente
Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento	Permanente
Señalización de la obra (señales y carteles)	Permanente
Cintas de señalización y balizamiento a 10 m. de distancia	Alternativa al vallado
Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura ≥ 2 m.	Permanente
Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra	Permanente
Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o edif. Colindantes	Permanente
Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B	Permanente
Evacuación de escombros	Frecuente
Escaleras auxiliares	Ocasional
Información específica	Para riesgos concretos
Cursos y charlas de formación	Frecuente
Grúa parada y en posición veleta	Con viento fuerte
Grúa parada y en posición veleta	Final de cada jornada
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Cascos de seguridad	Permanente
Calzador protector	Permanente
Ropa de trabajo	Permanente
Ropa impermeable o de protección	Con mal tiempo
Gafas de seguridad	Frecuente
Cinturones de protección del tronco	Ocasional

Tabla 8.2.1.2.1 – Riesgos laborales no completamente evitables en toda la obra.

DEMOLICIONES
RIESGOS
Desplomes en edificios colindantes
Caídas de materiales transportados
Desplome de andamios
Atrapamientos y aplastamientos
Atropellos, colisiones y vuelcos
Contagios por lugares insalubres
Ruidos

Vibraciones	
Ambiente pulvígeno	
Electrocuciones	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Observación y vigilancia de los edificios colindantes	Diaria
Apuntalamientos y apeos	Frecuente
Pasos o pasarelas	Frecuente
Cabinas o pórticos de seguridad en máquinas	Permanente
Redes verticales	Permanente
Barandillas de seguridad	Permanente
Arriostramiento cuidadoso de los andamios	Permanente
Riegos con agua	Frecuente
Andamios de protección	Permanente
Conductos de desescombro	Permanente
Anulación de instalaciones antiguas	Definitivo
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Botas de seguridad	Permanente
Guantes contra agresiones mecánicas	Frecuente
Gafas de seguridad	Frecuente
Mascarilla filtrante	Ocasional
Protectores auditivos	Ocasional
Cinturones y arneses de seguridad	Permanente
Mástiles y cables fiadores	Permanente

Tabla 8.2.1.2.2 – Riegos laborales no completamente evitables en demoliciones.

MOVIMIENTOS DE TIERRAS
RIESGOS
Desplomes, desprendimientos y hundimientos del terreno
Ruinas, hundimientos y desplomes en edificios colindantes
Caídas de materiales transportados
Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria
Atropellos, colisiones, alcances y vuelcos de maquinaria
Contagios por lugares insalubres
Ruido, contaminación acústica
Vibraciones
Ambiente pulvígeno

Interferencia con instalaciones enterradas	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
Condiciones meteorológicas adversas	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Explosiones o incendios	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Observación y vigilancia del terreno	Diaria
Talud natural del terreno	Permanente
Entibaciones	Frecuente
Limpieza de bolos y viseras	Frecuente
Observación y vigilancia de los edificios colindantes	Diaria
Apuntalamientos y apeos	Ocasional
Achiques de aguas	Frecuente
Tableros o planchas en huecos horizontales	Permanente
Separación de tránsito de vehículos y operarios	Permanente
Cabinas o pórticos de seguridad	Permanente
No acopiar materiales junto al borde de la excavación	Permanente
Plataformas para paso de personas en bordes de excavación	Ocasional
No permanecer bajo el frente de excavación	Permanente
Barandillas en bordes de excavación	Permanente
Protección partes móviles maquinaria	Permanente
Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Botas de seguridad	Permanente
Botas de goma	Ocasional
Guantes de cuero	Ocasional
Guantes de goma	Ocasional

Tabla 8.2.1.2.3 – Riegos laborables no completamente evitables en movimientos de tierras.

CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS
RIESGOS
Desplomes, desprendimientos y hundimientos del terreno
Desplomes en edificios colindantes
Caídas de operarios al vacío
Caídas de materiales transportados
Atrapamientos y aplastamientos

Atropellos, colisiones, alcances y vuelcos de camiones	
Lesiones y cortes en brazos y manos	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con hormigones y morteros	
Ruidos, contaminación acústica	
Vibraciones	
Quemaduras en soldadura y oxicorte	
Radiaciones y derivados de la soldadura	
Ambiente pulvígeno	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Apuntalamientos y apeos	Permanente
Achique de aguas	Frecuente
Pasos o pasarelas	Permanente
Separación de tránsito de vehículos y operarios	Ocasional
Cabinas o pórticos de seguridad	Permanente
No acopiar junto al borde de la excavación	Permanente
Observación y vigilancia de los edificios colindantes	Diaria
No permanecer bajo el frente de la excavación	Permanente
Redes verticales perimetrales	Permanente
Redes horizontales	Frecuente
Andamios y plataformas para encofrados	Permanente
Plataformas de carga y descarga de material	Permanente
Barandillas resistentes	Permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas, y escaleras de mano	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	Ocasional
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Permanente
Botas de goma o P.V.C. de seguridad	Ocasional
Pantallas faciales, guantes, manguitos, mandiles y polainas para soldar	En estructura metálica
Cinturones y arneses de seguridad	Frecuente
Mástiles y cables fiadores	Frecuente

Tabla 8.2.1.2.4 – Riegos laborales no completamente evitables en cimentaciones y estructuras.

CUBIERTAS	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío o por el plano inclinado de la cubierta	
Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
Lesiones y cortes en manos	
Dermatitis por contacto con materiales	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras producidas por soldadura de materiales	
Vientos fuertes	
Incendio por almacenamiento de productos combustibles	
Derrame de productos	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
Hundimientos o roturas en cubiertas de materiales ligeros	
Proyecciones de partículas	
Condiciones meteorológicas adversas	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Redes verticales perimetrales	Permanente
Redes de seguridad	Permanente
Andamios perimetrales aleros	Permanente
Plataformas de carga y descarga de material	Permanente
Barandillas rígidas y resistentes	Permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
Escaleras de tejador o pasarelas	Permanente
Parapetos rígidos	Permanente
Acopio adecuado de materiales	Permanente
Señalizar obstáculos	Permanente
Plataforma adecuada para grúa	Permanente
Ganchos de servicio	Permanente
Accesos adecuados a las cubiertas	Permanente
Paralización de los trabajos en condiciones meteorológicas adversas	Ocasional
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Guantes de cuero o goma	Ocasional
Botas de seguridad	Permanente
Cinturones y arneses de seguridad	Permanente
Mástiles para cables fiadores	Permanente

Tabla 8.2.1.2.5 – Riesgos laborables no completamente evitables en cubiertas.

ALBAÑILERÍA Y CERRAMIENTOS	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío	
Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios	
Atrapamientos por los medios de elevación y transporte	
Lesiones y cortes en manos	
Dermatitis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales	
Incendios por almacenamiento de productos combustibles	
Golpes o cortes con herramientas	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
Proyecciones de partículas al cortar materiales	
Ruidos, contaminación acústica	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Apuntalamientos y apeos	Permanente
Pasos o pasarelas	Permanente
Redes verticales	Permanente
Redes horizontales	Frecuente
Andamios (constitución, arriostramiento y accesos correctos)	Permanente
Plataformas de carga y descarga de material en cada planta	Permanente
Barandillas rígidas	Permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
Evitar trabajos superpuestos	Permanente
Bajantes de escombros adecuadamente sujetas	Permanente
Protección de huecos de entrada de material en plantas	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	Frecuente
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Permanente
Cinturones y arneses de seguridad	Frecuente
Mástiles y cables fiadores	frecuente

Tabla 8.2.1.2.6 – Riesgos laborables no completamente evitables en albañilería y cerramientos.

ACABADOS	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío	
Caídas de materiales transportados	
Ambiente pulvígeno	
Lesiones y cortes en manos	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con materiales	
Incendio por almacenamiento de productos combustibles	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras	
Contactos eléctricos directos o indirectos	
Atrapamientos con o entre objetos o herramientas	
Deflagraciones, explosiones e incendios	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	Permanente
Andamios	Permanente
Plataformas de carga y descarga de material	Permanente
Barandillas	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
Evitar focos de inflamación	Permanente
Equipos autónomos de ventilación	Permanente
Almacenamiento correcto de los productos	Permanente
Paralización de los trabajos en condiciones meteorológicas adversas	Ocasional
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	Ocasional
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Frecuente
Cinturones y arneses de seguridad	Ocasional
Mástiles y cables fiadores	Ocasional
Mascarilla filtrante	Ocasional
Equipos autónomos de respiración	Ocasional

Tabla 8.2.1.2.7 – Riesgos laborales no completamente evitables en acabados.

INSTALACIONES	
RIESGOS	
Caídas a distinto nivel por el hueco del ascensor	
Lesiones y cortes en manos y brazos	
Dermatitis por contacto con materiales	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras	
Golpes y aplastamientos de pies	
Incendio por almacenamiento de productos combustibles	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
Ambiente pulvígeno	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	Permanente
Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes	Frecuente
Protección del hueco del ascensor	Permanente
Plataforma provisional para ascensoristas	Permanente
Realizar las conexiones eléctricas sin tensión	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	Ocasional
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Frecuente
Cinturones y arneses de seguridad	Ocasional
Mástiles y cables fiadores	Ocasional
Mascarilla filtrante	Ocasional

Tabla 8.2.1.2.8 – Riesgos laborales no completamente evitables en instalaciones.

8.2.1.3 Riesgos laborales especiales

En la siguiente tabla se relacionan aquellos trabajos que siendo necesarios para el desarrollo de la obra definida en el trabajo de referencia, implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, y están por ello incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/1997.

También se indican las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES	MEDIDAS ESPECÍFICAS PREVISTAS
Especialmente graves de caídas de altura, sepultamientos y hundimientos	
En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión	Señalizar y respetar la distancia de seguridad (5m.) Pórticos protectores de 5m. de altura Calzado de seguridad
Con exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión	
Que impliquen el uso de explosivos	
Que requieran el montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados	

Tabla 8.2.1.3.1 – Riesgos laborable especiales.

8.2.1.4 Formación

Todo el personal que realice su cometido en las fases de cimentación, estructura y albañilería en general, deberá realizar un curso de Seguridad y Salud en la Construcción, en el que se les indicarán las normas generales sobre Seguridad y Salud que en la ejecución de esta obra se van a adoptar.

Esta formación deberá ser impartida por los Jefes de Servicios Técnicos o mandos intermedios, recomendándose su complementación por instituciones tales como los Gabinetes de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Mútua de Accidentes, etc.

Por parte de la Dirección de la empresa en colaboración con el Coordinador de Seguridad y Salud en ejecución de obra, se velará para que el personal sea instruido sobre las normas particulares que para la ejecución de cada tarea o para la utilización de cada máquina, sean requeridas.

8.2.1.5 Medicina preventiva y primeros auxilios

- Botiquines:

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora. El material

contenido en el estará conforme al apartado A 3 del Anexo 6 del R.D. 1627/1997 tal y como se indicó en el apartado 8.1.5 del presente documento.

- 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. Se dispondrá en la obra de un plano ampliado de los centros hospitalarios y asistenciales de sanidad más próximos, para conocimiento de los trabajadores en caso de necesidad.

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.

- Potabilidad del agua de consumo:

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.

8.2.2 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.

8.2.2.1 Evaluación de riesgos

Una vez tenemos los riesgos identificados, podemos evaluarlos. La evaluación de riesgos es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no se

hayan podido evitar, obteniendo la información necesaria para establecer unas medidas preventivas. Valoramos los riesgos identificados en función de la probabilidad y consecuencia de su materialización y establecemos un valor del riesgo y una prioridad, detallando todas sus medidas preventivas a llevar a cabo.

La evaluación de riesgos es por tanto, el punto de partida para obtener la información que permita tomar decisiones apropiadas sobre la necesidad y el tipo de medidas preventivas que deben adoptarse para garantizar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores.

8.2.2.2 Descripción de riesgos de carácter general

8.2.2.2.1 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.

8.2.2.2.2 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.

8.2.2.2.3 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.

8.2.2.2.4 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.

8.2.2.2.5 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.

8.2.2.2.6 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.

Los empleados considerarán que todo conductor eléctrico o cable está conectado y bajo tensión. Antes de trabajar en ellos comprobarán la ausencia de tensión con aparato adecuado y lo pondrán en cortocircuito unido a tierra.

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 señalizará 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.

8.2.2.2.7 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.

8.2.2.2.8 Riesgos generales en los transportes y manejo de carga

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. Se permitirá la utilización de cables sujetos con grapas, siempre que el número de éstas sea igual o superior a lo especificado en los catálogos del

fabricante. No obstante, en general, no se permitirá la sustitución de estrobos por ese tipo de cable.

El estrobo de carga se realizará de tal forma que la pieza a elevar no se someta a roces excesivos o deformaciones. El sistema de estrobo 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 estrobo 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 gruísta.

8.2.2.2.9 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.

8.2.2.2.10 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.

8.2.2.2.11 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.

8.3 Previsiones para trabajos futuros

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997 establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones para efectuar

en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

RIESGOS
Caídas al mismo nivel en suelos
Caídas de altura por huecos horizontales
Caídas por huecos en cerramientos
Caídas por resbalones
Reacciones químicas por productos de limpieza y líquidos de maquinaria
Contactos eléctricos por accionamiento inadvertido y modificación o deterioro de sistemas eléctricos
Explosión de combustibles mal almacenados
Fuego por combustibles, modificación de instalación eléctrica o por acumulación de desechos peligrosos
Impacto de elementos de la maquinaria por desprendimientos, deslizamientos o roturas
Contactos eléctricos directos e indirectos
Toxicidad de productos empleados en la reparación o almacenados en el edificio
Vibraciones de origen interno y externo
Contaminación por ruido
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS
Andamiajes, escalerillas y demás dispositivos provisionales adecuados y seguros
Anclajes de cinturones fijados a la pared para la limpieza de ventanas no accesibles
Anclajes de cinturones para reparación de tejados y cubiertas
Anclajes para poleas para izado de muebles en mudanzas
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)
Casco de seguridad
Ropa de trabajo
Cinturones de seguridad y cables de longitud y resistencia adecuada para limpiadores de ventanas
Cinturones de segur. y cables de longitud y resistencia adecuada para reparar tejados y cubiertas inclinadas

Tabla 8.3.1 – Previsiones para trabajos futuros.

8.4 Normas de seguridad aplicables en la obra

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).

8.5 Pliego de condiciones

8.5.1 Empleo y mantenimiento de los medios y equipos de protección

8.5.1.1 Características de empleo y conservación de maquinarias

Se cumplirá lo indicado por el Reglamento de Seguridad en las máquinas, RD. 1495/86, sobre todo en lo que se refiere a las instrucciones de uso, y a la instalación y puesta en servicio, inspecciones y revisiones periódicas, y reglas generales de seguridad.

Las máquinas incluidas en el Anexo del Reglamento de máquinas y que se prevé usar en esta obra son las siguientes:

- 1.- Herramientas neumáticas.
- 2.- Hormigoneras
- 3.- Dobladoras de hierros.
- 4.- Enderezadoras de varillas
- 5.- Lijadoras, pulidoras de mármol y terrazo.

8.5.1.2 Características de empleo y conservación de útiles y herramientas

Tanto en el empleo como la conservación de los útiles y herramientas, el encargado de la obra velará por su correcto empleo y conservación, exigiendo a los trabajadores el cumplimiento de las especificaciones emitidas por el fabricante para cada útil o herramienta.

El encargado de obra establecerá un sistema de control de los útiles y herramientas a fin y efecto de que se utilicen con las prescripciones de seguridad específicas para cada una de ellas.

Las herramientas y útiles establecidos en las previsiones de este estudio pertenecen al grupo de herramientas y útiles conocidos y con experiencias en su empleo, debiéndose aplicar las normas generales, de carácter práctico y de general conocimiento, vigentes según los criterios generalmente admitidos.

8.5.1.3 Empleo y conservación de equipos preventivos

Se considerarán los dos grupos fundamentales:

a) Protecciones personales:

Se tendrá preferente atención a los medios de protección personal.

Toda prenda tendrá fijado un período de vida útil desechándose a su término.

Cuando por cualquier circunstancia, sea de trabajo o mala utilización de una prenda de protección personal o equipo se deteriore, éstas se repondrán independientemente de la duración prevista.

Todo elemento de protección personal se ajustará a las normas de homologación del Ministerio de Trabajo y/o Consellería y, en caso que no exista la norma de homologación, la calidad exigida será la adecuada a las prestaciones previstas.

b) Protecciones colectivas:

El encargado y el jefe de obra, son los responsables de velar por la correcta utilización de los elementos de protección colectiva, contando con el asesoramiento y colaboración de los Departamentos de Almacén, Maquinaria, y del propio Servicio de Seguridad de la Empresa Constructora.

Se especificarán algunos datos que habrá que cumplir en esta obra, además de lo indicado en las Normas Oficiales:

- Vallas de delimitación y protección en pisos:

Tendrán como mínimo 90 cm. de altura estando contruidos a base de tubos metálicos y con patas que mantengan su estabilidad.

- Rampas de acceso a la zona excavada:

La rampa de acceso se hará con caída lateral junto al muro de pantalla. Los camiones circularán lo más cerca posible de éste.

- Barandillas:

Las barandillas rodearán el perímetro de cada planta desencofrada, debiendo estar condenado el acceso a las otras plantas por el interior de las escaleras.

- Redes perimetrales:

La protección del riesgo de caída a distinto nivel se hará mediante la utilización de pescantes tipo horca, colocadas de 4,50 a 5,00 m., excepto en casos especiales que por el replanteo así lo requieran. El extremo inferior de la red se anclará a horquillas de hierro embebidas en el forjado. Las redes serán de nylon con una modulación apropiada. La cuerda de seguridad será de poliamida y los módulos de la red estarán atados entre sí por una cuerda de poliamida. Se protegerá el desencofrado mediante redes de la misma calidad, ancladas al perímetro de los forjados.

- Redes verticales:

Se emplearán en trabajos de fachadas relacionados con balcones y galerías. Se sujetarán a un armazón apuntalado del forjado, con embolsado en la planta inmediata inferior a aquella donde se trabaja.

- Mallazos:

Los huecos verticales inferiores se protegerán con mallazo previsto en el forjado de pisos y se cortarán una vez se necesite el hueco. Resistencia según dimensión del hueco.

- Cables de sujeción de cinturón de seguridad:

Los cables y sujeciones previstos tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

- Marquesina de protección para la entrada y salida del personal:

Consistirá en armazón, techumbre de tablón y se colocará en los espacios designados para la entrada del edificio. Para mayor garantía preventiva se vallará la planta baja a excepción de los módulos designados.

- Plataformas voladas en pisos:

Tendrán la suficiente resistencia para la carga que deban soportar, estarán convenientemente ancladas, dotadas de barandillas y rodapié en todo su perímetro exterior y no se situarán en la misma vertical en ninguna de las plantas.

- Extintores:

Serán de polvo polivalente, revisándose periódicamente.

- Plataforma de entrada-salida de materiales:

Fabricada toda ella de acero, estará dimensionada tanto en cuanto a soporte de cargas con dimensiones previstas. Dispondrá de barandillas laterales y estará apuntalada por 3 puntales en cada lado con tablón de reparto. Cálculo estructural según acciones a soportar.

8.5.2 Obligaciones del promotor

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de

una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

8.5.3 Coordinador en materia de seguridad y salud

La designación del Coordinador en la elaboración del trabajo y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- 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 previstas en el Artículo 24 de 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 solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

- La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesario la designación del Coordinador.

8.5.4 Plan de seguridad y salud en el trabajo

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio

Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

8.5.5 Obligaciones de contratistas y subcontratistas

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
 - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
 - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
 - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
 - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
 3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
 4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
 5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

8.5.6 Obligaciones de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1.997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

8.5.7 Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

8.5.8 Paralización de los trabajos

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando

facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

8.5.9 Derechos de los trabajadores

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

8.5.10 Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables en la obra

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

En _____ a, _____ de _____ de 20 ____ .

Fdo.: El promotor

Fdo.: El Ingeniero